

# COMMENT CONCILIER INNOVATION ET REDUCTION DES DELAIS ?

## Quelques leçons tirées du développement de la Laguna II<sup>1</sup>

Par Franck AGGERI et Blanche SEGRESTIN, CGS, Ecole des Mines de Paris

Séminaire "Gestion des ressources technologiques et de l'innovation", 16 janvier 2002

### I. Introduction

A l'instar de plusieurs de ses concurrents, Renault s'est récemment lancé dans des programmes de développement conçus à partir d'une même plate-forme technique. Sur le programme le plus récent (M2S), l'entreprise vise 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 sortira prochainement le futur véhicule haut de gamme (Vel Satis) puis, en 2002, le nouvel Espace.

Pour ce programme, l'ensemble de l'entreprise 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 engagées auparavant, à l'instar des constructeurs japonais (Womack et al., 1990, Clark and Fujimoto, 1991) mais dont il s'agissait 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 and Wheelwright, 1992), réduction du nombre de vagues de prototypes et développement simultané des outils de simulation. La stratégie de plate-forme commune pour 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 un manque de capitalisation entre les projets (Cusumano and 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 18 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

---

<sup>1</sup> 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 suivi les développements, ainsi que nos collègues Jean-Claude Sardas et Michel Nakhla avec qui nous avons régulièrement échangé.

choc, endurance, fiabilité, géométrie, aspect) ou de design, mais également à la nature fortement empirique des savoirs mobilisés. Pour atteindre des cibles particulièrement ambitieuses, 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, découpés à leur tour selon trois périmètres techniques (ouvrants, soubassement, 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 and 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 and Sardas, 1999). Pour le programme M2S, la DICAP a aussi 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 réservé par la presse spécialisée a été très favorable. Le démarrage commercial est à la hauteur des ambitieux 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. A 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 et 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 pour identifier les risques liés à l'innovation.

Ces difficultés ne sont pas vraiment surprenantes compte tenu des ambitions affichées, et donc des risques qui en découlent. Dans ce contexte, l'une des forces de l'entreprise est sa capacité à se remettre en cause en tirant 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'actions 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.

Le plan de la présentation s'organisera comme suit. Dans un premier temps, nous montrerons l'intérêt d'un détour par les problèmes de conception en indiquant les enjeux associés 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. Dans un quatrième temps, nous évoquerons le diagnostic effectué par le management de l'entreprise et les actions engagées en conséquence.

## **I. Le détour par l'étude des modifications de conception: enjeux et cadre méthodologique**

### **1) L'intérêt de l'étude des modifications de conception**

Le niveau d'optimisation qu'exige 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 and Weil, 1992). Pendant tout le développement, 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. Plus la découverte et la résolution des problèmes sont tardives, plus le coût de leur résolution et 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 à partir du 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 l'apparition tardive de problèmes de conception (Midler, 1993, Clark and Fujimoto, 1991), (Nakhla and Sardas, 1999) ;
- 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 and 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 dans la mesure où le coût des modifications est 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 and Soler, 1996).
- La démarche multi-projet peut être également analysée 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 attendre les prototypes physiques avant de pouvoir porter un jugement sur la conception.

Toutefois, la prétendue efficacité de ces différentes démarches est sujette à caution. D'une part, les résultats affichés dans la littérature en management partent d'enquêtes empiriques ponctuelles où 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.

## **I.2. 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 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 pendant le 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 ou une défaillance des expertises.

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 un objectif prioritaire des constructeurs. 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 ?

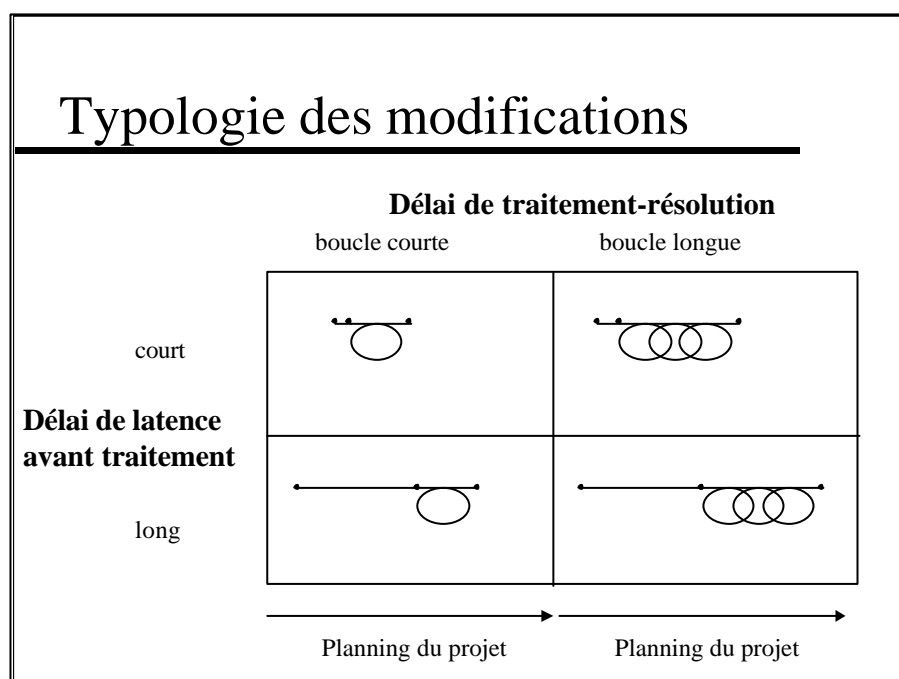
Contrairement à ce que l'intuition pourrait suggérer, le nombre ou le coût de traitement ne constituent pas nécessairement des critères pertinents de hiérarchisation. En effet, la grande majorité des modifications sont des problèmes simples (déplacement ou élargissement d'un trou, agrafe supplémentaire, 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 le celle-ci est simple à réaliser et ne présente aucun risque pour le planning ou la qualité du projet.

On peut mieux comprendre les enjeux liés au traitement des modifications en considérant le schéma suivant dans lequel trois variables sont considérées :

- en premier lieu, on prend en compte 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 laissant, 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 réelle prise en compte 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 elle-même des problèmes. Outre le temps qui s'écoule avant la réelle prise en considération 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 planning global du projet.

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



- 1- 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.
- 2- 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 moment pour résoudre le problème (ajout de masses lottes en fonte, insonorisants supplémentaires, etc.).
- 3- 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 rentre dans cette catégorie puisqu'il s'agit d'une opération délicate et hautement empirique, dont les résultats sont difficiles à anticiper.
- 4- 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 s'il s'agit de pièces situées généralement sur le chemin critique des projets. Ces cas révèlent souvent un déficit d'expertise pour diagnostiquer des problèmes complexes (multi-causalité) et pour 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 où 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<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> 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.

Dans la suite de la présentation, nous allons nous développer en détail l'exemple du développement des ouvrants sur la Laguna II qui correspond à ce dernier cas de figure, dont les difficultés de mise au point ont déclenché la décision de retarder le lancement du véhicule.

### **III. 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 de qualité du véhicule se situait nettement en retrait par rapport aux objectifs et par comparaison avec les projets précédents à ce stade de développement. La direction de la qualité, chargée d'évaluer le véhicule, a alors déclenché un signal d'alerte : sur quelques domaines particuliers, 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 pour 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 réaliser la mise au point des outils. Cette découverte tardive des problèmes a suscité la surprise et de nombreuses interrogations de la direction générale. 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 action douloureuse, qui discrédite 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 vis-à-vis des concepteurs et malgré des 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 relative aux objectifs très ambitieux qui avaient été 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, malgré 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'a pas été 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, qui ont un 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 qui 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 sur le 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 (raboutage 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 confiait 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 suivies.

Ensuite, les validations physiques ont été à plusieurs reprises repoussées, 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 sur les portes, mais elles étaient systématiquement contestées pour n'être pas exactement 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 ouvriers 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 des surprises tardivement qui ont mobilisé d'importantes ressources d'ingénierie et nécessité de nombreuses modifications.

#### **IV- 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 :

##### **1- Une série de choix stratégiques et d'organisation conduisant à des configurations de départ mal contrôlées**

Les problèmes révélés sur les ouvriers 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 simultanément mis en œuvre différentes démarches managériales tout en visant des objectifs *a priori* difficiles à concilier.

Prises isolément, la stratégie qui consiste à externaliser la conception des outillages a sa propre cohérence, la stratégie des acheteurs qui visait à élargir le panel de leurs fournisseurs l'a également, de même que l'introduction de nouvelles technologies est intéressante ou que 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 conséquences 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 qu'il y ait une 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 étudier à présent en essayant d'en décortiquer les mécanismes.

##### **2- La dynamique des compétences**

###### ***a- l'effet des choix structurels***

A cet égard, il semble que les effets sur les compétences des différents choix stratégiques conduits 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 and 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 pour favoriser la communication entre les experts et 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 dans 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 métiers 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 dans les projets et dans la négociation des cahiers des charges initiaux des pièces à fabriquer (Sobek et al., 1998).

### ***b- 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 dynamique 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 ouvrants résultant d'abord dans l'incapacité à évaluer les risques de l'innovation en amont, puis dans l'incapacité de maîtriser le processus d'innovation par la suite.

Les besoins d'apprentissage collectifs 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.

### **3- D'une logique des engagements à une logique d'apprentissage ?**

#### **Les limites de la logique des engagements**

Fortes 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 problème ; ce qui en l'occurrence est de peu d'effets 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 contestations par les concepteurs sur la représentativité du test, ou sur son interprétation, conduisant à évacuer les risques mis en évidence<sup>3</sup>.

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 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 l'exploration des concepteurs.

#### **Le retour d'expérience et la capitalisation**

---

<sup>3</sup> 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).

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. A 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 d'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 collectivement partagées.

### **La préparation de l'innovation**

L'une des ambitions clairement affichée 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 en particulier consisté 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 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 raboutage 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 ouvrants 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 raboutage 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 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 a priori il est impossible, d'envisager de tester toutes les interactions potentielles, et que les compromis sont toujours extrêmement serrés dans un environnement aussi complexe que l'automobile, l'idée de solutions préalablement validées, "sur étagère", reste peu pertinent.

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.

## **V- 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. A 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. Le domaine de la gestion des compétences techniques a également été identifié comme un point à améliorer. Des groupes de réflexion visant à mieux définir et structurer des trajectoires professionnelles sont en cours d'élaboration. A la DICAP, la séparation des activités amont (chargées de préparer l'innovation) et aval (chargés 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 précurseurs, 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.

## **VI- 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 cela 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.

- 1- 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 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 Eindhoven et al., 1997). Dans cette perspective, l'exemple montre bien que le modèle d'organisation universel qui n'aurait pas d'effets induits n'existe pas.
- 2- Dès lors que l'on considère que toute décision stratégique et d'organisation a des effets potentiels sur les dynamiques d'apprentissage collectifs, alors les dirigeants d'entreprise ne peuvent faire l'économie d'une réflexion articulée et dynamique de l'action collective, attentive aux problèmes rencontrés sur le terrain. Nous proposons d'appeler 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, réflexivité. Sobek, Liker et Ward ont montré comment Toyota a pu développer une telle capacité réflexive en portant en renforçant les échelons d'encadrement intermédiaires capables qui sont capables 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.
- 3- 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 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, où les stratégies sont mises en œuvre avec succès et d'autres 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 là, 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.

## Bibliographie

- Bercot, R., de Coninck, F., and Valeyre, A. (1996), "Les techniciens d'emboutissage, dynamiques d'apprentissage et changements organisationnels", *Formation Emploi*, 56, 3-19.
- Clark, K. B. and Fujimoto, T. (1991) *Product Development Performance ; strategy, organization, and management in the world auto industry*, Harvard Business School Press.
- Clark, K. B. and Wheelwright, S. C. (1992), "Organizing and leading, "Heavyweight" development teams", *California management Review*, Spring.
- Cusumano, M. and 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. and Bourgeois, L. J. (1997), "Conflicts on strategic choices : how top management teams disagree.", *California Management Review*, 39, n°2.
- Fujimoto, T. and 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. and Midler, C. (1998), "An analysis of co-development performance in automotive development processes : a case study testing a win-win hypothesis", 5th EIASM International Product Development Conference, Italy.
- Hatchuel and Weil (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. and Kessler, A. (1997), "Le co-développement : définition, enjeux et problèmes. Le cas de l'industrie automobile", *Education permanente*, n°131, p. 95.
- Moisdon, J.-C. and Weil, B. (1992), "L'invention d'une voiture : un exercice de relations sociales", *Gérer et Comprendre*, Septembre - Décembre.
- Nakhla, M. and 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. and Soler, L.-G. (1996), "Pilotage de projet et contrats internes", *Revue Française de Gestion*, , Septembre-Octobre, pp. 17-29.
- Sobek, D., Liker, J. K. and 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'Ecole Nationale des Mines de Paris ).
- Womack, J., Jones, D. T. and Ross, D. (1990) *The Machine That Changed the World*, Rawson Associates, New-York.