

## METHODE D'ANALYSE DES EFFETS DE L'INTRODUCTION D'UNE INNOVATION

Frédéric Tomala\*, Olivier Sénéchal\*

---

Résumé – L'innovation est une solution à la situation de concurrence soutenue car elle est susceptible d'apporter aux entreprises des avantages concurrentiels en termes de coût, d'image, de valeur... Mais les conséquences des décisions prises lors de la conception de nouveaux produits sont importantes et peuvent être désastreuses si le nouveau système n'est pas reconnu par le marché comme une innovation. Par conséquent, les concepteurs doivent s'appuyer sur des méthodes adaptées à la maîtrise des risques inhérents à la mise sur le marché de produits nouveaux. C'est pour cette raison que nous proposons une méthode d'Analyse des Effets de l'Introduction d'une Innovation (AEII).

Mots-clés : Innovation, conception, cycle de vie, acteurs, coût, valeur, indicateurs de performance, risques, connaissances.

### 1. Introduction

De nos jours, une entreprise doit, pour rester compétitive, améliorer sans cesse ses produits, limiter les risques d'erreurs lors de la conception, et augmenter les chances de succès d'une innovation et les services associés. Elle doit également réduire son temps de réaction, afin de pouvoir mettre en place au plus vite un nouveau produit sur le marché. Concevoir et lancer un produit nouveau sur le marché, c'est prendre un risque important. Il existe en effet une forte incertitude sur les attentes du marché, sur la réactivité des concurrent... Une erreur de conception peut être lourde de conséquences pour l'entreprise si le produit proposé ne correspond pas aux attentes des clients. Par conséquent, les concepteurs doivent s'appuyer sur des méthodes adaptées à la maîtrise des risques inhérents à la mise sur le marché de produits

nouveaux. C'est dans cette optique que nous proposons une méthode d'Analyse des Effets de l'Introduction d'une Innovation (AEII). Il s'agit de donner aux concepteurs des moyens permettant d'analyser les effets de l'introduction d'une innovation sur l'ensemble de son cycle de vie, d'estimer l'importance des effets et la confiance qu'on puisse avoir dans ces estimations. Cela, de manière à obtenir des informations permettant de prendre de meilleures décisions quant aux multiples choix qui se présentent en conception.

Dans cet article, nous définissons tout d'abord notre cadre d'étude et les concepts étudiés (cycle de vie, coût, valeur, acteurs) puis nous présentons nos propositions concernant l'estimation des impacts d'une innovation sur un environnement existant. Nous présentons ensuite une étude de terrain portant sur des pratiques industrielles d'intégration d'une innovation, cette étude étant à l'origine de nos travaux de recherche. Enfin, nous terminons par la présentation de notre méthode d'Analyse des Effets de l'Introduction d'une Innovation (AEII), illustrée par un exemple.

## 2. L'objectif de la proposition

Le problème est ici de connaître, ou tout au moins d'estimer, les conséquences de l'introduction d'une innovation (en termes de coût et de valeur), sur le produit, l'entreprise, les fournisseurs, les partenaires, les exploitants, la société, les recycleurs, et sur toute la logistique associée à ces entités, au plus tôt, c'est-à-dire lors de la phase de conception. La connaissance de ces conséquences sur le coût et la valeur pour chacun des acteurs du cycle de vie du produit permettra de prendre de meilleures décisions quant aux multiples choix en conception.

Avant de détailler cette proposition, nous définissons les quelques concepts fondamentaux sur lesquels elle est basée.

## 3. Cycle de vie et coût global

Le coût global est défini par la norme NF X 50-150 comme « la somme des dépenses sur l'ensemble de la vie d'un produit pour un usage donné » [NFX 85] ; on le nomme aussi coût de cycle de vie. L'expression « cycle de vie du produit » exprime l'idée qu'un produit se trouve dans différentes phases, sous différentes formes tout au long de sa vie. Les différentes phases du cycle de vie du produit sont [PET 91] : l'avant-projet, le marketing, la conception, la production, la commercialisation, l'utilisation, le recyclage.

Dans le domaine automobile, quelques éléments du coût d'utilisation comme la consommation ou la prime d'assurance sont retenus dans les choix de conception, mais le coût d'utilisation et le coût de recyclage ne sont pas des informations clés pour les concepteurs. Les décisions sont prises en comparant un coût et une recette. Actuellement, le coût retenu pour ces

---

\* Laboratoire d'Automatique, de Mécanique et d'Informatique Industrielles et Humaines (LAMIH) Équipe Systèmes de Production (SP) Université de Valenciennes Le Mont Houy 59313 VALENCIENNES cedex 9 France {ftomala, [Olivier.Senechal@univ-valenciennes.fr](mailto:Olivier.Senechal@univ-valenciennes.fr)}

arbitrages se limite au prix de revient de fabrication, mais rien n'indique que le coût global de la solution retenue permettra toujours d'assurer la rentabilité du véhicule sur l'ensemble de son cycle de vie. La prise en compte du coût d'utilisation au moment de la conception du véhicule devient urgente. En effet, le coût d'usage d'une voiture est maintenant un critère d'achat pour le consommateur. La presse automobile consacre régulièrement des dossiers à des comparaisons de coût d'usage entre les modèles. Ainsi, une économie sur le coût d'utilisation peut être valorisée comme une prestation offerte au client. Dans le même ordre d'idées, la valeur de revente des véhicules d'occasion est aussi un élément perçu par le client (il est prêt à payer plus cher un véhicule qu'il pourra revendre à un bon prix). Par ailleurs, la prise en compte des contraintes de l'après-vente oriente les réflexions vers le coût d'utilisation et son impact sur la conception. Par exemple, réduire le coût des réparations suppose qu'on utilise de nouveaux matériaux ou encore que l'on conçoive le montage des éléments du moteur de façon à ce que les pièces à réparer soient facilement accessibles (critère de maintenabilité). La prime d'assurance est un poste important du coût d'utilisation. La conception doit donc satisfaire aux critères des assureurs pour mettre à la disposition des clients des véhicules qui ne soient pas trop chers à assurer. Une analyse de la fixation des primes d'assurance en Allemagne et en Grande-Bretagne serait ici intéressante, car les primes sont fonction des caractéristiques techniques des véhicules (résistances aux chocs, sécurité, protection contre le vol...). On s'attend à une évolution dans ce sens dans toute l'Europe.

Il devient donc nécessaire de prendre en compte l'ensemble des conséquences sur le cycle de vie en termes de coût mais aussi en termes de valeur pour l'ensemble des acteurs liés à l'innovation. En effet, comme le précisent Fernex-Walch et Bellon [FER 91], [BEL 97], les risques ne sont pas uniquement économiques ; ils concernent également la valeur que leur attribuent les acteurs touchés de près ou de loin par l'innovation. Ce sont les risques de mauvaise perception du besoin de l'utilisateur final, de concepts obsolètes ou trop en avance, les risques du marché (mode de distribution, nouveauté de marché), les risques de mauvaise image de l'entreprise, de manque de personnel qualifié, de non-partenariat des employés ou des fournisseurs au projet d'innovation... L'un des principaux objectifs de la conception innovante est de créer de la valeur par l'intermédiaire de produits ou de services faisant l'objet de cette conception. Partant de cette problématique, il est raisonnable de poser l'hypothèse selon laquelle l'ensemble des objectifs du processus de conception peut être résumé par une finalité unique qu'est *la fourniture au client d'un produit de valeur maximale* [SEN 99]. Plus une entreprise sera capable d'intégrer le client dans son processus de conception réalisation, plus elle sera en mesure de limiter le décalage entre son produit et l'attente de son client. En réduisant l'écart entre l'attente du client et son offre, l'entreprise accroît la valeur produite.

Il est important à ce stade de définir les termes de « client », de « produit » et de « valeur », adaptés au contexte de la conception innovante.

#### **4. Concepts de client, de produit et de valeur**

Le client se définit, dans le cadre d'un contrat, par celle des deux parties qui reçoit un objet ou une prestation qu'elle doit payer aux conditions convenues [AFI 96]. C'est dans la

comparaison effectuée par le client avec les alternatives qui se présentent à sa décision d'achat (marché), que la valeur se réalise ou non. La non-valeur est tout ce que le client ne valorise pas dans l'usage d'un produit. Le client est celui qui va accepter un effort financier correspondant au prix de vente pour obtenir le produit, à condition que ce dernier réponde à ses attentes.

Les clients sont aussi les différents métiers qui interviendront en aval du cycle de vie du produit ou du service, que ceux-ci fassent partie ou non de l'entreprise, avec autant de points de vue sur la valeur que de métiers ou de rôles représentés (fabricants, assembleurs, commerciaux, distributeurs, recycleurs...). La relation fournisseur-client n'est donc pas nécessairement contractuelle, mais le client est toujours en position de demandeur, d'utilisateur et d'évaluateur de valeur, et la valeur est toujours relative à une personne ou un groupe de personnes spécifiques.

Le produit représente ce qui est (ou sera) fourni à un utilisateur pour répondre à son besoin. Le produit peut être ici un matériel, un service, ou toute combinaison des deux, un processus industriel ou administratif (procédé, logiciel, procédure...) [NFX 85].

La valeur est définie, pour la norme AFNOR, comme « le jugement porté sur le produit par l'utilisateur sur la base de ses attentes et de ses motivations, exprimé par une grandeur qui croît lorsque, toutes choses égales par ailleurs, la satisfaction du besoin de l'utilisateur augmente et/ou que la dépense afférente au produit diminue » [NFX 85]. Ce jugement résulte d'une observation objective, le jugement porté par l'utilisateur en fonction de l'utilité qu'il retire du produit (la valeur d'usage) et d'une évaluation subjective, la considération affective que l'utilisateur attache au produit (valeur d'estime). Lorsqu'il n'est pas, ou pas encore possible de connaître les attentes et les motivations de l'utilisateur même, elles sont exprimées par ceux qui ont pour mission de le représenter. Cette grandeur implique une relation entre la satisfaction et la dépense. Elle s'apparente au « rapport qualité/prix ». Cette relation traduit le caractère à la fois fonctionnel et économique de la démarche. Par « dépense afférente au produit », on peut entendre soit le coût d'acquisition (prix + dépenses annexes) soit le coût global, considéré par l'acheteur ou l'utilisateur, soit le coût considéré par l'industriel.

Mais la valeur du produit n'est pas uniquement celle que le client ou les actionnaires lui donnent comme le précise Denis Neveu : « La création de valeur doit être prise dans un sens plus large que la satisfaction des actionnaires. Autour de cette notion porteuse de quatre sens, se construit l'entreprise de demain. Les quatre valeurs de cette entreprise sont : la valeur financière pour les actionnaires, la valeur humaine pour le personnel, la valeur sociétale pour l'environnement, la valeur pour le client, qui conditionne les trois autres » [NEV 00].

Les propos de Denis Neveu suggèrent de considérer que la valeur pour le client n'est pas forcément la seule valeur produite par l'entreprise. En effet, l'entreprise elle-même, dans sa globalité, fait partie des clients de la conception, de par la valeur qu'elle va lui apporter (augmentation de chiffre d'affaires, amélioration de l'image de marque, gain d'une nouvelle part de marché, nouveaux savoir-faire). La vision interne de la valeur correspond à celle des dirigeants de l'entreprise. Elle traduit la contribution d'un processus à la réalisation de la stratégie en termes de création ou de développement de savoir-faire et d'utilisation de

ressources des activités. Par exemple, si les décideurs souhaitent acquérir un savoir-faire sur un outil de CAO, il leur faudra mettre en place une formation pour les ingénieurs et ce processus de formation créera une certaine valeur. Les critères correspondants dépendent bien sûr des objectifs [DUP 99].

L'environnement de l'innovation est donc composé de multiples acteurs qui ont chacun une vision différente de la valeur de l'innovation (rentable, connaissances nouvelles, économique, plus efficace, plus rapide, plus beau, moins complexe...). C'est parce que la valeur est la réelle interface entre les différents usages possibles de l'innovation et les besoins relatifs à chaque membre de son environnement, qu'elle constitue un moyen privilégié de maîtriser les risques sur tout le cycle de vie.

Nous considérons, par conséquent, qu'il est nécessaire de prendre en compte comme critères principaux la valeur (interne et externe à l'entreprise) et le coût sur l'ensemble du cycle de vie dans le but d'analyser toutes les conséquences de l'introduction d'une innovation dans un système existant. Cette affirmation résulte d'un certain nombre d'études de terrain et de la littérature que nous avons effectuées et dont nous résumons les conclusions dans la partie suivante.

## 5. Illustrations industrielles de gestion des innovations

Un travail de recherche a été réalisé au sein d'entreprises industrielles françaises (notamment le projet METACOG du programme de recherche CNRS PROSPER, mené en partenariat avec Renault) et complété par une étude de la littérature académique concernant les expériences d'intégration d'une innovation dans un environnement existant [TOM 00a], [TOM 00b], [TOM 00c]. Cette étude montre le manque de méthodes et d'outils à la disposition des entreprises, susceptibles de leur permettre d'améliorer les performances des innovations lors de la phase de conception. Les problèmes que nous avons constatés sont les suivants :

- peu d'informations sont capitalisées lors du développement (conception et mise en œuvre) de l'innovation, aussi bien en ce qui concerne l'aspect technique que la gestion et l'état du marché (coût, valeur, acteurs). Les informations sont dispersées dans les différents services de l'entreprise ;
- après la mise sur le marché de l'innovation, la capitalisation de connaissances, l'analyse des caractéristiques et des conséquences de l'innovation sur son cycle de vie, sont peu développées ;
- seuls les coûts dépensés lors des deux premières phases du cycle de vie sont systématiquement calculés pour un projet nouveau,
- il n'existe pas de méthode systématique d'estimation de la valeur accordée par le client à une innovation ;
- la valeur est essentiellement centrée sur le client direct ;

- le coût et la valeur sont mis en balance lors de la prise de décision, alors que ce sont des éléments de nature différente ;
- un nombre important d'idées demeurent à l'état conceptuel par manque d'informations fiables sur les conséquences de leur transformation en innovation ;
- il existe une différence de vocabulaire entre les experts techniques et le client, ce qui amène une mauvaise interprétation des enquêtes effectuées et donc une mauvaise vision des besoins réels. De plus, les experts proposent parfois des améliorations de prestations qui ne sont pas toujours appréciées positivement par le client.

L'étude effectuée montre que les informations sur les innovations passées ne sont ni regroupées, ni analysées, ni triées, ni formalisées. Or, comme le soulignent plusieurs auteurs, la capitalisation de connaissances dans l'entreprise est un enjeu important. Des approches orientées « connaissance » centrées sur les processus d'acquisition et de production de l'expertise ont été développées [LEO 97], [NON 94], [NON 95]. Elles vont dans le sens des recommandations émises dans le rapport de l'OCDE sur *Les économies basées sur la connaissance*. Ce rapport souligne le fait que la connaissance est la principale source de valeur et de croissance [FOR 95]. Hatchuel et Weil [HAT 99] considèrent d'ailleurs que les principes génériques d'une organisation pour l'innovation ne peuvent être mis en œuvre qu'au travers d'une approche de la « conception collective » associant les principes du management de projet aux principes de la gestion de connaissances.

Nous pouvons résumer l'ensemble de ces constats par l'une des principales conclusions du projet METACOG déjà cité : les décisions dans le processus d'innovation sont prises actuellement avec une visibilité incomplète sur l'ensemble des coûts du cycle de vie, erronée sur la prise en compte de la valeur et nulle sur la rentabilité de l'innovation. De plus, le fonctionnement du processus d'innovation est peu ou mal défini, ce qui exclut un pilotage efficace du processus d'innovation.

La maîtrise de l'innovation exige d'une part, la connaissance du processus d'innovation et d'autre part, une connaissance suffisante des conséquences de l'introduction d'une innovation sur le marché. Par conséquent, la conception innovante appelle de nouvelles méthodes dédiées à la maîtrise des risques inhérents au fait de mettre une innovation sur le marché. C'est la raison pour laquelle nous proposons une méthode d'Analyse des Effets de l'Introduction d'une Innovation (AEII) qui permet d'obtenir une vision globale des conséquences de l'innovation, d'estimer l'importance de ces effets et la confiance qu'on peut avoir dans ces estimations, pour ensuite en déduire les décisions à prendre.

## 6. Définition de la méthode

Le principe de la méthode AEII s'inspire de celui de l'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité, voir norme AMDEC : X60-510 (1986)). L'AMDEC est une méthode inductive qui permet l'étude systématique des effets des défaillances affectant les composants d'un procédé ou de gros équipements industriels

[MAR 99] ; la méthode AEII permet, quant à elle, l'étude des effets de l'introduction d'une innovation (produit ou service) dans un environnement préexistant. Ces deux méthodes se présentent sous forme de tableaux.

La différence d'objet d'étude entraîne certaines particularités de la méthode AEII, par rapport à l'AMDEC, qu'il est nécessaire de préciser :

- les effets concernent, au final, les coûts générés et la valeur créée ;
- la notion de gravité correspond ici à l'importance des conséquences sur les coûts et la valeur (poids) ;
- la probabilité d'occurrence coïncide avec la confiance dans l'AEII ;
- la criticité est définie de manière différente (score) dans l'AEII ;
- le type de conséquence et le bilan des conséquences sont des notions nouvelles spécifiques à l'AEII qui sont définies dans la suite de l'article.

Le support principal de cette méthode est un tableau (appelée fiche d'impacts) qui permet l'Analyse des Effets de l'Introduction d'une Innovation et qui synthétise les éléments suivants :

**Scénario d'innovation** : description de l'innovation à intégrer qui peut être définie sous forme fonctionnelle, technologique, technique ou détaillée. Cette description peut correspondre à une idée, une solution possible, une décision sur un produit en vue d'en changer certaines caractéristiques, exemples : « Carte remplaçant la clé de contact véhicule », « Ouvrir les portes d'un habitat de manière automatique ».

**Événements initiaux** : description des événements potentiellement liés à la mise en application d'une décision ou d'une solution d'innovation envisagée. Exemple : l'innovation permettant d'ouvrir un véhicule sans l'utilisation de la clé a pour événement initial la suppression de la clé (expertise).

**Processus** : description des conséquences de l'événement initial étudié sur les processus existants, ou description de nouveaux processus nécessaires à la réalisation ou à l'utilisation de l'innovation. La définition des processus impactés est effectuée par rapport au cycle de vie de l'innovation (expertise).

**Ressources** : description des ressources contributrices ou évaluatrices des processus impactés par les événements (expertise).

**Poids** : quantification des conséquences relatives à l'événement initial étudié sur chaque ressource des processus, en termes de coût et de valeur. Elle est définie par une valeur comprise entre 0 et 100 donnée par les experts utilisant la méthode et concernés par l'innovation en cours d'étude.

**Confiance** : niveau de confiance accordé à l'estimation des poids. Elle est définie de la même manière que le facteur Poids.

**Type de conséquences** : Les conséquences sont multiples et de natures diverses. Notre étude de l'innovation [TOM 00c], nous amène à proposer la classification suivante : sociales (emplois supprimés, emplois créés), environnementales (taux de recyclage, taux de pollution), commerciales (conquête de marché, fidélisation de marché, exportation), de valeur interne de l'entreprise (savoir-faire, bénéfice, flexibilité de production, modularité, temps de conception, temps de fabrication, économie d'énergie, diminution des importations, effet induit de l'innovation (réaction en chaîne), économiques (coût de conception, de fabrication, commercialisation, d'usage, de recyclage), comportementales des clients (volume de vente, satisfaction exprimée sur l'ensemble du système, connaissance du produit (communication)), autres (sur les autres innovations de nature différente).

**Événements induits** : Conséquences d'un événement sur le produit. Ces conséquences deviennent alors de nouveaux événements à analyser.

La figure suivante (figure 1) représente la structure générale d'une fiche d'impacts d'A.E.I.I. avec un exemple de données. L'explication des données est proposée dans la suite de l'article.

Scénarios d'innovation	Événements initiaux	Processus	Ressources	Poids	Types	Confiance	Événements induits
carte = carte de crédits	suppression de la clef	modification plan concernant la clé	Groupe commande électrique et développement portes	25	13	75%	Suppression de la serrure et du Neman

Figure 1 : Structure générique d'une fiche d'impacts

## 6.1 Bilan des conséquences

Les renseignements présentés et classés sur la fiche d'impacts de la méthode AEII permettent d'obtenir une vision globale des différentes conséquences de l'introduction d'une innovation dans un système sur l'ensemble de son cycle de vie. Ceci peut constituer un ensemble très important de données souvent non homogènes qu'il est nécessaire de synthétiser. Nous proposons pour cela une méthode de synthèse permettant d'aider réellement le concepteur à prendre une décision à partir de ces informations constituées de données de différentes natures (décisions multicritères) sur l'ensemble du cycle de vie de l'innovation.

Le principe de cette méthode est fondé sur l'approche multicritère. La comparaison des solutions d'innovation doit permettre l'évaluation des différentes solutions en termes de performances globales suivant les différents critères physiques, économiques et de valeur.

Cette méthode et son support (une fiche dite de « bilan des conséquences ») permettent de synthétiser l'ensemble des informations décrites dans la fiche d'impacts en calculant notamment, une valeur appelée score qui représente le niveau d'intérêt d'une solution.

Cette fiche « bilan des conséquences » présente ainsi aux utilisateurs de la méthode les informations essentielles à la prise de décision.

## 6.2 La comparaison des solutions

Pour fournir une aide à la décision dans le contexte de concurrence, en tenant compte des différents modes d'appréciation et des diverses approches de chacun, nous exploitons les méthodes d'aide à la décision multicritère. Une méthode multicritère se fonde sur une « matrice de décision » qui comporte le maximum d'informations nécessaires au traitement (informations concernant les résultats de l'estimation, le choix des critères, la pondération des critères...). Elle est élaborée à partir d'un ensemble de choix potentiels. Chacun de ces choix est évalué en regard de critères qui représentent un jugement porté sur une réalité correspondant à un axe de signification précis (délai, coût,...).

L'utilisation de l'approche multicritère pour la comparaison des solutions permet, suivant un ensemble de critères donnés (quantitatifs ou/et qualitatifs) définis par les décideurs, de réaliser un choix parmi les solutions estimées. Elle permet de tenir compte des critères économiques et de valeur (interne ou externe à l'entreprise) liés à la réalisation d'un objet d'évaluation sur son cycle de vie. La phase de comparaison porte sur l'ensemble du cycle de vie de la solution d'innovation (sur les divers éléments impactés tels que les processus de réalisation du produit, les processus administratifs).

Il existe de nombreuses méthodes multicritères. On peut citer notamment : les méthodes de pondération (somme pondérée, produit pondéré), les méthodes multicritères ordinales (méthode de Borda, de Condorcet, de Bowman et Colantoni, les méthodes lexicographiques), les méthodes associées aux fonctions d'utilités additives, les méthodes de surclassement (ELECTRE, PROMETHEE)... Notre choix s'est porté sur la méthode de la somme pondérée. Nous l'utilisons pour résoudre la problématique de comparaison des solutions d'innovation (le lecteur trouvera des présentations de cette méthode dans [POM 93], [ROY 93]. La somme pondérée (linéaire) est la méthode la plus largement diffusée car elle est à la fois intuitive et simple à appliquer.

Le résultat de la somme pondérée est appelé ici score. Les scores des différents scénarios d'innovation sont comparés. C'est à partir des scores alloués à chaque solution que le choix d'un scénario est réalisé par les décideurs en fonction de la stratégie de l'entreprise.

La comparaison des solutions est réalisée de la manière suivante :

- pour les scénarios de 1 à n : calcul des scores de chaque scénario ;
- comparaison des scores : fiche « bilan des conséquences » ;
- choix d'un scénario : deux niveaux de décision.

Les scores de chaque scénario sont calculés en fonction du poids de la conséquence, de l'importance prédéfinie du type de conséquence, et de la confiance. Pour cela, chaque type de conséquence est pondéré par une valeur qui est comprise entre -100 et 100 (échelle définie arbitrairement). Cette pondération est réalisée en fonction de la stratégie et des priorités de l'entreprise. Une valeur positive représente un avantage pour l'entreprise, tandis qu'une valeur négative représente un inconvénient.

Le calcul du score n'est pas nécessaire à la prise de décision mais présente toutefois aux décideurs, comme pour la criticité dans l'AMDEC, une information synthétique résumant l'ensemble des données de l'étude, ce qui permet de faciliter la prise de décision par rapport à un nombre d'informations qui peut être très important.

La figure suivante (figure 2) présente un exemple de pondération par type de conséquence.

Types de conséquence	N° du type	Imp.	Types de conséquence	N° du type	Imp.
Emplois créés	1	25	Bénéfice	10	80
Emplois supprimés	2	-25	Flexibilité de production	11	30
Satisfaction client	3	75	Modularité	12	30
Conquête de marché	4	50	Coût de conception	13	-60
Fidélisation marché	5	50	Coût de fabrication	14	-60
Montée en gamme	6	20	Coût de commercialisation	15	-60
Achats additionnels	7	30	Coût d'utilisation	16	-60
Prescription	8	20	Coût de recyclage	17	-60
Savoir-Faire	9	60	Environnement	18	-40

Figure 2 : Exemple de types de conséquences et leur pondération (Importance)

Le calcul du score d'un scénario est donné par la formule suivante :

$$S_k = \sum_{j=1}^n IC_{jk} \times IT_{jk} \times C_{jk}$$

Où :

- $S_k$  : Score du scénario k,
- $k$  : numéro du scénario étudié,
- $j$  : indice variant de 1 à n,
- $n$  : nombre total de conséquence du scénario k,
- $IC_{jk}$  : Poids de la conséquence,
- $IT_{jk}$  : Importance du type de conséquence,
- $C_{jk}$  : Confiance en une estimation.

On distingue deux niveaux de décision :

**Niveau 1** : la décision est prise uniquement à partir de l'information du score calculé de chaque scénario : comparaison des scores de l'ensemble des scénarios d'innovation et choix de la solution la plus intéressante pour l'entreprise.

**Niveau 2 :** à ce niveau, le décideur prend une décision en fonction des priorités qu'il accorde à l'enjeu de la décision (poids) et au risque pris (confiance) dans le cadre d'un processus d'innovation. L'outil permet ici de décider sur le rapport enjeux / risque d'une décision (enjeux : impact de la solution sur le coût et la valeur ; risque : incertitude sur l'obtention à terme de cet impact). En plus des informations de score de chaque scénario, d'autres données statistiques peuvent être présentées au décideur, tels que le poids moyen (importance moyenne des effets (ICM) et la confiance moyenne d'un scénario (CM). Cette possibilité est intéressante lors des cas discutables (scores proches, manque d'informations) qui rendent les décisions difficiles.

La figure suivante (figure 3) présente un exemple de fiche bilan.

Ensemble des scénarios concernant le problème 14			
	Score du scénario	Importance moyenne des conséquences ou poids (ICM)	Confiance moyenne d'une estimation (CM)
Scénario 1	28	37	70%
Scénario 2	39	12	48%
Scénario 3	12	29	37%
Scénario 4	20	80	50%
...	...	...	...
Scénario 18	11	17	75%

Figure 3 : Exemple de fiche bilan

## 7. Mise en œuvre de la méthode

Trois étapes sont nécessaires à la mise en œuvre de la méthode AEII.

**Étape 1 :** Identification des événements initiaux : c'est une phase importante de la méthode. Elle est destinée à identifier les événements initiaux liés à une innovation. La connaissance de ces événements permet d'entamer l'étude des conséquences d'une innovation et l'utilisation de la méthode A.E.I.I.. Exemple : pour l'innovation « Système électrique remplaçant l'arbre à cames », un des événements initiaux est « la suppression de l'arbre à cames ».

**Étape 2 :** Identification des conséquences : cette phase est destinée à l'identification des effets sur :

- le produit ou service existant ;
- les processus principaux liés au système existant sur le cycle de vie ;
- les acteurs intervenant dans les processus sur le cycle de vie ;
- les coûts ;

- les valeurs pour chaque acteur.

Cette phase permet également d'identifier les événements induits. L'identification des effets est permise par l'expérience et la connaissance des spécialistes parfois à l'aide de check-lists. Le taux d'occurrence des conséquences est estimé à l'aide du retour d'expérience d'industries similaires ou par jugement d'experts. Pour favoriser l'identification des conséquences, nous proposons d'utiliser un tableau (figure 4) représentant la liste des risques possibles dans le cadre d'un projet innovant, et les matrices d'impacts permettant d'établir les relations entre événements et composants et/ou fonctions et/ou acteurs sur l'ensemble du cycle de vie (figure 5).

Les informations sont notées sur la fiche d'impacts. La rédaction de cette fiche nécessite, pour des raisons d'exhaustivité et de traçabilité, la création d'un groupe rassemblant des compétences pluridisciplinaires (ensemble des concepteurs de l'entreprise, tous métiers confondus). Cette remarque rejoint celle d'Hatchuel et Weil qui préconisent, pour une meilleure organisation de l'innovation, une approche de « conception collective » [HAT 99].

<b>Les risques génériques liés à l'innovation</b>
liés au développement (conception, procédé de fabrication, procédé de conditionnement,...)
industriels (liés à des critères financiers, de logistique, de formation)
organisationnels (perturbation de l'organisation existante durant et après le projet)
de mauvaise perception du besoin de l'utilisateur final, de concepts obsolètes ou trop en avance
du marché (mode de distribution, nouveauté de marché)
de concurrence (effet de temps, obsolescence de la technologie)
de mauvaise image de l'entreprise
de positionnement du nouveau produit par rapport au portefeuille de produits existants
les risques de non-cohérence par rapport au portefeuille de produits
du manque de personnel qualifié
de non-partenariat des employés au projet d'innovation

Figure 4. Liste des risques

Systèmes/ Événements	Colonne de direction	Neman	Porte	...	Roues	Siège	Vitre
Suppression clé		X					
...							
Suppression serrure			X				
...							

  

Fonctions/ Événements	Démarrage	Déverrouillage porte	Direction	Eclairage	Motorisation	...	Transmission
Suppression clé	X	X	X				
...							
Suppression serrure		X					
...							

  

Acteurs/ Événements	Clients	Concepteurs groupe électrique	Concepteurs groupe mécanique	Distributeurs	Fabricants tolerie	Fournisseur systèmes mécaniques	Recycleurs
Suppression clé	X		X	X		X	X
...							
Suppression serrure	X		X		X	X	X
...							

Figure 5. Matrice d'impacts

**Étape 3 : Évaluation des innovations :** cette étape est destinée à permettre tout d'abord l'estimation des conséquences puis l'évaluation de chaque effet en termes de coûts et de valeur, de leur assigner un degré d'importance (poids), une valeur de confiance (confiance) et leur attribuer une catégorie dans la classification du type de conséquence.

### 7.1 Bilan des conséquences

Toutes les conséquences définies étant considérées estimées, les experts évaluent alors les différents cas d'innovation proposés en utilisant la méthode « bilan des conséquences » et les calculs associés intégrés dans la méthode A.E.I.I.

A partir des étapes précédentes et des informations obtenues, les concepteurs sont capables de prendre une décision quant aux solutions d'innovation proposées au départ et éventuellement d'émettre des remarques et des recommandations sur les actions futures à mener. Les recommandations peuvent être par exemple : « modifier la forme du volant », « ajouter un système permettant d'augmenter la valeur suivant le point de vue d'un acteur », « réaliser des essais particuliers (prototypes, tests...) », « définir des points de contrôle (indicateurs) », « établir les contraintes et les limites d'exploitation »,...

## 8. Cas d'application

L'expérimentation a été réalisée sur le système « véhicule sans clé » ('VsC') qui était une innovation Renault appliquée sur la remplaçante de la Laguna. Cette innovation consistait en une carte électronique permettant de débloquer automatiquement la fermeture de la porte quand

le conducteur s'approche ; même principe pour la mise en route du moteur. Les différents scénarios d'innovation sont précisés dans la suite du paragraphe.

### 8.1 Organisation

Le contexte du projet permet de déployer une structure d'organisation simple et efficace. Celle-ci est constituée :

- d'un comité de pilotage assurant le management du projet, c'est-à-dire prenant les décisions appropriées en fonction des événements rencontrés. Par ailleurs, ce comité doit veiller au respect des engagements pris dans le cadre de ce projet. Ce comité est constitué d'un représentant de haut niveau de chacune des organisations participantes ;
- d'un groupe de travail permanent pluridisciplinaire réunissant l'ensemble des chercheurs et des ingénieurs affectés au projet. Ce groupe de travail peut, en fonction de la progression du projet, créer des sous-groupes de travail en charge du traitement des questions ponctuelles.

### 8.2 Constitution d'un groupe projet

Le tableau suivant (figure 6) indique les services de Renault ayant participé à l'élaboration des différentes fonctions de modélisation, d'implémentation et d'évaluation.

Fonctions du système d'évaluation	Services de l'entreprise
Modélisation des innovations	Groupe Projet Innovation, Direction Avant-projet, Pilote de l'innovation 'Voiture sans clef' et Groupe Projet
Modélisation du produit	Direction produit : recyclage, pollution environnementale, ... Direction Avant Projet et Groupe Projet
Modélisation des processus	Bureau des études, Méthodes, Direction du Marketing, Direction après -vente : utilisation et recyclage et Groupe Projet
Modélisation des caractéristiques économiques	Direction des prix de revient, Direction générale des achats, Direction après -vente : coût d'utilisation, Direction du Marketing et Groupe Projet
Modélisation de la valeur	Direction de l'analyse de la valeur du produit, Groupe 'qualité et sûreté de fonctionnement', Groupe Prestations client (prestations fonctionnelles) et Groupe Projet
Implémentation des caractéristiques économiques	Groupe du pilotage et du suivi économique des projets
Définition et valuation des caractéristiques physiques du produit et des processus	Bureau des études, Méthodes et Groupe Projet
Données pour simulation	Groupe Projet Innovation
Estimation	Groupe Projet Innovation
Evaluation	Groupe Projet et les différents services de l'entreprise
Visualisation des indicateurs d'estimation	L'ensemble des services de l'entreprise
Modification du modèle d'estimation	Groupe Projet et les différents services de l'entreprise

Figure 6 : Présentation des services impliqués

### 8.3 Les différents scénarios d'innovation

Les différents scénarios concernant l'innovation « véhicule sans clé » qui ont été étudiés par les concepteurs sont les suivants :

- *Scénario 1 : Scénario de référence* : pas d'innovation sur le véhicule (Laguna).
- *Scénario 2* : Innovation permettant la mémorisation d'informations concernant plusieurs systèmes techniques du véhicule (position des sièges, du rétroviseur...).
- *Scénario 3* : Scénario avec innovation « véhicule sans clé » : une carte remplace la clé, utilisation manuelle.
- *Scénario 4* : Scénario « accès mains libres » (« véhicule sans clé ») : une carte remplace la clé, utilisation semi-automatique.
- *Scénario 5* : Scénario « badge mains libres » Ou interactif : (« véhicule sans clé ») : une carte remplace la clé, utilisation automatique.

Le tableau (figure 7) suivant présente une synthèse des scénarios par rapport à l'ensemble des fonctions du véhicule concernées par les différents scénarios.

Fonctions	Scénarios				
	S1	S2	S3	S4	S5
Déverrouillage portes	Manuel avec clé	Manuel avec clé	Manuel par carte et bouton	Semi-automatique : utilisateur et poignée	Semi-automatique : utilisateur et poignée
Blocage et lecture de la carte			Manuel par carte et lecteur	Manuel par carte et lecteur	Automatique
Authentification utilisateur		Manuelle par code	Manuelle par code et carte	Reconnaissance automatique	Reconnaissance automatique
Débloccage de la colonne de direction	Manuel (mécanique)	Manuel (mécanique)	Manuel par code et carte (électrique)	Manuel par carte et lecteur (électrique)	Automatique
Démarrage du moteur	Manuel clé et neman	Manuel clé et neman	Manuel par commutateur	Manuel par bouton poussoir	Semi-automatique : utilisateur et bouton poussoir
Mémorisation et mise à jour des informations		Automatique	Automatique	Automatique	Automatique
Arrêt du moteur	Manuel clé et neman	Manuel clé et neman	Manuel par commutateur	Manuel par bouton poussoir	Manuel par bouton poussoir
Débloccage de la carte			Manuel par commutateur	Manuel par bouton poussoir	
Blocage de la direction	Manuel (mécanique)	Manuel (mécanique)	Manuel par carte	Manuel par carte	Automatique
Verrouillage du véhicule	Manuel avec clé	Manuel avec clé	Manuel par carte et bouton	Automatique	Automatique

Figure 7 : Synthèse des scénarios

#### 8.4 Estimation

L'étude qui a concerné les différents scénarios de l'innovation « véhicule sans clé » de Renault [PRO 99], à l'aide de la méthode AEII, a débuté alors que l'innovation était terminée. L'étude a donc été réalisée à partir d'informations techniques et non pas à partir d'informations fonctionnelles ni d'idées imprécises de l'innovation. Une étude complète d'une innovation en cours de développement est actuellement en cours de réalisation. La figure suivante (figure 8) représente une partie des résultats et des estimations déduites lors de cette étude.

Scénarios d'innovation	Evénements initiaux	Processus	Ressources	Poids	Type	Confiance	Evénements induits
carte = carte de crédits	suppression de la clef	modification plan concernant la clé	Groupe développement commande électrique, Groupe développement portes	25	13	75%	Suppression de la serrure et du Neman
		modification de la fabrication de la porte	Fabrication portes	30	14	75%	
		utilisation différente du produit et suppression des problèmes liés à la clef (perte)	Client	80	3	80%	
		utilisation différente pour le garagiste	Garagiste	55	16	80%	
	remplacement de la clé par la carte	création des plans de la carte	Fournisseur carte+ Groupe développement commande électrique	15	13	75%	
		fabrication de la carte	Fournisseur de la carte + Groupe développement du produit, le groupe développement du design	20	14	75%	
		utilisation du nouveau produit (proche de la carte de crédit)	Client	80	3	80%	
		recycler la carte	Recycleur	15	17	80%	

Figure 8 : Fiche d'impacts du 'VsC'

A partir de ce tableau, nous constatons les informations importantes suivantes :

- la carte supprime la clé permettant d'ouvrir les portes et de démarrer le moteur ;

- il sera nécessaire par la suite d'étudier en tant qu'événement la suppression du neman ainsi que celle de la serrure ;
- la suppression de la clé entraîne des modifications de processus pour le client et pour le garagiste ;
- une des conséquences de cette suppression (ligne 1) est d'importance 25 (sur une échelle de 0 à 100) pour le type 13 (coût de conception) estimée (par expertise) avec une confiance à 75%,... Le calcul du score permettra de donner une information synthétique pour la prise de décision.

Ces informations sont à analyser et à comparer afin de définir la meilleure solution, la comparaison est facilitée par le calcul du score.

### 8.5 Comparaison des scénarios et choix d'une solution

La comparaison des scénarios est effectuée à l'aide des informations estimées et calculées qui sont présentées sur la figure suivante (figure 9). Cette figure montre la fiche bilan des conséquences utilisée ici pour la comparaison des différents scénarios étudiés.

Le premier tableau indique les critères (ou types de conséquences) pris en considération pour la comparaison. Cette fiche rappelle l'ensemble des informations importantes pour la décision. On trouve, notamment, l'importance et la confiance de chaque critère ainsi que le score du scénario étudié.

Le deuxième tableau indique la valeur du score de chaque scénario ainsi que des informations synthétiques sur l'importance des conséquences et de la confiance des estimations. Ceci permet alors la comparaison entre les différents scénarios.

Types de conséquence	Coût de conception	Coût de fabrication	Satisfaction client	Savoir faire	Création d'emploi
Importance des types de conséquence	-60	-60	75	60	25
Importance de la conséquence	20	25	35	10	15
Confiance de l'estimation	60%	75%	70%	60%	55%
Score par type de conséquence	-720	-1125	1837,5	360	206,25
Score du scénario	558,75				

Ensemble des scénarios concernant le problème 'VSC'			
	Score du scénario	Importance moyenne des conséquences ou poids (ICM)	Confiance moyenne d'une estimation (CM)
<b>Scénario 1</b>	489,95	7	95%
<b>Scénario 2</b>	558,75	12	70%
<b>Scénario 3</b>	656	29	65%
<b>Scénario 4</b>	750,25	35	50%
<b>Scénario 5</b>	505,3	37	40%

Figure 9 : Fiche bilan des conséquences

Le choix d'un scénario peut alors être effectué à l'aide du tableau ci-dessus. Les informations présentes dans ce tableau permettent de prendre une décision de niveau 1 ou de niveau 2. Le scénario qui a été finalement retenu est le scénario 3 car, tout d'abord, son score est le deuxième après le scénario 4, ensuite car l'importance des effets est moindre et limite par conséquent les risques, et enfin car les estimations concernant ce scénario sont globalement satisfaisantes (65%). En choisissant ce scénario 3, l'entreprise prend un risque moyen. Le scénario 4 était le plus intéressant (score : 750,25) mais plus risqué (importance moyenne : 35 et confiance dans les estimations : 50%). Le scénario 5 est moins intéressant (score : 505,3), la valeur de cette innovation est plus importante que celles des autres scénarios mais le coût est quant à lui beaucoup plus important, il est de plus beaucoup plus risqué que le scénario 3 (importance : 37, confiance : 40%).

Ces diverses informations sont nécessaires pour avoir une vision globale des conséquences de l'introduction de l'innovation « VsC » dans le véhicule. Plusieurs études nous ont montré que les concepteurs n'ont qu'une vision partielle des impacts sur le cycle de vie mais aussi sur les autres services de l'entreprise. Nous rejoignons ainsi les propos d'Yves Dubreil (directeur du programme Gamme moyenne et Haut de gamme chez Renault) qui souligne que « l'innovation concerne diverses fonctions en interaction, d'où la nécessité d'une coordination transversale entre les services, laquelle révolutionne les modes traditionnels d'organisation » [LMC 00]. De telles organisations doivent s'appuyer sur des méthodes telle que celle que nous avons présentée ici. Ces propos justifient par conséquent l'utilisation de la méthode AEII en conception de produit innovant.

## 9. Conclusion

Nous avons constaté qu'une décision prise au sujet d'un produit nouveau dans le cadre d'un projet d'innovation, quel que soit son niveau de définition, a de nombreux effets sur les coûts et sur la valeur du cycle de vie du produit ou du service porteur de cette innovation. Les risques liés aux décisions en conception sont donc importants. Les décisions lors de la conception peuvent avoir des conséquences considérables sur l'innovation, conséquences tant

positives que négatives (bonne ou mauvaise perception de l'innovation par le client par exemple). Nos travaux nous ont appris qu'il était fondamental d'avoir une vision globale de l'innovation (produit ou service) dans le but de diminuer ces risques. Cette vision globale passe par la connaissance de l'environnement de l'innovation sur l'ensemble du cycle de vie. Cet environnement est composé de multiples acteurs qui ont des relations complexes. Chacun de ces acteurs, ou de ces types d'acteurs, supporte des coûts liés à l'achat ou à l'utilisation de l'innovation et a un modèle propre d'appréciation de la valeur qu'il est nécessaire de définir et d'analyser dans le but de mettre au point des innovations susceptibles d'atteindre une valeur globale optimale.

La méthode d'Analyse des Effets de l'Introduction d'une Innovation prend en compte les coûts, les divers acteurs et la valeur pour chacun d'eux sur l'ensemble du cycle de vie. Ceci permet, comme nous avons pu le constater dans l'exemple, d'apporter aux décideurs une vision globale des conséquences d'une innovation en mettant en évidence les relations entre certains événements (modification d'un élément du produit par exemple) et leurs effets, et permet également de capitaliser l'expérience et les diverses connaissances liées à l'innovation. Cette capitalisation permet de réutiliser les connaissances dans d'autres projets d'innovation dans le but de limiter les risques d'erreurs lors de la conception, de diminuer les temps de développement, et d'augmenter les chances de succès d'une innovation. Les coûts et la valeur pour chaque acteur du cycle de vie sont étudiés simultanément par l'intermédiaire des éléments du produit ou du service et des processus impactés par l'intégration d'une innovation. A l'aide de ces informations de coût et de valeur ramenées au plus tôt en conception lors du projet d'innovation, les décideurs ont la possibilité d'effectuer un classement des solutions ou de scénarios envisagés. Ce classement est réalisé en fonction de la rentabilité de chaque solution (rapport coût/ valeur), dans le but de déterminer la meilleure d'entre elles. Cette détermination est réalisée le plus tôt possible afin d'éviter des dépenses inutiles et de perdre du temps avec des solutions non rentables. La méthode peut être utilisée à n'importe quel moment de la conception à partir d'informations floues ou très précises. Enfin, cette méthode permet de regrouper l'ensemble des services de l'entreprise concernés par l'innovation, dans le but d'obtenir une coopération plus efficace entre les acteurs de l'innovation.

## 10. Perspectives

D'autres méthodes ont été développées au LAMIH de Valenciennes, dans le but de faciliter la rédaction de ces fiches d'impacts et d'en améliorer les estimations de coût, de valeur, de modifications sur les produits et sur les processus. On peut citer notamment une méthode automatique de propagation des conséquences de l'introduction d'une innovation sur le produit et les processus en termes de coût et de valeur [TOM 02]. Elles s'apparentent aux méthodes quantitatives utilisées en sûreté de fonctionnement, comme la méthode de l'arbre des causes ou de défaillance (MAC/MAD). Elles permettent d'estimer l'existence des événements liés à l'innovation, ses probabilités d'apparition et leur importance. Un autre type de méthode a été réalisé, consistant en l'établissement de corrélations statistiques entre les caractéristiques d'une innovation (définie de manière générale, fonctionnelle, technologique ou physique) et certains

indicateurs techniques, sociaux, de valeur interne et externe à l'entreprise, de coût global,... [TOM 01a], [TOM 01b].

L'utilisation simultanée de ces différentes méthodes permet de couvrir l'ensemble des configurations possibles d'une innovation (systèmes complètement nouveaux et/ou modifications de systèmes existants). Elles sont complémentaires.

## 11. Bibliographie

- [AFI 96] AFITEP, *Dictionnaire de management de projet*, AFITEP, AFNOR, 1996
- [BEL 97] Bellon B., *Innovater ou disparaître*, Editions Economica, Paris, 1994.
- [DUP 99] Dupouy P., Girard P., Eynard B., Merle C., *Proposition pour un système d'évaluation de la performance technico-économique en ingénierie des produits*, 3<sup>ème</sup> congrès international de génie industriel, Montréal, Québec, Mai 1999.
- [FER 91] Fernez-Walch S., *L'innovation de produit au quotidien en entreprise industrielle*, Thèse de docteur en économie industrielle à l'École des Mines de Paris, 1991.
- [FOR 95] Foray D., Lundvall B., *The knowledge-based economy : from the economics of knowledge to the learning economy*, OCDE Conference: Employment and growth in the knowledge-based economy, Copenhague, 1994, pp 11-32.
- [HAT 99] Hatchuel A. et Weil B., *Design-oriented Organizations*, 6<sup>e</sup> international product development, Cambridge, 1999.
- [LMC 00] Le Mensuel Consulting, *Renault réinvente le consultant*, septembre 2000
- [LEO 97] Leonard-Barton D., *Wellsprings of knowledge : building and sustaining the source of innovation*, Boston, 1997, p 334.
- [MAR 99] Marciniak et Pagerie, *Management de projet : méthodes et outils*, Paris 1999.
- [NEV 00] Neveu D., *La création de valeur : une méthode infallible ?*, Problèmes Économiques, N°2.658, 29 mars 2000.
- [NFX 85] Norme Afnor NF X 50-150, *Analyse de la valeur - vocabulaire. 19 termes fondamentaux utilisés en analyse de la valeur*, Mai 1985.
- [NON 94] Nonaka I., *A dynamic theory of organisational knowledge creation*, Organisation science, Vol 5, n°1, february 1994, pp 14-37.
- [NON 95] Nonaka I, Takeuchi H, *The knowledge creating company : how japanese companies create dynamics of innovation*, New York, Oxford University Press, p 284, 1995.
- [PET 91] Petidemange C., *La maîtrise de la valeur*, AFNOR gestion, 1991.
- [POM 93] Pomerol J.C., Barba-Romero S, *Choix multicritère dans l'entreprise*, Hermès, Paris 1993.
- [PRO 99] "Prosper" : PROGRAMME SYSTEMES DE PRODUCTION, Stratégie, Conception, Gestion, *Rapport d'activité du projet METACOG*, 1999.
- [ROY 93] Roy B., Bouyssou D., *Aide multi-critère à la décision : méthodes et cas*, éditions Economica, collection Gestion, Paris, 1993.
- [SEN 99] ECOSIP : Sénéchal O., Raviart D., Tahon C., *Simulation de la production pour la conception simultanée du produit et du processus de réalisation*, Chapitre 5 de l'ouvrage collectif ECOSIP

« Pilotage et évaluation des processus de conception », coordonné par J. Perrin, Collection Économiques, éditions L'Harmattan Paris, mars 1999, pp 107-136.

- [TOM 00a] : Tomala F., Matéo E., Rouanet D., *Synthèse du projet METACOG*, rapport de synthèse du projet METACOG (Programme PROSPER/ CNRS), juin 2000.
- [TOM 00b] : Tomala F., Sénéchal O., Deneux D., *État de l'Art sur l'innovation académique et industriel*, rapport d'avancement du projet METACOG (Programme PROSPER/ CNRS), décembre 2000.
- [TOM 00c] : Tomala F., Sénéchal O., Tahon C., *Study of the innovation performance evaluation*, Conference ASI 2000 : Advanced Summer Institute, Life-Cycle Approaches to Production Systems Management, Control, Supervision 18th - 20th, 2000 Bordeaux, France.
- [TOM 01a] Tomala F., Sénéchal O., Tahon C., *Proposition d'application de méthodes d'analyse de données pour le management de la qualité en conception de produit*, Qualita2001, Amnecy mars 2001.
- [TOM 01b] Tomala F., Sénéchal O., *Évaluation de performance a priori d'une innovation*, JDA2001 25 au 27 septembre 2001, Toulouse, France.
- [TOM 02] Tomala F., Sénéchal O., *Modèles de produits et de processus pour l'analyse de l'impact de l'introduction d'une innovation dans un produit existant'* acceptée dans la revue JESA, France 2002.