

CONSTITUTION D'UNE MEMOIRE PROJET PAR RETOUR D'EXPERIENCE LORS DES ETAPES AMONT DU PROCESSUS D'INNOVATION

Marie-Gaëtane DURAND, Jean RENAUD, Vincent BOLY

Résumé. - Ce papier apporte une contribution méthodologique sur le retour d'expérience lors de la conception de produits nouveaux. Dans une première partie, nous montrons l'importance du retour d'expérience et ses composantes pour les entreprises. Puis, nous mettons en évidence l'apport du retour d'expérience et de son cycle dans le cadre du Knowledge Management et plus particulièrement de la conception d'une mémoire projet. Dans une troisième partie, nous proposons une démarche méthodologique qui consiste à développer des grilles de lecture de l'expérience globale acquise lors de projets de conception passés. Huit grilles ont été élaborées, issues essentiellement de la théorie Triz ou du management de la technologie. A partir de ces grilles, nous avons positionné et analysé six projets de développement de machines d'équipement. Pour conclure, nous donnons quelques exemples de préconisations, émises à partir de l'analyse, pour la gestion des projets de conception à venir et proposons une réflexion sur l'applicabilité de la méthode.

Mots-clés : Retour d'expérience, projet post-mortem, capitalisation, mémoire projet, connaissance

1. Introduction

Se placer la première sur le marché et proposer des produits compétitifs ne suffisent plus à une entreprise pour être performante, il lui faut innover en continu tout en réduisant les délais de développement des produits. Pour répondre à cet enjeu industriel, de nombreux auteurs ont montré l'intérêt d'utiliser les expériences acquises sur des projets antérieurs : il faut enrichir, par des expériences passées et éprouvées, la recherche de nouvelles solutions. D'où l'intérêt de

disposer de connaissances « métier » prêtes à l'emploi lors de la prise de décisions en cours de conception [2].

Ainsi, la capitalisation des connaissances et plus particulièrement le retour d'expérience deviennent des fonctions industrielles importantes et s'inscrivent dans le contexte continu de la mémorisation des connaissances [3][4]. Le but est de mieux valoriser des connaissances pour lesquels l'entreprise a préalablement consenti des dépenses. Selon Drucker [7], chaque organisation ou entreprise doit apprendre à exploiter son savoir-faire en développant la prochaine génération d'applications à partir de ses succès [6]. Généralement deux composantes constituent l'expérience :

- l'une objective correspondant aux variables de l'activité (durée, quantité, conditions opératoires,...), c'est la source cognitive du savoir-faire. Ce dernier se construit de l'information provenant des données. Cette composante est surtout formelle et intellectuelle [5],
- l'autre subjective prenant en compte le jugement de l'acteur sur l'activité, c'est la partie expérientielle du savoir-faire. Ce dernier émerge de l'expérience vécue à partir d'actions ou d'événements (lorsque l'on pratique et agit sur le terrain). C'est une interprétation de ce que l'expert a perçu du processus de travail comme positif ou négatif. L'expression peut se résumer comme suit : « bonne pratique », « expérience négative », « best practices »,... Cette composante est plus informelle et intègre une dimension émotionnelle.

Ces deux composantes se complètent et constituent l'expérience du savoir ou le savoir-faire chez un individu.

Considérons maintenant le retour d'expérience, il s'inscrit pleinement dans le cycle de la capitalisation et de la mémorisation des connaissances selon trois grandes phases : acquérir et mémoriser des connaissances, transférer les connaissances et enfin partager les expériences. Le retour d'expérience, c'est répondre aux questions : « qu'est-ce qui a fait que ça a marché ? » « quelles sont les méthodes que l'on pourrait valoriser ailleurs ? » « comment avons-nous géré les aléas ? » « qu'est-ce qu'il aurait fallu faire ? ». Le retour d'expérience ce n'est ni accuser, ni excuser, c'est expliquer, comme le mentionne Dominique Thévenot [8]. Ainsi, on ne peut améliorer que ce qui existe déjà, à condition de disposer d'un minimum de guides, de règles et de procédures. Ce type de pratique consiste à privilégier la structuration de bases d'informations et leur utilisation, constituées d'expériences passées et leurs accès, plutôt qu'à modéliser la connaissance. En résumé, comme le dit D. Thévenot, le retour d'expérience se définit comme une façon : « de garder des traces des incidents et échecs, des leçons apprises, des faits techniques et des rédactions de documents présentant les solutions pratiques de conception ». Ces faits recensés s'inscrivent dans des démarches de gestion de connaissances spécifiques.

Extraire l'expérience et en faire un retour relève de l'identification, l'acquisition, puis la diffusion des connaissances. Deux approches sont possibles, généralement complémentaires, l'une consiste à évaluer *a posteriori* les solutions choisies sur le produit, procédé, ou système conçu, l'autre, consiste à interroger, en cours de projet ou *a posteriori*, toutes sources de connaissances comme les acteurs (experts), les bases de données projet ou tout élément d'information.

Nos travaux de recherche portent sur la définition d'une méthode d'analyse de retour d'expérience dans le domaine de l'ingénierie de l'innovation. Notre objectif est de parvenir à formaliser une démarche ainsi qu'un outil générique pouvant s'intégrer dans des processus de conception de produit. Pour cela, nous proposons de décoder les expériences de conception à l'aide de grilles de lecture qui intègrent les deux approches citées ci-dessus.

Dans ce document, nous détaillons dans la section 2 la notion de retour d'expérience et son cycle. La section 3 présente la méthodologie préconisée et une expérimentation sur des projets d'équipement de BTP.

2. Le retour d'expérience et la capitalisation des connaissances

2.1 *Connaissance et Knowledge Management*

Le Knowledge Management est un concept qui décrit la dynamique d'accumulation et de la capitalisation des connaissances dans le but d'en créer de nouvelles. Il s'intéresse essentiellement aux résultats opérationnels et non à la représentation fidèle de la démarche d'un expert en cours de raisonnement. Le management des connaissances ou Knowledge Management se concrétise par une mémoire d'entreprise ou analyse des pratiques réelles de travail. Celle-ci peut revêtir différentes formes selon le point de vue et le niveau d'étude. Tourtier [9] distingue quatre sortes de mémoire : la mémoire métier, la mémoire société, la mémoire individuelle, et enfin, la mémoire projet comportant le projet, sa définition, ses activités, son histoire, ses pratiques, et résultats. C'est cette dernière qui a retenu notre attention. Le retour d'expérience est alors assimilé à un processus apte à garder la traçabilité des décisions prises au cours du projet.

2.2 *Expérience et retour d'expérience*

L'expérience se construit dans l'action et est le résultat qualitatif de la mise en œuvre d'un savoir (connaissance explicite ou déclarative) et d'un savoir-faire (connaissance tacite¹ ou procédurale) dans une activité de production ou de conception. Elle fournit les modalités

¹. Les connaissances tacites trouvent leur origine dans l'expérience de celui qui les détient. Elles sont combinées aux connaissances explicites passées où le savoir contenu est plus ou moins conscient.

d'utilisation de la connaissance au travers des activités de production ou de conception et se concrétise par un résultat « objet » généralement évaluable.

Le retour d'expérience se veut généralement pratique, c'est-à-dire facile d'accès et peu théorique. Il est associé à un cycle comprenant principalement les phases suivantes : extraire et collecter l'expérience, formaliser et mémoriser la connaissance associée, restituer et exploiter la connaissance mémorisée et la valoriser pour l'utiliser dans de nouvelles activités de conception ou de production.

Pour construire cette mémoire d'expérience permettant aux entreprises de valoriser leurs expériences de conceptions passées et de bénéficier de cette mémoire pour mieux concevoir et mener le projets d'innovation futurs, il existe déjà les méthodes citées ci-après : REX, MEREX, KOD, CBR, CommonKADS, MKSM... .

La notion de retour d'expérience est en partie issue des métiers de la maintenance et de la sûreté de fonctionnement [1]. Ce type de démarche a notamment été appliqué aux milieux (dits à hauts risques) tels que les centrales nucléaires (méthode REX) [10][11]. Le Retour d'EXpérience consistait alors, comme le précise A. Lannoy, à collecter les fiches de défaillances et de dysfonctionnements pendant toute la durée de vie du produit pour les analyser et diffuser les enseignements en étant issus [18].

De ce fait, les méthodes de retour d'expérience sont historiquement construites autour d'une logique dysfonctionnelle pour laquelle l'outil le plus utilisé reste l'AMDEC (Analyse des modes de dysfonctionnements, effets et conséquences) parfois associé à des modélisations de type « Arbre des causes ». L'analyse de l'expérience consiste alors à déterminer « ce qui n'a pas fonctionné » selon des critères de performances antérieurs (définis lors du projet de conception) ou contemporain au produit évalué. A l'inverse, l'objectif des travaux présentés ici est de tester une démarche de retour d'expérience basée sur un référentiel prospectif.

3. La théorie Triz et les approches fonctionnelles

Les auteurs proposent d'analyser « pourquoi les projets antérieurs n'étaient pas porteurs d'avenir et de développement » en tenant compte des besoins futurs des utilisateurs, et des évolutions contemporaines amorcées ou évolutions à venir pressenties. L'intérêt s'est porté sur la méthode TRIZ pour deux raisons : d'une part, en raison de son positionnement prospectif soutenant l'anticipation de tendance et la projection de critères de performance « futurs », d'autre part, pour son approche basée sur la réutilisation, avec une approche fonctionnelle, de solutions déjà validées dans le cadre de brevets.

Les travaux de Genrich Altshuller ont permis d'identifier des règles et de développer des outils basés sur des principes et des solutions standards de résolution de problèmes qui constituent aujourd'hui la méthode TRIZ.[14]. En partant du postulat que l'évolution des

systèmes techniques doit se faire selon des directions privilégiées, G. Altshuller a aussi dégagé huit lois d'évolutions qui permettent théoriquement d'orienter favorablement les développements de produits ou de procédés. Dans la présente étude, cinq grilles résultent en partie de ces huit « Lois d'évolution des systèmes technologiques » :

- Parmi les lois d'évolution, celle de l'accroissement de l'idéalité tient une place privilégiée. L'idéalité fait référence à un système qui évolue en augmentant son nombre de fonctions utiles sans fonction inutile ni nuisible. Les projets passés ont donc été évalués selon cette tendance à l'accroissement de fonctions utiles.
- La loi d'accroissement de l'idéal fait également référence à l'optimisation de l'utilisation des ressources et donc à la réduction de la participation humaine nécessaire au fonctionnement des systèmes. Ce type d'évolution favorise théoriquement une libération de l'homme pour des activités plus intellectuelles : progressive substitution de l'homme pour des tâches d'exécution, puis de collectes de données, de contrôle/régulation et enfin de prévision [13].
- La démarche de retour d'expérience proposée a donc portée sur le volume et la nature des activités humaines nécessaires aux fonctionnements des équipements conçus pour vérifier si elles s'inscrivaient dans une tendance de réduction et de progression intellectuelle.
- Selon Altshuller, la dynamisation est une autre tendance qui marque l'évolution des systèmes. Lorsque le système est de type mécanique, elle est caractérisée par le passage d'un système rigide à un système articulé puis souple accompagné d'une évolution du degré de contrôle (faiblement contrôlé, contrôlé forcé, auto contrôlé).
- G. Altshuller, comme Deforge d'ailleurs [15], fait référence à la transition du système du niveau macro vers le niveau micro, c'est-à-dire à la tendance de réduction/miniaturisation des systèmes. Lors de la conception de nos grilles, trois approches concernant, le savoir métier, le coût objectif et la conduite de projet ont retenu notre attention.
- Hétérogénéité des disciplines : comme le soulignent Callon et Latour avec la notion de réseau sociotechnique, la performance technologique des systèmes est souvent dépendante de l'hétérogénéité et de la complémentarité des disciplines associées à la conception de l'objet technique. Une des approches de cette démarche a donc été de vérifier la richesse et le niveau de maîtrise des disciplines employées pour concevoir les machines étudiées.
- La Conception à Objectif Désigné [17] consiste à établir des objectifs de résultats très précis avant la rédaction d'un cahier des charges. Ces objectifs sont techniques mais surtout associés à la performance de la future activité désignée en fonction des acteurs concernés : les critères de performances sont alors stratégiques, économiques, marketing.

- Processus de conduite des projets : dans le cadre de cette analyse des projets *a posteriori*, il est apparu fondamental de considérer les équipements et leurs caractéristiques techniques mais aussi le processus de conduite de projet innovant.
- On considère généralement que 60 % des échecs de projets [16] sont liés à des dysfonctionnements ayant traits au Marketing ou au Management. L'identification des modes de gestion de projets appliqués hier, a donc eu pour objectif d'optimiser le schéma de travail des projets de demain.

4. Méthodologie et étude expérimentale

4.1 Objectifs expérimentaux

Les objectifs expérimentaux de cette étude s'inscrivent dans une dynamique, où l'on souhaite d'une part, mieux prendre en compte le retour d'expérience et d'autre part, faire des propositions pour mieux l'exploiter. Ainsi les objectifs associés à l'expérimentation décrite dans cet article peuvent être énoncés comme suit :

- observer le cycle de retour d'expérience,
- tester les outils supports (grille),
- évaluer l'apport de la méthode proposée pour les phases de collecte, formalisation, analyse et exploitation,
- évaluer l'intérêt d'une démarche collective de retour d'expérience en terme de collecte et d'apprentissage.

4.2 Organisation de la phase expérimentale.

Les trois auteurs se sont intégrés à un groupe pluridisciplinaire chargé d'un projet d'innovation. Ce groupe constitué de 9 personnes rassemblait des concepteurs de trois entreprises ayant établi un partenariat en vue de la conception d'un nouvel équipement de BTP. De plus, des ingénieurs de deux centres techniques complétaient le groupe. Parmi les domaines couverts par cette équipe-projet, citons : la mécanique, les matériaux, le BTP, la planification de la production, la finance. L'expérimentation a duré 6 mois.

4.3 Le contexte expérimental et la démarche

La présente étude a été menée dans le cadre d'un vaste projet de recherche dont l'objectif final était de concevoir des équipements de BTP particulièrement innovantes : projet de rupture [18]. La démarche a été organisée selon 4 phases.

- La première phase a été dédiée au développement de supports méthodologiques spécifiques. Des grilles ont été réalisées, validées, puis diffusées aux experts du groupe de travail désignés comme rapporteurs.
- La deuxième phase a été axée sur l'étude des projets antérieurs. Il s'agissait de collecter les données à consigner dans les grilles. L'objectif de cette phase a donc été de constituer le référentiel d'information sur lequel serait basé le retour d'expérience. Ce travail a été entrepris par trois experts des sociétés associées dans le processus d'innovation.
- La troisième phase a porté sur l'enrichissement des données collectées. Six réunions de recueil et partage de l'expérience ont été animées en présence du groupe de travail. Le groupe de travail a été sollicité alternativement sur des aspects transversaux aux projets, des comparaisons des projets entre eux et l'approfondissement de thématiques projet par projet.
- La dernière et quatrième phase a porté sur l'analyse critique des données recueillies et enrichies au cours des phases précédentes. Le produit de cette démarche a été synthétisé à travers des recommandations en matière de management de projet complexe appliqué à ce domaine d'activité, des principes techniques à respecter et une liste d'indicateurs pour le suivi des futurs projets.

4.4 La construction des grilles

L'objectif principal a été de traduire le plus simplement possible les principes sélectionnés pour que les experts puissent se les approprier presque instantanément. Les grilles devaient être à la fois un support de recueil de l'information mais aussi un prétexte de confrontation des experts pour enrichir indirectement le débat et favoriser l'apprentissage.

Huit grilles ont été formalisées (une par thématique) et sont définies dans les paragraphes suivants.

- **Identification des critères de performances** : Cette phase a été animée à l'aide de la méthode des milieux extérieurs fréquemment utilisée dans les démarches d'Analyse de la valeur. Le débat a surtout porté sur l'identification des acteurs et leurs enjeux pour conclure sur l'identification de critères de performance propres à chaque type d'acteur.
- **Niveau de performance globale des machines** : Altshuller rappelle que l'évolution de la performance d'un produit au cours du temps décrit une courbe en S. Après la définition des critères de performances, une courbe en S a été utilisée pour positionner les machines étudiées en terme de niveau de performance globale : c'est-à-dire le niveau de performance atteint par rapport au niveau maximum atteignable avec les technologies employées.

- Services rendus et simplification d'utilisation : cette grille a été construite à partir de la loi d'idéalité, vérifiée lors de l'application simultanée de deux tendances : accroissement de services ou fonctions, d'une part, et simplification de fonctionnement ou d'utilisation, d'autre part [14].
- Souplesse des machines : dans le contexte de cette étude, l'objectif a été de vérifier si les prototypes étudiés évoluaient vers plus de souplesse et de contrôle, c'est-à-dire une maniabilité améliorée marquée par un nombre croissant d'axes de mobilité et se traduisant concrètement par une meilleure adaptabilité au terrain. La réflexion des experts a été animée autour d'un tableau de recensement des caractéristiques (axes x, y, z ; translation, rotation, degré de contrôle) en fonction des sous-ensembles mobiles (socle, bras, préhenseur) en comparaison à une machine de référence.
- Tendance à la réduction des tailles : dans le cas des équipements de BTP, l'objectif a été d'évaluer si les prototypes tendent à s'orienter vers des systèmes plus compacts proportionnellement à un rendement constant. Un débat a été mené en positionnant la tendance d'évolution des machines par rapport à un engin de référence selon deux axes : la taille et le rendement.
- Réduction de la participation humaine : les besoins de main-d'œuvre ont été évalués en considérant les ressources nécessaires non seulement au fonctionnement de chaque machine mais aussi aux tâches annexes comme la maintenance, par exemple.
- Richesse des disciplines de conception : une liste de disciplines pré-identifiées a été proposée aux experts puis complétée avant de servir à l'évaluation des machines une à une. Le niveau de maîtrise de chaque discipline a également fait l'objet d'un débat.
- Analyse du processus de conception : une phase d'étude a donc été consacrée au couple produit/procédé qui, bien que discuté de manière informelle au fil des débats, a été traitée formellement à l'aide d'un diagramme reprenant l'ensemble des étapes d'un processus d'innovation théoriquement idéal.

5. Résultats

5.1 Les cas étudiés

Cette démarche de retour d'expérience a porté sur l'évaluation de projets de développement « post mortem » c'est-à-dire de projets de développements passés et déjà arrêtés depuis plusieurs mois. Il faut aussi noter qu'il s'agit ici d'une étude portant uniquement sur des échecs : tous les projets traités sont des projets d'innovation échoués. Les six projets analysés au cours de cette étude ont tous conduit à l'élaboration d'un prototype.

5.2 Données collectées et commentaires

La démarche d'identification des critères de performances par acteur a permis de reconnaître quatre catégories d'acteurs : fabricants d'équipement, centres d'expertise, responsables de chantiers et maître d'œuvre (Etat).

Elle a aussi mis en évidence la complexité du milieu dans lequel évoluent les projets d'équipement de BTP, liée non seulement au nombre d'acteurs concernés mais surtout à un non partage des enjeux.

La discussion avec les experts dévoile qu'on ne peut considérer les performances des équipements sans y associer en parallèle la performance du Chantier. Dans cet environnement, les sous-systèmes (équipements) sont pratiquement indissociables du super-système (Chantier).

Finalement, quatorze critères de performances ont été listés pour les équipements (répartis entre 2 acteurs) et dix critères pour le chantier (répartis entre trois acteurs). Deux classes de critères ont été identifiées. D'une part, des critères indispensables qui, s'ils ne sont pas suffisamment satisfaits, peuvent être directement sources d'échec. Ces critères sont nécessaires à la réussite du projet mais pas nécessairement suffisants. D'autre part, des critères de forte différenciation qui ne conduiront pas nécessairement à l'échec s'ils ne sont pas satisfaits. En revanche, c'est à travers eux que se mesurera réellement l'innovation.

Les données récoltées montrent que les moyens technologiques mis en oeuvre au sein des équipements sont bien exploités : les équipements présentent majoritairement des niveaux de performances moyens (3 projets sur 6) voire même optimaux (2 projets sur 6). En revanche, à l'inverse des équipements, le chantier présente un niveau de performance globale faible et dispose encore, selon les experts, d'une grande marge de progression. Le débat autour des niveaux de performance atteints met en évidence les notions de performance individuelle pour chaque équipement et de performance collective qui rend compte de la contribution de chaque équipement à la performance globale du chantier. La performance individuelle rentre dans le champ des préoccupations du fabricant d'équipements alors que la performance collective sert les intérêts des responsables de chantiers.

Le croisement des deux tendances a permis d'identifier trois catégories d'équipements: (1) Les équipements qui appliquent la synergie accroissement de service et simplification, marqués par un mode d'innovation proche de la rupture ou innovation radicale. (2) Les équipements qui n'appliquent qu'une seule tendance favorable à la fois, marqués par un mode d'innovation basé sur l'amélioration des concepts existants dit innovation incrémentale. (3) Les équipements qui stagnent, concepts émergents qui nécessitent consolidation : un seul exemple parmi les cas étudiés d'un équipement qui n'apporte pas de service supplémentaire ni de simplification en terme d'utilisation. Finalement, l'évaluation de cette synergie permet, par exemple, de montrer que deux concepts contribuent à une conduite du chantier simplifiée et si, à titre individuel, ils

ne répondent pas au critère «coût», ils sont à réintégrer comme sous ensemble d'un engin plus complet. A la vue du diagnostic, les notions d'accroissement de services rendus et de simplification pour l'utilisateur méritent d'être insérées dans le tableau de bord dans la perspective de favoriser des innovations de rupture qui s'appuient sur cette synergie.

L'analyse des 6 prototypes met en évidence que le nombre de disciplines ayant contribué à la conception de chaque machine est seulement de trois en moyenne. Parallèlement à ce manque de richesse, on constate que les disciplines les plus fréquemment employées sont aussi les mieux maîtrisées : la mécanique, l'électronique, la mécanique des fluides (et des sols). Or, en matière de disciplines, l'idéal est de parvenir à un équilibre entre disciplines pleinement maîtrisées et disciplines émergentes dans la profession. Si l'ensemble des disciplines est maîtrisé, le risque d'erreur de conception est réduit mais peut souligner un manque d'investigation technologique. Inversement, si la part de disciplines non maîtrisées est prépondérante, le risque de mauvaise conception est grand et peut conduire à des machines avant-gardistes mais non fiables. La faible prise en compte de disciplines telles que la mécanique vibratoire, le design ou l'ergonomie sont dommageables en terme de conception. Nous avons donc recensé des disciplines d'appui possible en complément de celles que maîtrisent et utilisent les concepteurs .

Les données collectées soulignent que deux équipements répondent favorablement à cette tendance d'optimisation du rapport taille/rendement. Ce constat relance la question de la nécessité de créer une gamme par type de machine. Là encore, cette tendance pourra enrichir le tableau de bord de conception, d'autant plus qu'elle permet de répondre aux critères de performance que sont la traficabilité et la facilité de transfert des équipements sur les différents chantiers.

Après avoir porté sur l'évolution de la «souplesse» des équipements, le débat conduit les experts à évaluer l'impact de cette évolution sur l'organisation du chantier. Cette réflexion met en évidence que l'apport de souplesse « mécanique » pour les équipements ne se traduit en aucun cas par une amélioration en terme de souplesse organisationnelle du chantier. On constate même que l'ensemble des équipements étudiés apporte plus de contraintes au chantier que de réelle souplesse. Là encore, cette notion de souplesse pourra être intégrée dans le tableau de bord en distinguant les deux niveaux concernés et leurs impacts mutuels : souplesse équipements et souplesse organisationnelle du supersystème.

Dès que le critère de coût de production unitaire est abordé, le besoin de réduction de la main-d'œuvre apparaît comme une évidence, voire comme une condition de survie dans le contexte européen à venir. En revanche, en contradiction forte à cette évidence, les résultats soulignent qu'un seul équipement permet une réduction de la participation humaine. En effet, le travail de groupe met en évidence que tous les engins considérés nécessitent plus de ressources de maintenance et seul un équipement sur six permet une réduction de main-d'œuvre

d'exploitation, participation humaine au fonctionnement direct de l'engin. En réalité, la réduction de la participation humaine n'est qu'annexe, l'objectif ultime est d'assurer une progression de la compétitivité du chantier. Ici, l'étude est surtout orientée sur l'étape de la réalisation et du suivi du chantier, mais cette tendance à la diminution de la main-d'œuvre de production pourrait être accompagnée d'un accroissement des ressources intellectuelles vers des opérations à plus forte valeur ajoutée au niveau du système chantier.

La discussion autour du diagramme de gestion de projet innovant soulève qu'aucune méthodologie de conception, de gestion de projet ou de processus d'innovation formalisé n'a été utilisée dans le cadre de ces projets. L'analyse du phasage et de l'avancement des projets met aussi en évidence que la dimension Marketing n'a pas été prise en compte. Le projet d'un des équipements (numéro 1) a été poussé jusqu'aux tests sur chantier alors même que la demande n'avait pas été confirmée. Cet équipement, dont l'intérêt repose principalement sur une amélioration des conditions d'hygiène et de sécurité pour l'utilisateur, a fait l'objet d'un projet avancé alors même que l'absence de réglementation ou de spécification dans les contrats ne permettait pas de justifier l'existence du projet. Il en est de même pour deux autres projets où l'absence de réglementation tue le besoin potentiel. Ces dysfonctionnements révèlent aussi l'absence d'ingénierie simultanée, c'est-à-dire la gestion parallèle de plusieurs démarches complémentaires (étude marketing, analyse de risque, projections économique et financières...) visant à assurer une conception qui tient compte le plus tôt possible des contraintes et opportunités de l'environnement du projet. D'autre part, deux projets d'équipements mettent en évidence une implication trop tardive des constructeurs de machines au sein du projet. Les projets sont portés par les centres techniques pratiquement jusqu'à leurs termes alors même qu'ils ne disposent pas de toutes les informations nécessaires pour mener ce type de projets. A titre d'exemple, ils ne connaissent pas la taille de marché « minimale » ou volume critique pour lancer un nouvel équipement et manquent d'informations marché pour fixer des priorités raisonnées (en volume de vente potentiel) sur les projets d'équipements à privilégier. Ce manque d'échanges entre les concepteurs et les constructeurs empêche non seulement une analyse précoce des moyens de production d'équipements, des projections financières et marketing, mais surtout, l'appropriation du projet pour la phase d'industrialisation. Dès le débat sur les critères de performance, le coût de production des équipements est identifié comme une cause récurrente d'échec (pour 4 projets sur 6). Or, la conception de systèmes innovants pourrait fonctionner selon le principe CCO de Conception à Coût Objectif.

Enfin, aucun des projets étudiés ne fait référence à un mode de partenariat ou de co-conception.

6. Conclusion

A l'avenir, la prise en compte des conclusions de cette analyse devrait permettre d'optimiser la composition des groupes projets et de leurs réseaux d'appui. Le schéma d'organisation décrit ci-après est proposé : un « groupe projet » central autour d'un nombre restreint d'interlocuteurs clés qui assureront la conduite du projet (compétences indispensables) et un « réseau élargi » qui intègrera des disciplines émergentes et compétences « décalées » par rapport aux thématiques classiques des chantiers, pour élargir les perspectives du projet et promouvoir l'innovation. L'organisation des projets devra favoriser l'intégration des fabricants d'équipements dès les phases amont du processus de conception et encourager les co-développements. D'autant plus, que le maître d'œuvre (état et collectivités) n'étant pas, par sa nature, moteur de l'innovation, le processus de conception devra être porté par les acteurs les plus motivés.

Le groupe projet devra aussi être particulièrement vigilant sur son propre processus de validation. Il convient de mettre en place des démarches continues pour tester les concepts générés, valider les choix et assurer le suivi des projets auprès de l'ensemble des acteurs concernés même si cela nécessite l'utilisation d'outils sécurisant la propriété intellectuelle des informations. C'est suite à cette étude et pour répondre à ce contexte complexe qu'un processus d'innovation basé sur l'ingénierie simultanée avec jalons, check liste, tableau de bord et méthodologie de suivi de conception est en cours de formalisation.

7. Bibliographie

- [1] A. Lannoy, Retour d'expérience technique, Techniques de l'Ingénieur, BM 5011, Juin 2004
- [2] H. Houdoy, Pilotage et évaluation des processus de conception, chap. 3, L'évaluation dans la conception simultanée du produit et l'usage, pp. 69-87, L'Harmattan, (1999).
- [3] J. Renaud, Habilitation à Diriger des Recherches, (2002).
- [4] M. Grundstein, J.P. Barthès, An industrial view of the process of capitalizing knowledge, Proceeding of the international symposium on management of industrial and corporate knowledge, ISMICK'96, pp. 258-264, (1996).
- [5] G. Simon, Capitaliser les connaissances par la mise en oeuvre de mémoires techniques, Hermès, Informatique et Systèmes d'Informatique, (2001), pp. 133-152.
- [6] J. Aubret, P. Gilbert, Valorisation et validation de l'expérience professionnelle, Dunod, Les topos, (2003).
- [7] P. Drucker, Au-delà du capitalisme, la métamorphose de cette fin de siècle, Dunod, Paris, Edition originale Post-capitalism Society, Butterworth-Heinemann, Ltd., Oxford, (1993).
- [8] D. Thévenot, Le partage des connaissances : une mémoire interactive pour la compétitivité de l'entreprise, Lavoisier TEC&DOC, (1998).

- [9] P. Tourtier, Analyse préliminaire des métiers et de leurs interactions. Rapport intermédiaire du projet GENIE, INRIA-Dassault-Aviation, (1995).
- [10] L. Steels, Corporate knowledge management. Proceedings of the International Symposium on the management of industrial and corporate knowledge (ISMICK'93), Compiègne, pp.9-30 (1993).
- [11] Vranes, S., Stanojevic, M., Design knowledge representation in Prolog/Rex. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 12, (1999) pp. 221-228.
- [12] A. Faro, D. Giordano, Concept formation from design cases : why resuing experience and why not, pp. 437-448 (1998).
- [13] M. Muffatto, M. Roveda, Developing product platforms : analysis of the development process, Technovation 20, pp. 617-630 (2000).
- [14] G. Altshuller, TRIZ The innovation algorithm, systematic innovation and technical creativity. Traduit par Lev Shulyak et Steven Rodman, Technical Innovation Cneter Inc., Worcester, MA, 1999.
- [15] D. Choulier, Synthèse sur les lois d'évolution, comparaison entre Simondon, Deforge et Altshuller, UTBM, rapport interne de recherche, (2000).
- [16] Y. Deforge, Maloine, Technologie et génétique de l'objet industriel, SA Edition, Paris (1981).
- [17] P. Millier, Stratégie et Marketing de l'Innovation Technologique, Dunod, Paris, 1997.
- [18] NFX 50-156, AFNOR, Management par la valeur - Conception à Objectif Désigné ou à Coût Objectif - Exigences pour un pilotage concerté de la conception, Décembre 20.