

COMMENT CONCILIER INNOVATION ET RÉDUCTION DES DÉLAIS ?

Quelques leçons tirées du développement de la Laguna II^(*)

La conception d'un nouveau véhicule automobile est une activité stratégique qui consiste à articuler, adapter et transformer différentes démarches, dans un contexte particulier, par rapport à des cibles stratégiques et en fonction de compétences distribuées – activité beaucoup plus conflictuelle que ce que le discours managérial laisse entendre. L'exemple du projet Laguna II est porteur d'enseignements importants sur la façon dont les entreprises mettent en œuvre les démarches managériales les plus récentes et sur la façon dont on peut étudier, sur un plan méthodologique, le développement de produit. De ce point de vue, au-delà des difficultés qui ont pu survenir, on ne peut qu'être frappé par la réactivité et la capacité d'interrogation de Renault, dont l'un des signes les probants est la présence de chercheurs dotés d'une capacité d'investigation élargie.

PAR **FRANCK AGGERI** ET **BLANCHE SEGRESTIN**, CGS, ÉCOLE DES MINES DE PARIS

À l'instar de plusieurs de ses concurrents, Renault s'est récemment lancé dans différents programmes de développement conçus à partir d'une même plate-forme technique. Dans le cadre du programme le plus récent (M2S),

(*) Cette recherche a été réalisée sous l'égide de la cellule socio-économie de la direction de la recherche de Renault. Nous tenons à remercier tout particulièrement Jean-Claude Monnet, responsable de cette cellule, pour ses conseils précieux, Emmanuèle Matéo, qui a accompagné ce travail, Michel Chérault, Jean-Bernard Faivre et Yves Dubreil qui en a suivi les développements, ainsi que nos collègues Michel Nakhla et Jean-Claude Sardas, avec qui nous avons régulièrement échangé.

l'entreprise vise à opérer une rupture en termes de performance par rapport aux projets précédents : il s'agit d'égaliser, voire de dépasser, les performances de ses meilleurs concurrents – Toyota, pour les coûts et les délais ; Honda, pour l'innovation ; les Allemands pour la sécurité, etc. La Laguna II constitue le premier projet issu du programme M2S, dont vient de sortir le véhicule haut de gamme (Vel Satis) auquel fera suite, en 2002, le nouvel Espace.

Pour ce programme, c'est l'ensemble de l'entreprise qui a été mobilisé pour obtenir le saut de performance recherché. La stratégie volontariste mise en œuvre par l'entreprise s'est ainsi orientée dans plusieurs directions déjà explorées auparavant, à l'instar des constructeurs japonais [Womack *et al.*, 1990, Clark & Fujimoto, 1991] mais dont il s'agit ici de pousser la logique beaucoup plus loin : intégration plus forte des métiers du produit et du process, généralisation des relations de co-développement, renforcement de la contractualisation interne et des outils de pilotage des projets [Clark & Wheelwright, 1992], réduction du nombre de vagues de prototypes et développement simultané des outils de simulation. La stratégie d'une plateforme commune à différents véhicules vise également à multiplier le nombre de modèles développés, tout en standardisant un certain nombre de composants. Pour Cusumano et Nobeoka, en effet, le management par projet, en focalisant l'organisation sur un seul projet, contribue à un gaspillage des ressources et à un manque de capitalisation entre les projets [Cusumano & Nobeoka, 1998]. Du point de vue organisationnel, il s'agit alors d'assurer une bonne articulation entre les responsabilités et le travail des directeurs de projet et des ingénieurs. Pour diriger un tel programme, l'entreprise a confié les rênes à Yves Dubreil qui avait fait ses preuves sur le projet Twingo.

Sur la Laguna II, nous avons étudié pendant dix-huit mois le développement de la « caisse assemblée peinte » (CAP) qui fait partie, de façon récurrente, du

chemin critique des projets. Dans une usine de montage automobile, la production de la CAP s'opère à travers l'enchaînement de trois types d'activités correspondant à des secteurs bien distincts : l'emboutissage (des tôles nues), l'assemblage de la caisse (par soudures robotisées) et la peinture. Les difficultés de la conception de la CAP tiennent, certes, aux contraintes de la grande cadence ainsi qu'au renforcement des exigences en matière de qualité (prestations

© Didier Maillac-REA

choc, endurance, fiabilité, géométrie, aspect) ou de design, mais également à la nature fortement empirique des savoirs mobilisés. Pour atteindre des objectifs particulièrement ambitieux, en matière de coûts notamment, la direction de l'ingénierie en charge de ce périmètre (la DICAP) s'est réorganisée en mettant en œuvre les démarches évoquées plus haut. En particulier, l'intégration produit-process a été poussée très loin puisque les anciens services méthodes et études ont été fondus et remplacés par des services correspondant à des niveaux de gamme, scindés à leur tour en trois périmètres techniques (ouvrants, sous-bassement, superstructure). Plusieurs auteurs ont montré l'importance des outils de maquettage et de simulation pour détecter les problèmes au plus tôt et réduire ainsi les temps de développement [Fujimoto & Thomke, 2000]. En s'appuyant largement sur de tels outils, les activités amont, en charge de préparer les futures innovations dans le périmètre, ont également été séparées des activités aval, en charge du développement au sens strict [Nakhla & Sardas, 1999]. Pour le programme M2S, la DICAP a également décidé d'introduire de nouvelles innovations process (techniques dites du « trou pour trou » et du « rabotage laser »), préparées en interne mais jamais mises en œuvre jusque-là, invisibles pour le client, et dont l'objectif est de simplifier le processus d'assemblage de la caisse.

Dans l'ensemble, ce projet est une réussite. L'accueil que lui a réservé la presse spécialisée a été très favorable. Le démarrage commercial est à la hauteur des ambitions et des progrès importants ont été réalisés par rapport aux projets précédents, en termes de réduction des coûts et des délais. Le projet a néanmoins révélé plusieurs problèmes inattendus – dans le secteur de la CAP en particulier. Découverts tardivement, malgré la sophistication des systèmes de pilotage mis en place, nous verrons que ces problèmes ont finalement conduit l'entreprise à retarder la sortie du véhicule de cinq mois environ. Pour comprendre les raisons de ces difficultés et la faible capacité d'anticipation de l'entreprise, nous ferons un détour par l'étude de quelques « problèmes de conception » que nous avons suivis et dont nous avons reconstitué le déroulement, depuis les « premiers signaux faibles » émis en amont du projet jusqu'à leur résolution, en passant par les différentes boucles de conception-validation qui se sont succédées. À travers ce détour, nous analyserons les effets induits des choix stratégiques en termes d'apprentissages collectifs.

Nous montrerons que, contrairement à une thèse répandue dans l'entreprise comme dans la littérature en management selon laquelle les problèmes de conception résultent d'une défaillance de coopération entre métiers de l'ingénierie, les difficultés rencontrées ici s'expliquent davantage par trois causes qui se sont mutuellement renforcées :

- l'accumulation, dans certains périmètres, de choix stratégiques risqués ;
 - le dépérissement progressif de certains savoirs techniques ;
 - les limites des dispositifs de pilotage actuels face à la nécessité d'identifier les risques liés à l'innovation.
- Ces difficultés ne sont pas vraiment surprenantes compte tenu des ambitions affichées, et donc des risques encourus. Dans ce contexte, l'une des forces de l'entreprise tient à sa capacité à se remettre en cause et à tirer les conséquences des problèmes rencontrés. C'est précisément cette capacité réflexive qui nous semble un des enjeux majeurs de la conception automobile dans les années à venir. Dans cette perspective, nous indiquerons les pistes d'action possibles et celles déjà engagées par Renault, à la fois en termes de gestion des compétences, d'organisation des métiers et de gestion de l'innovation.

Notre présentation s'organisera donc comme suit. Dans un premier temps, nous montrerons l'intérêt d'un détour par les problèmes de conception, en indiquant les enjeux afférents et le cadre théorique permettant de les étudier. Dans un second temps, nous rappellerons les faits saillants du cas étudié, puis nous analyserons en détail l'exemple des ouvrants qui a constitué l'un des points critiques du projet. Dans un troisième temps, nous tirerons les leçons de ce projet. Enfin, dans le quatrième et dernier temps, nous évoquerons le diagnostic effectué par le management de l'entreprise et les actions engagées en conséquence.

LE DÉTOUR PAR L'ÉTUDE DES MODIFICATIONS DE CONCEPTION : ENJEUX ET CADRE MÉTHODOLOGIQUE

L'intérêt de l'étude des modifications de conception

Le niveau d'optimisation requis par un produit aussi intégré que l'automobile justifie que son développement mobilise des centaines d'ingénieurs et de techniciens dans un délai variant entre deux et trois ans [Moisdon & Weil, 1992]. Pendant tout le développe-

ment, les équipes de conception ont à traiter un flux permanent de problèmes dont la résolution est indispensable pour converger vers un produit répondant aux exigences voulues.

Dans cette optique, la réduction des délais et des coûts requiert une identification et une résolution précoce des problèmes [Fujimoto & Thomke, 2000]. Plus la découverte et la résolution des problèmes sont tardives, plus le coût de leur résolution est élevé et plus les risques de décalage du planning sont grands. En particulier, dès lors que l'on se situe après la phase de « réalisation des outillages » – c'est-à-dire dès le moment où les investissements sont engagés – toute modification de la conception peut générer des coûts de modification considérables, dont les effets en chaîne sur les pièces adjacentes peuvent être difficiles à maîtriser.

On peut relire les principales rationalisations du développement automobile dans cette perspective :

- ainsi, la mise en place de l'ingénierie simultanée (équipes pluri-métiers, recouvrement des phases des projets), de l'intégration produit-process et du management par projet visait d'abord à éviter les défaillances de coordination inter-métiers et les conflits issus d'un développement séquentiel et qui se traduisaient par la manifestation tardive de problèmes de conception [Midler, 1993 ; Clark & Fujimoto, 1991], [Nakhla & Sardas, 1999 ; Capul, 2000] ;

- G. Garel et C. Midler ont indiqué également comment la mise en place du partenariat et les nouvelles formes de contractualisation qui visent à responsabiliser le partenaire par rapport à ses engagements ont modifié, dans le cas des relations entre Renault et ses fournisseurs d'outillages, la nature des relations entre les partenaires et permis de réduire de façon sensible le nombre et le coût des modifications de conception [Midler *et al.*, 1997, Garel, 1994, Garel & Midler, 1998]. En effet, contrairement aux anciens contrats où toute modification de conception était facturée au constructeur, les nouveaux contrats à enveloppe fermée incitent les fournisseurs à révéler plus tôt les problèmes qu'ils rencontrent, le coût des modifications étant désormais à leur charge ;

- d'autres auteurs ont indiqué comment la mise en place de contrats internes avait incité les concepteurs à identifier les risques techniques en amont du projet, et ce faisant, permis d'anticiper un certain nombre de problèmes récurrents [Nakhla & Soler, 1996] ;

- la démarche multi-projet peut être également ana-

lysée dans cette perspective ; outre qu'elle permet de réaliser des économies d'échelle grâce à la standardisation des composants et la mise en commun des ressources d'ingénierie, elle doit permettre d'accélérer les cycles de développement dans la mesure où la standardisation de composants et de plates-formes déjà validées sur d'autres projets permet, a priori, de réduire le flux de problèmes nouveaux susceptibles d'intervenir ;

- enfin, l'introduction des outils numériques de validation, de simulation et de maquettage virtuels permet, selon Fujimoto et Thomke, de repérer, de tester et de valider beaucoup plus tôt les problèmes de conception alors qu'il fallait auparavant disposer des prototypes physiques avant de pouvoir porter un jugement sur la conception.

Toutefois, l'efficacité supposée de ces différentes démarches est sujette à caution. D'une part, les résultats affichés dans la littérature managériale partent d'enquêtes empiriques ponctuelles dans lesquelles il est difficile de faire la part entre l'effet d'une démarche particulière et tous les autres paramètres qui peuvent intervenir dans la performance (compétences, niveau des cibles, sous-traitants, types de management, etc.). D'autre part, les effets combinés de ces différentes démarches n'ont pas vraiment été étudiés jusqu'à présent.

Une nouvelle typologie des modifications

Pour étudier les effets de ces démarches, un détour par l'analyse des problèmes concrets nous paraît nécessaire. En effet, c'est à ce niveau seulement que l'on peut mesurer réellement les effets et la robustesse des démarches stratégiques, techniques ou organisationnelles mises en place par les entreprises.

Mais, concrètement, comment faire pour repérer des problèmes en phase de développement ? La notion de problème n'est évidemment pas une catégorie naturelle. En effet, un problème de conception n'existe que dans la mesure où il existe des calculs, des simulations ou des tests permettant de repérer un écart, à un moment donné du processus de développement, entre une performance d'une pièce ou d'un sous-ensemble et des cibles définies à l'avance. L'étude des problèmes de conception est intéressante car elle est susceptible de révéler une défaillance des modes de coordination, de pilotage, voire des expertises elles-mêmes.

Il existe, chez tous les constructeurs, des systèmes de pilotage des problèmes de conception. Ce pilotage devient particulièrement actif après la phase de « réalisation des outillages », c'est-à-dire à partir du moment où la conception du produit est jugée relativement stable et que l'on engage les investissements en matière de process (outillages, machines, nombre de postes, etc.). En effet, à partir de ce moment-là toute « modification » dans la conception du produit ou du process est susceptible de générer des coûts supplémentaires pour l'entreprise. Dans ces conditions, on comprend mieux pourquoi la réduction du nombre de modifications, grâce à l'anticipation des problèmes, est, pour les constructeurs, un objectif prioritaire. Mais, quel que soit le projet, il reste toujours un flux plus ou moins grand de modifications à traiter pendant la phase d'industrialisation et de démarrage du véhicule. Lorsque les modifications sont nombreuses, sur quels problèmes les managers doivent-ils focaliser leur attention ? Comment les hiérarchiser et selon quel critère ?

Contrairement à ce que l'intuition pourrait suggérer, le nombre de modifications ou leur coût de traitement ne constituent pas nécessairement des critères pertinents de hiérarchisation. En effet, la grande majorité des modifications sont des problèmes simples (déplacement ou élargissement d'un trou, agrafe supplémentaire, etc.) qui peuvent être analysés et résolus rapidement. Par exemple, dès lors qu'il faut rajouter une opération supplémentaire en usine (pour percer un trou par exemple, rajouter un robot, ajouter une fixation, etc.), le coût de la modification est élevé alors que la celle-ci est simple à réaliser et ne présente aucun risque pour le planning ou la qualité du projet.

On comprend mieux les enjeux liés au traitement des modifications en considérant le schéma suivant, dans lequel trois variables sont prises en compte :

- en premier lieu, la date de détection du problème, qui dépend notamment des épreuves de validation mises en place ; les problèmes peuvent être détectés tardivement faute de test approprié pour révéler le problème, mais il arrive aussi fréquemment que les résultats des épreuves de validation soient incertains ou contestés ; dans ce cas, ils ne constituent que des signaux, parfois trop faibles pour déclencher l'intervention des concepteurs qui doivent par ailleurs faire face à un nombre considérable de problèmes ; ceux-ci hiérarchisent leur activité : ils ont tendance à traiter en priorité les problèmes qu'ils savent gérer en lais-

sant, au moins provisoirement, les points incertains, pour lesquels les risques ne sont pas sûrs ou qui ne s'expliquent pas simplement ;

- certains problèmes font intervenir des phénomènes aux chaînes de causalité complexes et placent les concepteurs aux limites de leurs savoirs, sans solution identifiée ; au final, la durée de latence qui s'écoule entre la date d'émission d'un signal faible et le moment de la prise en compte réelle du problème, peut parfois s'étendre sur plusieurs mois ; cette durée est d'après nous symptomatique d'un phénomène déjà mis en évidence : celui de l'évacuation collective des risques [Moisdon & Weil, 1992] ;

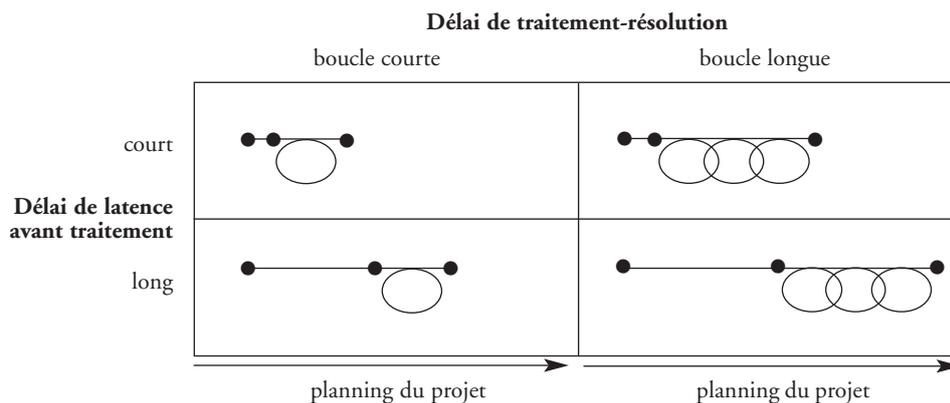
- une dernière variable renvoie donc à la durée de résolution des problèmes elle-même ; outre le temps qui s'écoule avant la prise en considération réelle du problème, la durée de traitement peut en effet s'avérer assez longue dans les cas les plus épineux, pour lesquels les savoir-faire sont limités ; on assiste alors à des essais multiples, par tâtonnements plus ou moins longs ; des boucles de conception / validation peuvent ainsi se succéder, pendant très longtemps, menaçant le respect du planning global du projet.

À partir du moment où les problèmes sont détectés, plusieurs configurations peuvent se présenter, que résume la figure suivante :

- la case 1 (délai de latence court et délai de traitement court) correspond à la configuration idéale et correspond, de fait, aux cas les plus fréquents d'ajustements mineurs ;

- la case 2 (délai de latence long et délai de traitement court) correspond à une configuration a priori incompréhensible : pourquoi certaines modifications interviennent-elles tardivement si le diagnostic est facile à opérer ? La réponse tient au fait que, dans un périmètre donné, compte tenu de l'évolution prévisible de l'environnement, certains concepteurs préfèrent attendre la fin du projet pour mettre en œuvre des « parades » connues sans avoir à modifier plusieurs fois une même pièce ou un même process de fabrication. L'acoustique peut fournir une bonne illustration de ce type de comportement. La performance acoustique d'un véhicule résulte, en effet, de l'interaction de phénomènes complexes qu'il est difficile de modéliser. Les résultats des simulations sont souvent contestables et rien ne garantit que les solutions préconisées par les experts acousticiens permettent de résoudre le problème. En revanche, les concepteurs connaissent souvent des « astuces » qui pourront être mises en œuvre facilement au dernier

TYPOLOGIE DES MODIFICATIONS



moment pour résoudre le problème (ajout de masselottes en fonte, insonorisants supplémentaires, etc.) ;

- la case 3 (délai de latence court et délai de traitement long) correspond aux problèmes rapidement détectés, mais dont la solution est délicate à mettre en œuvre ; typiquement, la mise au point des outillages entre dans cette catégorie puisqu'il s'agit d'une opération délicate et hautement empirique, dont les résultats sont difficiles à anticiper ;

- la case 4 (délai de latence long et délai de traitement long) correspond à des types de problèmes peu fréquents mais qui sont les plus dangereux pour le projet ; en effet, dès lors que le diagnostic ou la résolution d'un problème dure trop longtemps, le risque est grand que les délais du projet soient menacés. Ces problèmes sont d'autant plus aigus qu'il s'agit de pièces situées généralement sur le chemin critique des projets. Ces cas révèlent souvent un déficit d'expertise dans le diagnostic des problèmes complexes (multi-causalité) et pour leur trouver des solutions appropriées. En effet, la longueur du processus de résolution du problème signifie qu'il faut de nombreuses itérations, c'est-à-dire de nombreuses boucles de conception-validation avant d'aboutir à une solution répondant aux exigences du cahier des charges. La lenteur du diagnostic et du temps de résolution est alors le signe de problèmes complexes face auxquels l'expertise atteint ses limites. Ces cas correspondent souvent à des problèmes nouveaux pour les concepteurs soit que des innovations aient été intégrées, soit que le niveau de contraintes dans le périmètre considéré atteigne un niveau inconnu jusque-là (1).

Dans la suite de notre exposé, nous développerons maintenant en détail l'exemple des ouvrants sur la Laguna II, qui correspond à ce dernier cas de figure,

et ses difficultés de mise au point qui ont déclenché la décision de retarder le lancement du véhicule.

LE CAS DES OUVRANTS

Le contexte général du projet :
de la confiance à la crise

Durant toute la première phase de notre étude et pendant les neuf mois environ qui ont suivi le lancement des outillages, la bonne marche du projet satisfaisait aussi bien les membres de l'équipe projet que ceux des directions techniques. De l'avis de tous, la coopération entre les directions et entre les différents métiers s'était considérablement améliorée, l'enveloppe économique semblait contrôlée, les jalons étaient tenus et l'ensemble des indicateurs indiquait que la situation était globalement bien contrôlée.

En fait, ce n'est qu'au moment où ont été montés les prototypes issus des outillages définitifs, c'est-à-dire quelques mois avant la sortie du véhicule, que des dysfonctionnements et des ajustements imprévus ont été mis en évidence. Il est apparu alors que le niveau

(1) La traverse extrême avant que nous avons étudiée sur le projet Laguna II est un bon exemple de ce type de situation. Cette pièce, située derrière le pare-choc, joue un rôle clé pour absorber l'énergie en cas de choc violent où elle doit pouvoir se déformer. La pièce doit absorber l'énergie en se déformant lors des tests choc à grande vitesse (80 km/h). Mais de nouveaux tests contradictoires avec les premiers ont été introduits récemment dans les derniers projets de véhicule. Il s'agit, dans ce cas, non pas de sauver la vie des passagers mais de minimiser les coûts d'assurance lors de chocs à faible vitesse. Dans ce cas, la caisse ne doit pas se déformer lors de ces chocs à faible vitesse. L'obtention d'un compromis robuste entre ces deux contraintes antagonistes a nécessité dans le projet Laguna II plusieurs mois d'efforts et la mobilisation de ressources d'études et d'essais considérables avant d'aboutir à une solution satisfaisante.

de qualité du véhicule se situait nettement en deçà des objectifs et des performances atteintes par les projets précédents à ce même stade de développement. La direction de la qualité, chargée d'évaluer le véhicule, a alors déclenché un signal d'alerte : dans certains domaines et, notamment, dans le secteur des ouvrants, d'importants problèmes de mise au point géométrique étaient découverts.

Le processus de mise au point des outillages d'emboutissage est une opération délicate qui consiste à retoucher ces outillages afin de corriger les défauts de géométrie. C'est un processus empirique, sans visibilité, dont il est difficile de prévoir précisément la fin car chaque modification de l'outillage peut générer, à son tour, d'autres problèmes. Aussi a-t-il été considéré qu'un délai supplémentaire s'imposait pour résoudre les problèmes et mener à bien la mise au point des outils. La découverte tardive de ces problèmes a suscité la surprise de la direction générale et de nombreuses interrogations. En effet, la « sacralisation » des échéances est un élément essentiel de la mobilisation des acteurs dans les projets, et la décision de retarder la sortie officielle du projet est toujours considérée comme une mesure douloureuse, qui remet en cause les engagements pris.

La fin du développement, jusqu'aux derniers jalons d'accord de commercialisation, a ensuite été très agitée : certains points durs ont été très difficiles à résoudre, malgré la pression exercée par les responsables sur les concepteurs et malgré les moyens additionnels déployés. En définitive, les derniers jalons qualité ont été passés avec quelques mois de retard, mais il faut souligner que le niveau de prestation visé a finalement été atteint. La crise n'aura donc été que la conséquence des objectifs très ambitieux fixés au début du projet.

Le déroulement du processus de développement, tel que nous venons rapidement de l'exposer, soulève deux interrogations majeures : d'une part, comment peut-on expliquer les difficultés rencontrées au cours du projet ? D'autre part et surtout, comment se fait-il que, en dépit de la variété des systèmes d'informations et des indicateurs de pilotage, ces difficultés n'ont pu être anticipées et évitées ?

Un processus de développement mouvementé

L'analyse des modifications montre que, hormis un flot considérable de petites modifications à traiter, les

concepteurs se sont trouvés dans des configurations très hétérogènes. Les principales difficultés et problèmes non anticipés se sont surtout concentrés sur un petit nombre de points durs. Les ouvrants (portes latérales et porte de coffre) en font partie car ils ont posé des problèmes très complexes qu'il n'était pas possible d'anticiper avant la dernière vague de prototypes.

Si l'on essaie de reprendre l'enchaînement, on constate que, dès le départ, les ouvrants cumulaient un certain nombre de choix risqués. Les ouvrants font traditionnellement partie des points durs des projets de développement. En effet, ce sont des pièces de grande taille, au design complexe, et qui remplissent plusieurs fonctions dans le véhicule : ils doivent contribuer à l'étanchéité, à la sécurité de l'habitacle, mais ce sont aussi des pièces d'aspect dont la géométrie et la qualité perçue doivent être irréprochables. Ce sont donc des pièces dont l'emboutissage est très difficile à maîtriser.

Malgré cela, plusieurs choix de conception ont été faits dans ce projet, qui multipliaient les risques de développement : le design innovant des portes latérales et de la porte de coffre présentait des lignes particulièrement difficiles à mettre en forme ; de nouvelles nuances de tôle ont été sélectionnées, de nouvelles technologies d'emboutissage (rabouillage laser, trou pour trou) ont été retenues, et la réalisation des outils d'emboutissage a été confiée à un nouveau partenaire, qui n'avait jamais travaillé avec le constructeur mais à qui l'on confia d'emblée la conception et la réalisation d'outils particulièrement critiques pour le projet.

Les conditions initiales étaient donc relativement défavorables. Par la suite, le pilotage des fournisseurs a été très distant : considérant que les partenaires étaient entièrement responsables des résultats sur lesquels ils s'étaient engagés, les spécialistes des ouvrants, chez le constructeur, se sont surtout attachés à suivre l'évolution de leur travail au niveau économique et par rapport au planning. Les réserves qui avaient été formulées par certains experts en amont sur les nouvelles technologies n'ont, dans ces conditions, pas vraiment été prises en compte.

Ensuite, les validations physiques ont été repoussées à plusieurs reprises, du fait des évolutions continues des dessins de pièces. Quant aux validations numériques, elles mettaient bien en évidence des risques de déformation de la tôle des portes, mais elles étaient systématiquement contestées pour n'être pas exacte-

ment représentatives des conditions de fabrication réelles. Aussi les seuls prototypes vraiment représentatifs n'ont-ils été produits que très tardivement, lorsque les outillages définitifs l'ont permis. C'est à ce moment-là que le comportement imprévu de la tôle, avec les nouveaux procédés, s'est manifesté et le partenaire a dû reconnaître qu'il ne pourrait pas, dans les conditions qui lui étaient imparties, réaliser la mise au point tout en intégrant l'ensemble des modifications en attente.

La pression s'est donc considérablement accrue au cours des dernières étapes du projet, sans qu'aucune solution satisfaisante ne soit trouvée. Finalement, le projet a fait appel à une équipe spécialisée dans la mise au point et c'est le constructeur qui a dépêché chez le partenaire-outilleur des metteurs au point ayant une longue expérience de l'emboutissage. Eux seuls ont finalement été en mesure de proposer les ajustements nécessaires pour emboutir des pièces satisfaisantes.

Finalement, après de nombreux mois de tâtonnement qui ont conduit à casser les outils et à intégrer plusieurs centaines de modifications coûteuses, une solution robuste a pu être trouvée. Les ouvrants ont constitué le point le plus critique de ce projet de développement mais ce n'est pas un cas isolé. D'autres secteurs ont également révélé tardivement des surprises qui ont mobilisé d'importantes ressources d'ingénierie et nécessité de nombreuses modifications.

LES LEÇONS DU CAS : COMMENT ALLER VERS UNE ORGANISATION PLUS RÉFLEXIVE ?

Par rapport aux questions soulevées en introduction, ce cas permet de mettre en évidence les limites possibles des démarches les plus récentes. Nous pouvons résumer les principaux enseignements de ce cas en trois points.

Une série de choix stratégiques et d'organisation conduit à des configurations de départ mal contrôlées. Les problèmes révélés sur les ouvrants lors de la phase de la dernière vague de prototypes est donc le résultat d'une conjonction de différents facteurs. Elle ne met pas en cause la responsabilité d'un acteur particulier, mais pointe au contraire l'accumulation, dès le départ, de choix éminemment risqués et cependant mal articulés les uns aux autres. Un ensemble de conditions initiales allant des choix d'innovation au

choix des partenaires et au mode de pilotage, se sont ainsi combinées, rendant le processus de développement opaque et incapable d'absorber de nouveaux aléas. Ce qui est en cause, c'est donc avant tout la cohérence d'ensemble de la stratégie qui a mis en œuvre simultanément différentes démarches managériales tout en visant des objectifs a priori difficiles à concilier.

Prise isolément, la stratégie consistant à externaliser la conception des outillages a sa propre cohérence ; la stratégie des acheteurs qui visait à élargir le panel de leurs fournisseurs en a également une. De même l'introduction de nouvelles technologies est intéressante, tout comme le développement des outils de simulation est efficace par rapport aux prototypes physiques. En revanche, la mise en œuvre conjointe de ces différentes démarches se révèle très rapidement problématique car celles-ci ne sont pas sans impact les unes sur les autres. Il nous semble que ces effets combinés n'ont pas été anticipés, notamment parce que les différents choix ont été réalisés par différents acteurs de l'entreprise, à différents moments du déroulement du projet, sans interrogation sur la cohérence d'ensemble, à un moment ou à un autre.

Le manque d'anticipation doit être également mis en rapport avec les difficultés qu'ont eues les experts métiers à évaluer les risques associés aux choix de conception. La multiplication des tests et des jalons en tous genres ne suffit pas. Pour constituer des signaux d'alertes forts sur lesquels la hiérarchie puisse se mobiliser encore faut-il que les résultats de ces tests soient interprétés, mis en forme, triés et hiérarchisés par des experts. Or, cette capacité d'alerte et de diagnostic, qui est une partie essentielle de l'expertise d'ingénierie, a, comme nous l'avons vu, largement fait défaut. C'est à ce processus insidieux – car largement invisible – de dépérissement progressif de certains savoir-faire dont que nous allons nous intéresser à présent, en essayant d'en décortiquer les mécanismes.

La dynamique des compétences

■ *L'effet des choix structurels*

À cet égard, il semble que les effets sur les compétences des différents choix stratégiques opérés dans l'entreprise aient été jusqu'ici très largement sous-estimés. Or, comme nous avons pu le vérifier dans le domaine des ouvrants, certains savoir-faire – et

notamment ceux de process comme l'emboutissage – sont particulièrement fragiles. Ce sont des expertises difficiles à modéliser, qui résultent généralement de l'accumulation d'expériences variées [Bercot *et al.*, 1996].

Cette analyse renvoie à la thèse aujourd'hui largement partagée que les compétences ne constituent pas un stock mais qu'elles doivent être, en permanence, renouvelées et renforcées grâce à des dispositifs appropriés. Comme l'ont montré certains auteurs, la dynamique de l'expertise résulte moins d'un processus d'apprentissage individuel que d'un processus d'apprentissage collectif, à travers des interactions permanentes entre experts autour de problèmes concrets [Hatchuel & Weil, 1992].

Les effets des réorganisations opérées chez Renault sur la dynamique des compétences n'ont probablement pas été évalués à leur juste mesure. Ainsi, dans l'entreprise étudiée, comme chez plusieurs constructeurs américains [Sobek *et al.*, 1998], les experts de différents métiers ont été regroupés par périmètre technique afin de favoriser la communication entre les experts et de permettre la prise en compte des contraintes variées. Ce processus d'intégration partait de l'idée que l'obstacle principal à l'amélioration des performances résidait d'abord dans un déficit de coopération inter-métiers.

Or, il faut considérer que tout découpage structurel a des effets ambivalents sur la dynamique des compétences. D'un côté, l'intégration des métiers permet certes de renforcer leur coopération, grâce au rapprochement physique de différents acteurs suscitant de nouveaux apprentissages collectifs. Mais, dans le même temps, en dispersant les acteurs d'un même métier entre différentes unités, elle limite les possibilités d'apprentissage au sein de ce métier.

Comme le montrent Sobek, Liker et Ward, le succès d'une entreprise comme Toyota tient notamment au fait que, contrairement aux autres, Toyota a maintenu des structures par métier fortes, où les responsables hiérarchiques, qui sont aussi de véritables experts, continuent à jouer un rôle central dans l'orientation de leurs équipes, dans l'affectation des individus aux différents projets et dans la négociation des cahiers des charges initiaux des pièces à fabriquer [Sobek *et al.*, 1998].

■ *L'externalisation*

Parallèlement, le recours de plus en plus important à des partenaires extérieurs pour les activités de conception a également des effets à long terme sur la dyna-

mique de l'expertise. En effet, dès lors que l'expérimentation est transférée chez les partenaires et que les techniciens expérimentés ont davantage un rôle de suivi économique et gestionnaire que technique, les risques de déperdition des savoir-faire techniques sont grands. C'est ce processus insidieux qui s'est, selon nous, produit dans le cas des ouvriers résultant d'abord de l'incapacité à évaluer les risques de l'innovation, en amont, puis de l'incapacité à maîtriser le processus d'innovation, par la suite.

Les besoins d'apprentissage collectif sont d'autant plus importants dans un contexte d'innovation. Sur de nouvelles technologies par exemple, les validations en amont restent partielles et les simulations ne peuvent être tout à fait fiables, dans la mesure où l'on ne simule que ce que l'on connaît déjà. Il s'agit alors de les enrichir en fonction des résultats concrets du développement. Or là encore, l'externalisation, en introduisant une coupure entre les experts de l'amont qui évaluent chez le constructeur la faisabilité du projet et le fournisseur qui réalise la conception détaillée des pièces, peut s'avérer dommageable pour ces apprentissages.

D'une logique des engagements
à une logique d'apprentissage ?

■ *Les limites de la logique des engagements*

Forte des succès obtenus dans le passé grâce à la gestion de projet, l'entreprise a encouragé et étendu un modèle de management fondé sur les engagements et les incitations, dont l'esprit de « commando » et la quête du dépassement permanent constituent les deux piliers. Ce modèle a incontestablement des vertus dans les grandes entreprises fonctionnelles. Il a donné des résultats spectaculaires chez Renault, où la mise en œuvre de la gestion par projet et des processus de contractualisation interne ont permis de mieux canaliser les énergies sur l'atteinte des cibles, tout en favorisant une plus grande singularité des produits. Toutefois, ce modèle est d'autant plus efficace que l'on se situe dans un cadre stable où le rythme d'innovation est faible. En revanche, il ne suffit plus, dès lors qu'il s'agit de gérer des risques nombreux et inattendus liés à l'innovation.

Autrement dit, que ce soit vis-à-vis des acteurs internes ou des partenaires externes, les responsables ont, dans cette perspective, d'abord recours à la pression et aux incitations lorsqu'il s'agit de régler un pro-

blème ; ce qui en l'occurrence est de peu d'effet si les connaissances nécessaires ne sont pas réunies. Ainsi, dans le cas des ouvriers, malgré les pressions très fortes exercées sur les partenaires et les experts de l'entreprise, les résultats ont été peu probants, faute des savoirs nécessaires.

■ *Les ambiguïtés des validations dans un contexte d'innovation*

Selon les prévisions les plus optimistes, la diffusion des outils numériques de simulation et des outils de maquettage numérique aurait dû permettre de remplacer les outils physiques de validation et favoriser une résolution précoce des problèmes. La réalité a montré les limites de cette prédiction. Pour prendre le cas des ouvriers, ces outils n'ont pas permis d'anticiper certains problèmes qui ne s'étaient jamais produits auparavant et qui, de ce fait, ne pouvaient être introduits dans les modèles.

Dans d'autres cas, les résultats de ces calculs ou simulations ont fait l'objet, de la part des concepteurs, de contestations sur la représentativité du test ou sur son interprétation, conduisant à évacuer les risques mis en évidence (2).

Ainsi, s'interroger sur la nature des problèmes conduit à remettre en cause en partie les démarches précédentes fondées sur l'engagement des concepteurs sur des résultats et sur le contrôle de ces résultats. Ces démarches font en effet passer au second plan les savoirs, leurs lacunes et leur processus de développement, de telle sorte que les organisations ne s'aperçoivent de ces lacunes qu'a posteriori, lorsque les experts se sont révélés incapables de résoudre un problème. Au contraire, il s'agit, selon nous, de considérer les épreuves de validation, avant tout, comme des vecteurs d'apprentissage qui doivent permettre d'identifier des zones à risque et de guider les investigations des concepteurs.

■ *Le retour d'expérience et la capitalisation*

Cette perspective sur les modes de validation a des conséquences importantes. Ainsi, la production de l'expertise est indissociable de l'analyse du déroulement des projets et des difficultés qu'ils rencontrent. De ce point de vue, les pratiques de retour d'expérience actuelles sont relativement pauvres. En effet, les dispositifs de retour d'expérience, de type post-

mortem, ne consistent le plus souvent qu'à reconstituer un discours à partir d'enquêtes, qui sert, au mieux à dérouler une *success story*, au pire à dégager les responsabilités face aux problèmes rencontrés.

Pour qu'il soit efficace, un retour d'expérience doit au contraire susciter une interrogation active des acteurs sur leur mode de conception et de validation.

À cet égard, l'analyse critique des dispositifs de validation tout au long du projet, en identifiant les problèmes qui n'ont pas été détectés suffisamment tôt dans le processus de développement, pourrait, à notre avis, constituer une base pour un retour d'expérience fécond. En visant la remise à plat du processus de validation défaillant, il s'agit de promouvoir des débats contradictoires, de comprendre les causes des problèmes et d'identifier des pistes d'action partagées collectivement.

■ *La préparation de l'innovation*

L'une des ambitions clairement affichées par Renault est d'accélérer le rythme d'introduction de nouvelles innovations produit et techniques. En matière de produit, le projet Laguna II est une réussite (voiture sans clé...).

La stratégie mise en place à la DICAP pour multiplier les innovations dans les projets a consisté, en particulier, à scinder le développement, en amont, de nouvelles solutions techniques (DIMCAP) du développement des projets. L'idée sous-jacente est de préparer l'innovation, c'est-à-dire de tester des solutions, en dehors du cycle extrêmement contraint de développement des projets et de transférer ensuite des solutions dûment validées dans l'ensemble des programmes. Ce concept d'innovation « sur étagère » reste cependant discutable dans le domaine des process.

Par exemple, la technologie du rabotage au laser consiste à souder deux tôles de différentes épaisseurs avant l'emboutissage. Elle permet de moduler l'épaisseur de la tôle en fonction des besoins et ainsi, de diminuer le poids de tôle et d'éviter l'ajout de renforts locaux. Cette technologie a été étudiée en amont par les experts de la DIMCAP pour être introduite sur les ouvriers latéraux. Plusieurs portes ont même été réalisées sur des véhicules anciens et testées aux cribles des différents cahiers des charges. Malgré certaines difficultés de faisabilité mises en évidence, les tests ont conclu que le rabotage pouvait être utilisé sur le programme M2S.

Le déroulement du projet montre que dans les conditions réelles de production, avec les nouveaux matériaux et les objectifs requis, le comportement d'une

(2) Phénomène mis en évidence par Diane Vaughan dans son analyse de la décision de lancement de la navette Challenger où elle montre comment s'est opéré un processus de « normalisation des risques » dans lequel les « signaux » envoyés par les tests ou par certains experts ont été systématiquement minimisés [Vaughan, 1997].

tôle raboutée est toutefois nettement plus complexe que ce que les pré-validations avaient montré dans des conditions expérimentales particulières. Des phénomènes de détente et de plis de la tôle lors de l'emboutissage ont en particulier gravement gêné le développement des portes de la Laguna II.

En fait, le cas des ouvrants montre à quel point le transfert de technologie et de connaissance est un concept problématique : si une technologie nouvelle est testée sur d'autres projets ou dans d'autres conditions, des problèmes d'interaction peuvent survenir de manière imprévue, là où précisément aucun test n'avait été prévu. Comme il est, a priori, impossible de tester toutes les interactions potentielles et que, dans un environnement aussi complexe que l'automobile, les compromis sont toujours extrêmement serrés, l'idée de solutions préalablement validées « sur étagère » reste peu pertinente.

En revanche, la capitalisation peut porter, non pas sur des solutions entièrement validées, mais sur ce que B. Weil appelle des « demi-technologies » [Weil, 1999], c'est-à-dire des technologies dont certains paramètres restent à déterminer et à valider dans les conditions singulières de chaque projet.

LES ACTIONS ENGAGÉES PAR RENAULT

Depuis de nombreuses années, Renault cultive l'image d'un constructeur innovant, inventant de nouveaux concepts (les « voitures à vivre », les monospaces : Espace, Scénic, Twingo, etc.). La Laguna II s'inscrit dans cette perspective avec différents concepts introduits : la voiture sans clé, le contrôle dynamique de conduite (ESP, ESR), la surveillance de la pression des pneus, etc. À ces innovations produits – visibles par le client – l'entreprise a ajouté des innovations de process dont nous venons de voir à quel point la maîtrise pouvait être problématique. Parallèlement, le raccourcissement des délais de développement et la diminution des coûts de revient de production ont placé les concepteurs et les sous-traitants sous une pression considérable.

Dans un tel contexte de prise de risques, les difficultés constatées n'ont rien d'étonnant. Après un moment de surprise, les managers de l'entreprise en ont convenu et ont cherché à tirer toutes les leçons des problèmes rencontrés. Les principaux points que nous avons mentionnés font l'objet de réflexions et de réformes importantes. En matière de partenariat,

la sélection de partenaires plus fiables dans des contextes d'innovation semble acquise. La gestion des compétences techniques a également été identifiée comme un point à améliorer.

Des groupes de réflexion visant à mieux définir et structurer des trajectoires professionnelles sont en cours d'élaboration. À la DICAP, la séparation des activités amont (chargées de préparer l'innovation) et aval (chargées du développement), qui avait été conduite avec la participation active d'un cabinet conseil, a finalement été abandonnée deux ans à peine après sa mise en place, les effets ayant été jugés plus pervers que bénéfiques. Enfin, l'attention portée à l'analyse des problèmes concrets comme signaux pré-curseurs, semble désormais davantage prise en compte qu'auparavant.

En s'orientant dans ces voies, l'entreprise témoigne d'une forte capacité d'interrogation et de remise en cause qui en fait une entreprise réflexive et capable d'apprendre rapidement. C'est sur cette capacité réflexive que nous voudrions maintenant conclure.

CONCLUSION

Le cas que nous venons d'étudier permet d'illustrer ce que B. Weil et A. Hatchuel ont qualifié de « crises cachées » de la conception.

En effet, la conception a ceci de particulier qu'il s'agit d'un processus largement abstrait où les limites que rencontrent les métiers et les projets peuvent être masquées par la mobilisation de ressources excédentaires et par la pression. Dans l'exemple étudié, les défaillances de l'expertise ou du partenariat ne sont apparues en plein jour que parce que certains problèmes n'ont pu être résolus, conduisant à décaler la sortie du véhicule.

Loin d'être un cas isolé, l'exemple du projet Laguna II nous semble porteur d'enseignements importants sur la façon dont les entreprises mettent en œuvre les démarches managériales les plus récentes et sur la façon dont on peut étudier, sur un plan méthodologique, le développement de produit.

Tout d'abord, constatons qu'il ne s'agit pas de faire ici le procès d'une démarche gestionnaire. Le partenariat, le management multi-projet ne sont pas en soi de bonnes ou de mauvaises démarches car leur efficacité va dépendre de leur combinaison avec d'autres démarches, du contexte dans lesquelles elles sont mises en œuvre, du niveau des cibles ou du niveau

Il s'agit de considérer les épreuves de validation avant tout comme des vecteurs d'apprentissage, qui doivent permettre d'identifier des zones à risque et de guider l'exploration des concepteurs.

d'innovation par exemple. Ce qui est en cause ici est l'activité stratégique qui consiste à articuler, adapter et transformer différentes démarches, dans un contexte particulier, par rapport à des cibles stratégiques et en fonction de compétences distribuées – activité beaucoup plus conflictuelle que ce que le discours managérial laisse entendre [à ce sujet, voir Einsenhart *et al.*, 1997]. Dans cette perspective, l'exemple montre bien que le modèle d'organisation universel exempt d'effets induits n'existe pas.

Dès lors que l'on considère que toute décision stratégique et d'organisation a des effets potentiels sur les dynamiques d'apprentissage collectifs, les dirigeants d'entreprise ne peuvent faire l'économie d'une réflexion sur l'action collective, articulée et dynamique, et attentive aux problèmes rencontrés sur le terrain. Nous proposons d'appeler *réflexivité* cette capacité d'articuler une réflexion stratégique d'ensemble à une compréhension fine des problèmes rencontrés et d'ajuster en conséquence les démarches et les cibles visées. Sobek, Liker et Ward [1998] ont montré comment Toyota a pu développer une telle

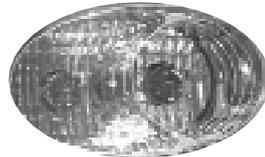
capacité réflexive en portant en renforçant l'encadrement intermédiaires qui est précisément chargé de faire le lien entre les problèmes techniques et les décisions stratégiques plus globales. Ce diagnostic semble aujourd'hui assez largement partagé chez Renault qui a engagé différentes actions pour développer cette capacité d'analyse.

Sur un plan plus méthodologique, il s'agit également de sortir d'une vision où les théories managériales se confondent avec les stratégies d'entreprise et les pratiques, c'est-à-dire où il n'est plus possible de séparer le récit du chercheur de la décision du stratège et de l'action des ingénieurs. La gestion de projet dans l'entreprise étudiée n'est ni la même que celle mise en place au début des années 90, ni la même que celle mise en œuvre par Toyota.

Historiquement, des différences sont repérables entre ces trois niveaux (théories, stratégies et pratiques) ; et pour comprendre d'où viennent les difficultés rencontrées, quelles en sont les causes, il s'agit justement de repérer les écarts entre ces trois niveaux et les efforts pour les réduire au cours du processus. En

d'autres termes, il n'y aurait pas, d'un côté, des entreprises qui réussissent, au sein desquelles les stratégies sont mises en œuvre avec succès et, de l'autre, des entreprises où elles échoueraient, mais plutôt des processus de convergence plus ou moins longs qui permettent de repérer la plus ou moins grande réflexivité

de l'entreprise. De ce point de vue, au-delà des difficultés qui ont pu survenir, on ne peut qu'être frappé par la réactivité et la capacité d'interrogation de Renault, dont l'un des signes les probants est la présence de chercheurs dotés d'une capacité d'investigation élargie. ■



© Didier Maillac-REA

BIBLIOGRAPHIE

- BERCOT, R., de CONINCK, F., et VALEYRE, A. [1996], « Les techniciens d'emboutissage, dynamiques d'apprentissage et changements organisationnels », *Formation Emploi*, 56, 3-19.
- CAPUL, J.Y. [2000], « Les enjeux économiques de l'ingénierie concourante », *Revue Française de Gestion*, Mars-Avril-Mai, pp. 28-43.
- CLARK, K. B. et FUJIMOTO, T. [1991], *Product Development Performance ; strategy, organization, and management in the world auto industry*, Harvard Business School Press.
- CLARK, K. B. et WHEELWRIGHT, S. C. [1992], « Organizing and leading, "Heavyweight" development teams », *California Management Review*, Spring.
- CUSUMANO, M. et NOBEOKA, K. [1998], *Thinking beyond lean, how multiproject management is transforming product development at Toyota and other companies*, The Free Press.
- EISENHARDT, K., M., KAHWAJY, J. L. et BOURGEOIS, L. J. (1997), « Conflicts on strategic choices : how top management teams disagree. », *California Management Review*, 39, n°2.
- FUJIMOTO, T. et THOMKE, S. [2000], « The effect of "Front-loading" problem solving on product development performance », *The Journal of Product Innovation Management*, 17, 128-142.
- GAREL, G. (1994), « Réduction du temps de conception, concourance et savoirs professionnels : le cas de l'emboutissage dans les projets automobiles », Thèse de l'École Polytechnique.
- GAREL, G. et MIDLER, C. [1998], « An analysis of co-development performance in automotive development processes : a case study testing a win-win hypothesis », *5th ELASM International Product Development Conference*, Italy.
- HATCHUEL et WEIL, Th. [1992] *L'expert et le système*, Economica.
- MIDLER, C. [1993] *L'auto qui n'existait pas, management des projets et transformation de l'entreprise*, InterEditions, Paris.
- MIDLER, C., GAREL, G. et KESSELER, A. [1997], « Le co-développement : définition, enjeux et problèmes. Le cas de l'industrie automobile », *Éducation permanente*, n°131, p. 95.
- MOISDON, J.-C. et WEIL, B. [1992], « L'invention d'une voiture : un exercice de relations sociales », *Gérer et Comprendre*, Septembre - Décembre.
- NAKHLA, M. et SARDAS, J.-C. (Eds.) [1999], *Intégration produit-process dans les projets : de l'ingénierie concourante à l'ingénierie intégrée. Le cas des Unités de conception plurimétiers*, Renault.
- NAKHLA, M. et SOLER, L.-G. [1996], « Pilotage de projet et contrats internes », *Revue Française de Gestion*, Septembre-Octobre, pp. 17-29.
- SOBEK, D., LIKER, J. K. et WARD, A. C. [1998], « Another look at how Toyota integrates product development », *Harvard Business Review*, July-August.
- VAUGHAN, D. [1997], « The Trickle-Down Effect : policy decisions, risky work, and the Challenger tragedy », *California Management Review*, 39, n°2, winter.
- WEIL, B. [1999], « Conception collective, coordination et savoirs, les rationalisations de la conception automobile. », *Thèse de l'École Nationale des Mines de Paris*.
- WOMACK, J., JONES, D. T. & ROSS, D. [1990], *The Machine That Changed the World*, Rawson Associates, New-York.