



Innovation fondée sur les connaissances. Une expérimentation sur l'innovation technique incrémentale

Pierre Saulais, Jean-Louis Ermine

► **To cite this version:**

Pierre Saulais, Jean-Louis Ermine. Innovation fondée sur les connaissances. Une expérimentation sur l'innovation technique incrémentale. GeCSO (Gestion des Connaissances, Société et Organisations), May 2012, Montréal, Canada. pp.25. hal-00984130

HAL Id: hal-00984130

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00984130>

Submitted on 27 Apr 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**Innovation fondée sur les connaissances.
Une expérimentation sur l'innovation technique incrémentale**

Pierre Saulais, Jean-Louis Ermine

GeCSO (Gestion des Connaissances, Société et Organisations),
Montréal, 30, 31 mai, 1er juin 2012

Innovation fondée sur les connaissances. Une expérimentation sur l'innovation technique incrémentale

Pierre Saulais¹, Jean-Louis Ermine²

¹ *Thales Air Systems* pierre.saulais@thalesgroup.com

² *Télécom Ecole de Management* jean-louis.ermine@it-sudparis.eu

RESUME : Le travail présenté dans cet article se situe dans le cadre général de l'innovation fondée sur les connaissances, qui concerne l'innovation pilotée par le portefeuille de capacités stratégiques de l'entreprise. Il aborde plus précisément le processus de créativité stimulée par les connaissances, dans le cadre de l'innovation incrémentale dans un domaine de haute technologie. Un cas d'application dans l'entreprise Thales a permis de concrétiser opérationnellement cette approche. En termes théoriques, cette étude a montré que la créativité est un processus d'évolution d'un patrimoine de connaissances existantes. On peut construire un événement déclencheur de ce processus d'évolution, grâce à un stimulus cognitif construit sur une représentation historique du patrimoine concerné qui retrace les trajectoires technologiques de l'entreprise. Ce processus met en jeu individuellement et collectivement un ensemble d'acteurs impliqués dans la construction préalable de ce patrimoine et dans son évolution stratégique dans l'entreprise. En termes industriels, l'étude a permis de construire un processus de créativité stimulé et de montrer sa faisabilité opérationnelle pour un éventuel déploiement.

MOTS CLES : Innovation fondée sur les connaissances, créativité stimulée, innovation technique

ABSTRACT: This paper is within the general framework of Knowledge Based Innovation, which is an approach of innovation related to the strategic capacities of the firm. It is precisely dedicated to knowledge based stimulated creativity for incremental innovation in a high-tech domain. An experiment in Thales Company was performed to prove operational feasibility and validate theoretical concepts. From a theoretical point of view, it shows that creativity is an evolution process of an existing knowledge capital. A triggering event of that process can be obtained as a cognitive stimulus built from an historical representation of the concerned knowledge capital, which models the technological trajectories of the firm. This process involves, individually and collectively, a set of actors implied in the construction of the knowledge capital, and in its strategic evolution in the firm. From an industrial point of view, the experiment leads to a feasible methodology for stimulated creativity that can be deployed in the company.

KEYWORDS: Knowledge based innovation, stimulated creativity, technical innovation

1. Introduction

1.1 Définition générale de l'innovation fondée sur les connaissances

Dans sa forme la plus générale, l'innovation fondée sur les connaissances représente l'innovation pilotée par le portefeuille de capacités stratégiques de la firme. Ce pilotage peut s'exercer de deux façons différentes. La première façon est de le piloter en fonction l'environnement de la firme envisagé comme un écosystème, incluant les concurrents, les partenaires, l'environnement scientifique et technique, différentes autres partie-prenantes etc. La seconde façon est de le piloter en fonction des ressources internes disponibles qui sont les conditions nécessaires de développement des capacités stratégiques, notamment les savoirs stratégiques de la firme. C'est la confrontation des ces savoirs internes avec l'écosystème de la firme qui permet de faire émerger les innovations différenciantes. L'innovation fondée (ou basée) sur les connaissances (« Knowledge Based Innovation ») est donc un processus de gestion des connaissances qui s'appuie sur le patrimoine de connaissance de la firme pour l'aider à innover.

La relation entre gestion des connaissances et innovation a été étudiée depuis longtemps (Daghfous & White, 1994; Kerssens-van Drongelen, De Weerd-Nederhof, & Fischer, 1996; Leonard-Barton, 1995; Skyrme & Amidon, 1999; Von Krogh, Ichijo, & Nonaka, 2000) etc. Selon (Coombes & Hull, 1998), il y a deux types d'approches. La première approche est de type « endogène » et se base sur la notion « trajectoire technologique » : c'est le patrimoine de connaissances existant qui conditionne les idées futures, et amènent ainsi à l'innovation. L'innovation dépend d'un certain nombre de facteurs internes à la firme, qui déterminent, d'une certaine manière, son émergence. C'est un concept dit de "dépendance du sentier" (« path dependency ») (Coriat & Weinstein, 1997; David & Foray, 1992). Cette hypothèse est connue en économie, elle explique les diversifications stratégiques que vivent les entreprises, elle peut aussi expliquer les innovations qui apparaissent dans les organisations. La deuxième approche est de type « exogène » et se base sur la notion de « capacités stratégiques » (« core competencies »), qui sont des compétences organisationnelles pouvant être combinées pour générer de l'innovation. Ces capacités sont dynamiques, car elles peuvent se renouveler pour se mettre en adéquation avec l'environnement économique en constante évolution (Prahalad & Hamel, 1990; Teece, Pisano, & Shuen, 1997). La firme est donc ouverte à l'acquisition externe de connaissance pour

généraliser de l'innovation. Ces deux approches sont en fait complémentaires (Grant, 1996; Spender, 1996). En fait, la capacité à acquérir des connaissances de l'extérieur dépend de celles qui ont été accumulées précédemment dans la firme, car celle-ci ne peut pas utiliser des connaissances externes sans les comprendre (Cohen & Levinthal, 1990).

L'innovation fondée sur les connaissances consiste donc à s'appuyer sur le patrimoine de connaissances existantes dans la firme, qui est son « patrimoine génétique », et à favoriser des « lois d'évolution » (accommodation, assimilation, mutation ...) de ce patrimoine, en relation avec son environnement. C'est typiquement une hypothèse évolutionniste darwinienne qui est posée ici. Ce n'est pas vraiment une hypothèse très nouvelle. En fait, les idées évolutionnistes de Lamarck et Darwin ont eu très tôt de très grands retentissements, et le modèle évolutionniste a été très rapidement l'objet de transpositions dans de nombreux domaines, très différents de la biologie : l'anthropologie (Sapir, 1967), la psychologie cognitive (Piaget, 1976), la philosophie (Durkheim, 1884), l'épistémologie citée dans (Versailles, 1999), la théorie de la complexité (Heudin, 1998), l'histoire des techniques (Deforge, 1985; Jukes, 1982), l'informatique (Torres Carbonell & Parets-Llorca, 1996), la gestion des connaissances (Barthelmé, Ermine, & Rosenthal-Sabroux, 1998; Ermine & Waeters, 1999), etc. Appliquer cette hypothèse à l'innovation fondée sur les connaissances nous permettra de mettre en œuvre des supports opérationnels et efficaces pour l'innovation (notamment l'innovation incrémentale qui est envisagée dans ce travail).

1.2 Objectifs de la recherche

L'objectif de ce travail est de donner une illustration opérationnelle de l'hypothèse évolutionniste sur l'innovation incrémentale dans un domaine de haute technologie : le radar (Skolnik, 2002). Plus précisément, il s'agit de montrer qu'en se basant sur le patrimoine de connaissances techniques du domaine radar de l'entreprise, il est possible de mettre en place un processus de stimulation de la créativité dans l'organisation qui débouche sur des propositions techniques innovantes qui peuvent s'intégrer dans la stratégie industrielle.

2. Cadre théorique

2.1 Créativité et inventivité dans le processus d'innovation

Le Club Gestion des Connaissances¹ a fait récemment une étude de nombreuses méthodes opérationnelles d'innovation dans les entreprises, synthétisée dans la figure 1

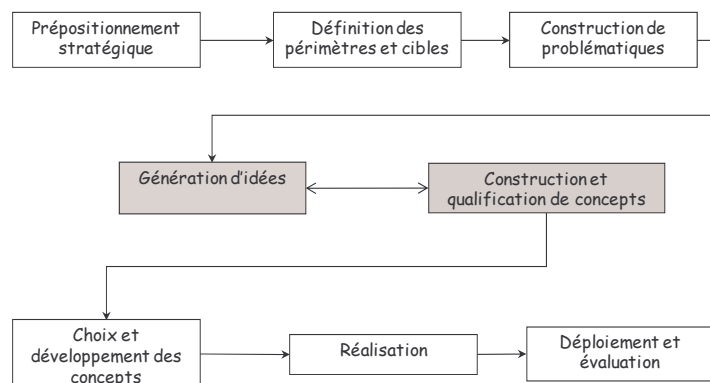


Figure 1 : un processus générique d'innovation

Dans ce processus, on voit apparaître les notions de créativité et d'inventivité illustrées par deux activités se déroulant en parallèle, la génération d'idées d'une part, la construction et la qualification de concepts d'autre part. En effet, dans le modèle AIL défini dans (Saulais & Ermine, 2011), (A pour les acteurs de la connaissance, I pour le patrimoine intellectuel tangible –i.e. informationnel-, L pour le patrimoine intellectuel intangible), la créativité est vue comme un flux cognitif de A vers L, correspondant aux capacités permettant la génération d'idées. L'inventivité est vue comme un flux de L vers A, puis éventuellement vers I, correspondant à la mise en action de ces capacités conduisant à la création d'œuvres de l'esprit, au sens juridique, utilisant les idées générées, susceptibles par la suite d'être matérialisées par des supports d'information, et donc potentiellement génératrices de propriété intellectuelle. On peut ainsi dire, dans cette optique, que la créativité est ici la génération d'idées et l'inventivité la création de connaissances (puis d'information) à partir de ces idées. Souvent, il n'est pas fait de distinction entre créativité et inventivité. Les techniques dites de « créativité » sont souvent déconnectées à la fois des connaissances existantes et de la création de nouvelles connaissances susceptibles d'être matérialisées dans le patrimoine intellectuel tangible. Elles reposent sur des principes qui sont à la base de ces techniques. On peut en distinguer trois sortes :

¹ Le club gestion des connaissances est une association d'entreprises fondée en 1999 et présidée par Jean-Louis Ermine. Son objectif est de constituer un référentiel commun de concepts et d'outils pragmatiques pour implanter la gestion des connaissances dans les entreprises.

- Le principe de « divergence-convergence » :

C'est le type d'outil de créativité le plus répandu, avec une pléthore de dispositifs et méthodes classiques (Louafa & Ferret, 2008). Il inclut une phase de pensée divergente (s'éloignant du problème posé, en faisant appel à la subjectivité, l'analogie, l'imagination, pour mieux y revenir sous un autre angle,) et une phase de pensée convergente (transformant des idées en solutions répondant au problème initial, à partir de raisonnement logique). Ce processus ne permet pas de trouver « la » solution à un problème, mais de produire une foule d'options possibles. La divergence classique constitue un processus en boucle ouverte sans régulation ni encadrement : en ce sens, elle n'est pas optimale.

- Le principe d'analogie :

L'analogie est le principe de base de la célèbre méthode TRIZ, acronyme russe de "Théorie de la Résolution des Problèmes Inventifs", dédiée à la résolution de problèmes techniques nécessitant des solutions innovantes (Altshuller, 1984). Elle montre que, face à un problème technique nécessitant une invention, il est possible de s'inspirer des solutions utilisées dans d'autres domaines pour résoudre des problèmes similaires. TRIZ est l'archétype d'une méthode de conception innovante fondée sur les connaissances : elle va puiser des idées existantes dans des bases de données, les solutions générées sont toutes basées sur des connaissances déjà existantes. C'est aussi typiquement une méthode de créativité, puisqu'elle ne fournit aucun moyen de concrétiser les voies de solutions obtenues, et donc nécessite par la suite un processus complémentaire pour fournir une conception innovante, et donc des connaissances susceptibles d'être brevetées comme invention.

- Le principe d'expansion :

Pour (Hatchuel & Weil, 2009) le principe d'expansion est une notion centrale pour toute théorie de la conception. C'est une notion intuitive exprimant le talent, la découverte, l'invention, l'originalité. La notion d'expansion appelle d'autres notions. C'est une notion relative à un groupe de concepteurs, qui dépend des connaissances qu'il possède déjà : un spécialiste peut voir une innovation là où un profane ne voit rien de nouveau. Hatchuel et Weil ont développé la théorie C-K en ingénierie de la conception pour formaliser une véritable approche de la conception créative. C'est un des exemples actuels d'approche basée sur les connaissances, car l'innovation en conception est constamment en relation de contrôle avec le patrimoine de connaissances du système ou des acteurs. Le schéma synthétique de l'approche est composé par un espace K de connaissances (le patrimoine de connaissances), et un espace C dit de concepts, qui peut être compris comme l'espace des idées (innovantes) qui ne sont pas encore validées (ce ne sont pas encore des connaissances susceptibles, répétons le, de générer de la propriété intellectuelle). Le processus C-K est une boucle entre ces deux espaces (figure 2), qui fonctionne de la manière suivante : le concept initial (l'exemple classique est « un bateau qui vole ») est partitionné en utilisant des connaissances connues (partition disjonctive, on précise le concept initial avec des éléments connus : des ailes, des hélices ...), ces partitions ajoutent de nouvelles propriétés et créent de nouveaux concepts (expansion : un bateau qui vole avec des ailes, des hélices ...), on retourne ensuite dans l'espace de connaissance pour vérifier la possibilité du concept (conjonction : Un bateau qui vole avec des ailes est-il possible ?) on utilise des moyens adaptés à la situation : expériences, calculs... et on produit alors une expansion de K, on élargit le patrimoine des connaissances, et ainsi de suite jusqu'à un concept validé. On peut voir une illustration réelle de cette théorie par exemple dans (Soulignac, Ermine, Paris, Devise, & Chanet, 2011).

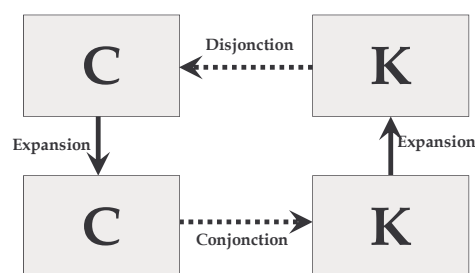


Figure 2 : le processus C-K

Dans ce travail, nous proposons de nous appuyer sur un nouveau principe, qui est celui d'émergence, lié à la théorie de l'évolution et à la théorie du chaos

2.2 Le principe d'émergence

Le processus de créativité est analogue à un processus appelé « chaotique ». (Gleick, 1987; Prigogine, 1996). Un tel processus est caractérisé par sa « Sensibilité aux Conditions Initiales » (SCI). Ceci signifie que, dans la résolution d'un problème donné, la moindre variation de contexte aboutit à un résultat très différent. Cette propriété caractérise un phénomène de divergence. Comme on sait, une grande partie des phénomènes présents dans la nature, qu'ils soient physiques, chimiques, biologiques, voire psychologiques sont de nature chaotique. Cependant, dans ces phénomènes, l'introduction d'une boucle de régulation, permet de faire émerger une structure stable (un attracteur) par filtrage des sorties produites par la divergence. Cette structure est une solution nouvelle et adaptée au problème posé. Le problème de la créativité se situe bien dans ce cadre : par quelle régulation faire émerger une solution nouvelle et adaptée à partir

d'un phénomène de divergence?

L'hypothèse évolutionniste pour l'innovation, énoncée au début de cet article, permet de s'appuyer sur les théories de l'évolution pour formuler de nouveaux principes pouvant guider le processus d'innovation. (Heudin, 1998) a formulé un modèle général d'évolution des systèmes, décrit par la figure 3.

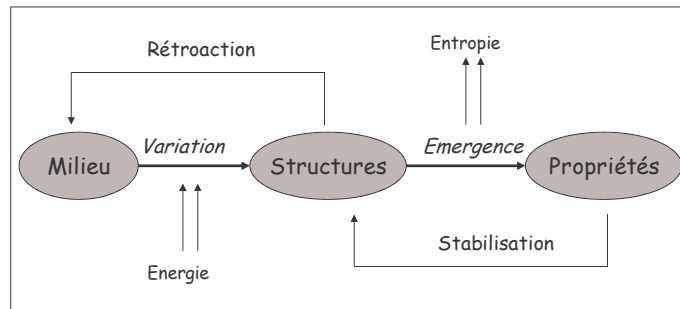


Figure 3 : Modèle général de l'évolution des systèmes

Un système est bâti sur des structures qui peuvent être transformées sous l'effet d'un apport d'énergie. Cette transformation est régulée par sa confrontation au milieu. Ces structures ont une finalité qui s'exprime par des propriétés. En se transformant, ces structures acquièrent des propriétés nouvelles. Dans le processus d'évolution, ne sont conservées que les propriétés qui sont conformes à la finalité du système, c'est la boucle de stabilisation. Celles qui disparaissent correspondent à ce qu'on appelle l'entropie du système. Cette opération de création de propriétés pertinentes est donc un phénomène d'émergence puisque c'est une solution nouvelle et adaptée pour l'évolution du système considéré.

Dans (Saulais & Ermine, 2011) ce modèle a été adapté à l'hypothèse évolutionniste pour la génération d'idées (Figure 4).

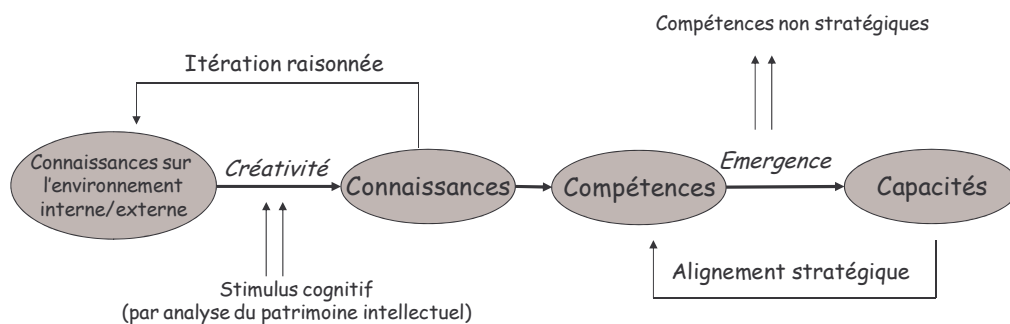


Figure 4 : Modèle d'évolution des connaissances

Les structures évolutives dans le modèle général sont, dans notre cas, les connaissances organisées. Celles-ci vont être enrichies sous l'effet d'un stimulus cognitif (l'équivalent de l'énergie du modèle général), qui résulte d'une analyse structurée du patrimoine intellectuel. Ce stimulus consiste à confronter cette analyse avec le patrimoine cognitif des acteurs de la connaissance (experts métiers), qui sont porteurs de savoirs de référence à la fois sur leur environnement externe (marchés, état de l'art etc.) et sur l'environnement interne (ressources propres tangibles et intangibles de l'entreprise). Ce patrimoine cognitif des acteurs correspond au rôle que joue le milieu dans le modèle général. Le résultat de la confrontation va créer des variations dans les structures de connaissance sous forme de projets d'évolution du patrimoine intellectuel. Cette créativité est soumise à une boucle de rétroaction : on élimine les variations qui sont trop éloignées ou trop proches des savoirs de référence. Dans cette boucle d'évolution apparaissent des connaissances nouvelles, qui sont filtrées dans l'organisation par la possibilité de les mettre en action, c'est-à-dire de générer des compétences (connaissances en action). L'activité de l'organisation correspond à une finalité productive, si bien que les compétences nouvelles doivent engendrer des capacités productives. L'alignement stratégique de ces capacités potentielles permet de contrôler la conformité des compétences émergentes avec les objectifs de l'organisation. Celles qui sont considérées comme non stratégiques ne sont pas retenues et correspondent à l'entropie dissipée par le système dans le modèle général.

Cette opération de création de capacités est donc un phénomène d'émergence puisque le résultat est une un produit structuré complet (des produits innovants) qui prend sens pour l'organisation. Elle correspond à ce que les biologistes appellent « qualité émergente ». Le cadre décrit ici nous permet de mettre en place un mécanisme opérationnel de génération d'idées régulé, pondéré puis orienté vers les objectifs de l'entreprise.

2.3 L'analyse de la création en tant qu'actif immatériel

Le Code de la Propriété Intellectuelle dispose que l'auteur d'une œuvre de l'esprit jouit sur cette œuvre, du seul fait de sa création, d'un droit de propriété incorporelle exclusif et opposable à tous, qui comporte des attributs d'ordre intellectuel et moral ainsi que des attributs d'ordre patrimonial (Code Propriété Intellectuelle, 2008 : Article L 111-1). Cette propriété incorporelle est, par essence, distincte de la propriété corporelle du support physique de l'œuvre de l'esprit. Autrement dit, la notion d'œuvre met en lumière la dualité de son contenu et de son support. Le contenu est, par essence, dématérialisé et inaliénable du fait de sa nature purement intellectuelle. Le support appartient au monde sensible, il peut être diffusé et faire l'objet de toutes sortes de transaction. Le contenu participe ainsi du patrimoine intellectuel tandis que le support participe du système d'information, considéré ici comme dépositaire de supports matérialisant la création d'une œuvre de l'esprit.

La représentation du concept d'activité vue comme une création en tant qu'actif immatériel selon un modèle systémique est largement détaillée dans (Saulais & Ermine, 2011b).

Le patrimoine intellectuel étant un sous-système du patrimoine de connaissances, le modèle proposé ici s'appuie sur le modèle AIK proposé dans (Ermine, 2008). Nous avons fait évoluer ce modèle en transformant le système K des connaissances du modèle initial en système L représentant le patrimoine intellectuel. Le modèle AIL ainsi obtenu se compose de trois composants fondamentaux qui sont trois sous-systèmes reliés par des flux (figure 5).

En résumé, l'objectif essentiel visé dans l'exploitation du patrimoine intellectuel inventif consiste en l'identification et la caractérisation des flux de créativité et d'inventivité dans une fenêtre temporelle donnée (année civile d'observation) [éligibilité] puis du flux d'expression [justification] et enfin du flux d'appropriation [valorisation du dossier d'inventivité en interne à l'entreprise].

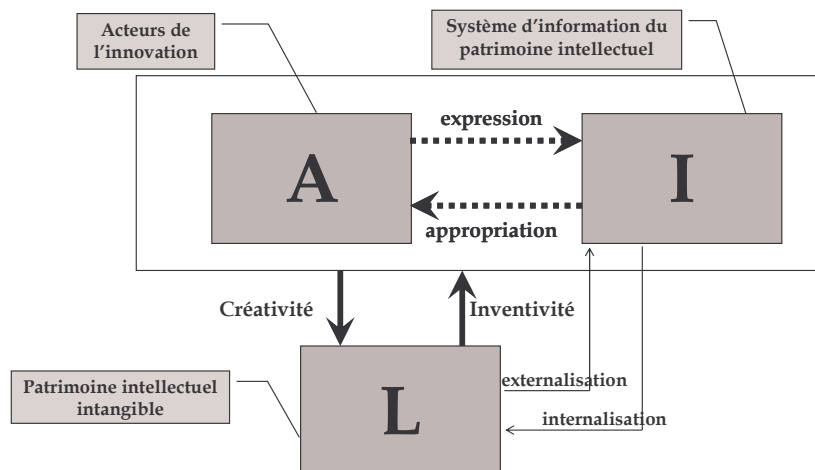


Figure 5 : Le modèle systémique AIL du patrimoine intellectuel

3. Cadre méthodologique

La méthodologie proposée est bâtie sur la représentation des éléments explicites de la partie inventive du patrimoine intellectuel, appelée ici « corpus intellectuel ». Cette représentation est ensuite utilisée comme stimulus cognitif (décrit dans la figure 4) pour stimuler la réflexion des acteurs de la connaissance sur l'évolution possible des connaissances dans plusieurs domaines de connaissances de leur organisation.

3.1 Structuration du Corpus intellectuel en domaines de connaissances

Le corpus intellectuel utilisé est le sous-ensemble du patrimoine des connaissances tangibles constitué par les traces inventives des trente dernières années (brevets d'invention, articles et communications, rapports d'étude, mémoires internes et papiers blancs, supports de présentations et supports de cours). Ces traces sont datées et pondérées, autant que faire se peut, par un chiffre représentant l'investissement (en hommes/mois) pour acquérir les connaissances relatives à ces documents. Chaque trace est attachée à un domaine de connaissance concernant l'objet technique concerné (le radar). La structuration d'un objet technique en domaines de connaissances n'est pas chose facile, et il est difficile d'obtenir un consensus sur celle-ci. La figure 6 décrit la décomposition en dix domaines de connaissances de l'objet technique d'étude. Ces dix domaines sont conformes à la description métier mondialement admise (Barton, 1976; Nathanson, 1991; Skolnik, 2002). La description de chaque domaine a été réalisée ici selon l'approche systémique (Bertalanffy, 1968) incluant un point de vue fonctionnel (ce que le système fait), un point de vue structurel (ce que le système est), un point de vue applicatif (ce à quoi il est destiné) et un point de vue génétique (ce en quoi il évolue) constitué par l'axe temporel des autres points de vue. La figure 7 fournit un exemple de carte cognitive

pour le domaine de connaissances « Algorithmes », avec la décomposition des aspects fonctionnel, structurel et applicatif selon onze « points de vue ».

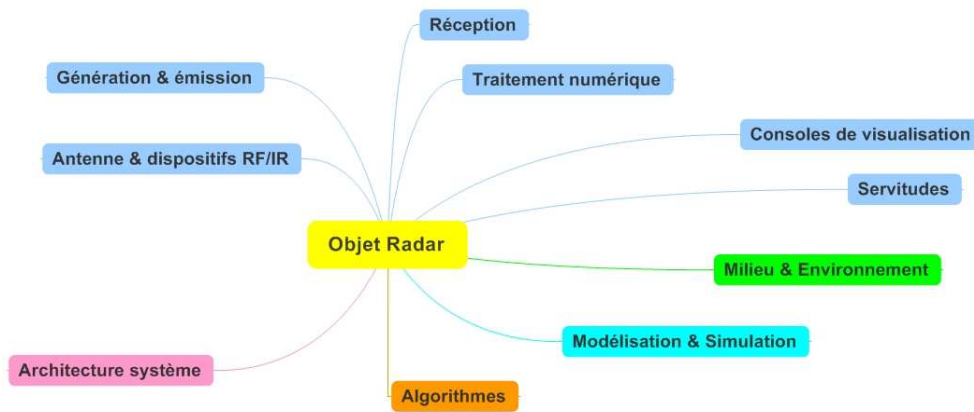


Figure 6 : Les dix domaines de connaissances de l'objet radar

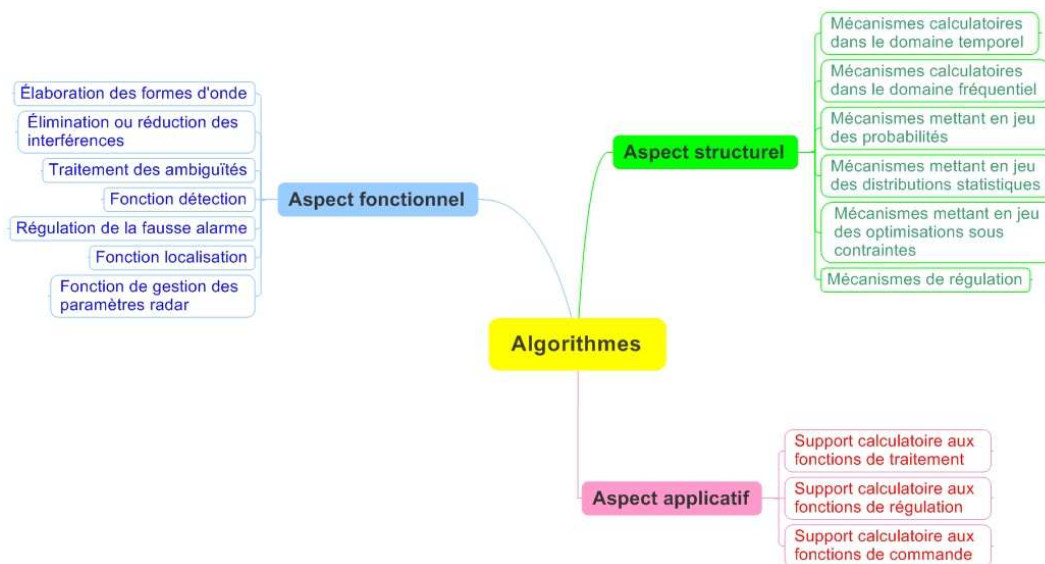


Figure 7 : Une carte cognitive de patrimoine intellectuel selon un domaine de connaissances [cf. (Le Chevalier, 2002)]

3.2 Les acteurs de la connaissance impliqués

Pour être efficace en termes d'innovation, la méthode doit s'inscrire dans le cadre de l'organisation, en cohérence avec les missions et tâches des participants. La société Thales Air Systems a créé un réseau, appelé *K & T* (*Knowledge & Technology*), regroupant les intervenants reconnus par l'organisation comme experts de leur domaine. C'est au sein de ce réseau que s'est déployée la méthodologie dans la phase d'expérimentation.

D'autres acteurs de la société ont été mobilisés pour assurer la validation et l'intégration des connaissances discutées et créées pendant l'expérimentation. Outre les experts du réseau K&T représentant leur domaine, ont été mobilisés :

- Les pairs, dont le rôle est de réagir aux propositions d'éléments prospectifs proposés par les représentant des domaines (issus du *K & T* ou extérieurs à l'entité, du domaine ou d'un domaine complémentaire).
- Les experts de terrain, en contact avec les clients (porteurs des connaissances techniques terrain et client), dont le rôle est d'apporter le point de vue technique du client.
- Les représentants de l'animation technique, dont le rôle est d'apporter le point de vue de la « politique technique », en termes de filières techniques et technologiques.
- Les représentants de la stratégie de l'entité, dont le rôle est d'apporter des éléments de politique produit et marketing

.3 Le processus de créativité

La méthode de créativité proposée comporte trois étapes (figure 8). La première est dédiée à la stimulation individuelle au travers de séances individuelles de créativité, la deuxième organise la confrontation des résultats

individuels au moyen d'un débat avec un groupe d'acteurs concernés, la troisième concerne la diffusion du bilan aux acteurs concernés sous forme de la vision prospective obtenue, d'un côté pour les experts du domaine, et d'un autre pour les autres acteurs concernés par l'innovation dans l'entreprise.

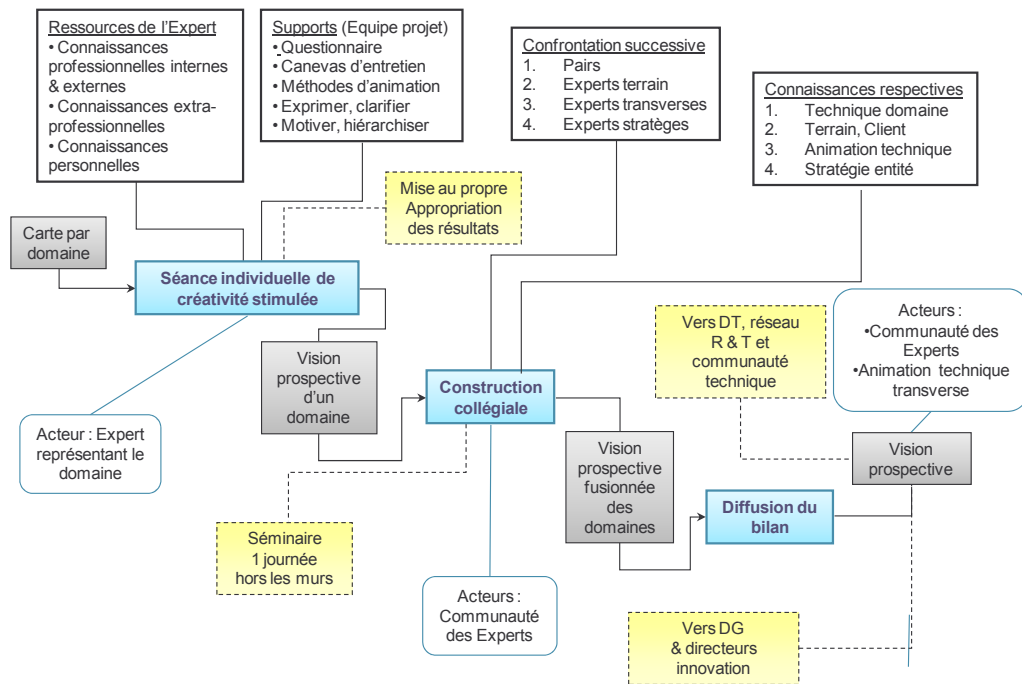


Figure 8 : Le processus de créativité mis en œuvre

4. Mise en œuvre de la méthode

La méthode a été mise en œuvre dans le cadre d'une expérimentation appelée ICAROS (*Intellectual Corpus Analysis for Reasoned Openmindness Stimulation*) menée en septembre/octobre 2011 et portant sur une partie réduite du domaine radar (3 domaines de connaissance sur 10) et de la communauté K&T. Cette expérimentation représente la partie expérimentale du projet de recherche que l'auteur mène actuellement en tant que doctorant, tout en continuant à exercer dans la société son activité d'expert radar sans aucun rapport avec la gestion des connaissances : le découplage de l'activité salariée et de l'activité du projet de recherche (lancé par le salarié à son initiative et mené dans l'entreprise sous sa seule responsabilité) est total. L'auteur a exploité ses propres compétences d'expert pour recenser, organiser et interpréter le Corpus intellectuel de son entité.

4.1 Recensement du Corpus intellectuel

La phase préliminaire dédiée au recueil et à l'analyse des traces des activités inventives des trente dernières années a été menée par l'auteur en garantissant complétude et objectivité. Pour cela, il a sollicité l'expert reconnu par l'organisation comme représentant chacun des trois domaines de connaissances de l'expérimentation, afin que cet expert fournisse la liste initiale des contributeurs majeurs de son domaine de connaissances. Cette liste a été enrichie avec d'autres personnes désignées par cooptation successive au cours des entretiens que l'auteur a menés. Un recoupement des traces a été ainsi mis en œuvre pour appuyer ou compléter les dires individuels. Les limites du recensement proviennent du temps d'entretien, du temps d'exploitation, de la « modestie » de certains contributeurs, de l'absence fréquente de pondération en charge de travail de l'activité inventive associée aux traces.

L'auteur a ensuite reporté le recensement constitutif du corpus intellectuel sur les cartes des domaines correspondants, qui vont servir à stimuler les experts au cours de séances individuelles de créativité afin qu'ils formalisent les éléments prospectifs qu'ils conçoivent pour leur propre domaine de connaissances.

Le recensement du corpus intellectuel est une tâche assez lourde. Pour trois domaines de connaissances, il a mobilisé soixante-deux entretiens, d'une durée comprise entre une demi-heure et deux heures et demie, pour un total de quatre-vingt-treize heures. L'exploitation des entretiens, la projection datée sur trente ans des éléments recensés dans les cartes de connaissance, l'analyse et l'interprétation des traces de recensement et des trajectoires formées par les traces dans les cartes de connaissance représentent également un important effort, heureusement facilité par le statut d'expert métier de l'auteur. Indépendamment de l'expérimentation ICAROS sur la stimulation de la créativité, le recueil et la synthèse raisonnée de l'activité inventive menée sur une trentaine d'années par plus de soixante experts dans les trois domaines métier majeurs de la société constituent une matière stratégique que peu de sociétés se donnent les moyens

d'élaborer.

4.2 Séances individuelles de créativité stimulée

Les séances individuelles de créativité incluent les étapes suivantes : présentation des traces recueillies et des trajectoires construites, analyse des traces par l'expert, énoncé de la vision prospective de l'expert. Chaque séance a duré une demi-journée et a été entièrement enregistrée.

L'analyse des enregistrements et la synthèse de la séance a nécessité un temps considérable pour produire des documents. Chaque domaine de connaissances a ainsi fait l'objet d'un document de prospective contenant :

- La présentation du domaine tel qu'il est vu par l'expert
- Pour chaque sous-domaine représenté dans la carte de connaissance du domaine (une dizaine par domaine) :
 - La présentation de l'analyse du corpus intellectuel (traces) qui a été effectuée préalablement sur le sous-domaine
 - Les commentaires de l'expert sur cette analyse
 - La projection dans le futur que ces traces inspirent à l'expert
- Une synthèse faite par l'expert

Ces documents ont été contrôlés et validés par l'expert.

4.3 Construction collégiale

Les éléments prospectifs ont été successivement confrontés à différents groupes : les pairs techniques, les experts techniques de terrain et les représentants de la stratégie technique et de la stratégie de l'organisation. Cette confrontation marque le passage de la créativité individuelle à la créativité collective. On peut ainsi observer le cheminement d'une idée nouvelle à l'intérieur d'une communauté technique, les phénomènes d'appropriation et de rejet. Il s'agit bien d'une co-construction collégiale, fruit de la réflexion constructive critique des participants à partir de leurs connaissances passées et présentes. Dans cette expérimentation a été délibérément localisée hors les murs, pour faciliter la distanciation par rapport aux tâches et fonctions quotidiennes des participants, invités par l'auteur à titre bénévole. Cette phase a visé aussi l'alignement stratégique du résultat de la construction collégiale, par inscription des éléments prospectifs dans la perspective de la stratégie à moyen et long terme de l'entité.

Dans cette expérimentation, on a pu noter que les experts qui avaient participé aux séances individuelles ont été moteur dans les discussions et ont pu défendre le point de vue de leur domaine d'une part, et d'autre part montrer et discuter les liens qui existent entre différents domaines. Ce sont eux qui ont vraiment fourni une vision fusionnée des domaines. Les autres acteurs, à des degrés divers, ont contribué à enrichir cette vision, surtout pour l'aspect client. L'aspect stratégique n'a pas pu être développé de manière satisfaisante durant cette séance.

En final, le document produit contient pour chaque domaine :

- Les « points focaux ». Ce sont les problématiques majeures qui détermineront les enjeux du futur
- Pour chaque point focal, les plans d'actions à mettre en œuvre pour aborder les problématiques selon :
 - Ce qui est en place actuellement
 - Les tendances futures

C'est ce document qui doit faire l'objet d'une diffusion ultérieure, interne à l'entreprise : le présent article ne saurait rapporter aucun des nombreux éléments prospectifs métier qu'il contient.

5. Leçons apprises

L'expérimentation qui a été réalisée dans l'entreprise a permis de valider un certains nombres d'hypothèses théoriques sur l'innovation fondée sur les connaissances :

- 1) L'hypothèse de la dépendance du sentier sous-tend que les « trajectoires technologiques » suivies par les organisations dépendent des évolutions technologique passées. Le patrimoine intellectuel contient des éléments de base qui permettent de tracer un certain nombre de trajectoires technologiques de l'organisation. Retrouver et organiser ces traces a permis d'extrapoler des évolutions de manière motivée. Le recensement du corpus intellectuel sur plusieurs dizaines d'années, de son analyse et de sa projection dans la carte des connaissances de l'organisation a permis d'identifier les trajectoires empruntées par l'entreprise, de les comprendre et de les argumenter.
- 2) Les outils décrits ci-dessus sont des outils de représentation du patrimoine intellectuel. Ils ont été utilisés pour la stimulation de la créativité. Le processus de créativité est basé sur un mécanisme d'émergence de type chaotique qui va s'appliquer sur le patrimoine intellectuel existant, grâce à ces outils de représentation. L'élaboration de nombreux éléments prospectifs à partir d'une réflexion approfondie articulée autour des différents tronçons temporels des trajectoires de connaissances inventives montre l'émergence selon le processus chaotique décrit dans la figure 4 de nouveaux éléments susceptibles d'enrichir le patrimoine intellectuel de l'entreprise
- 3) La stimulation de la créativité ainsi mise en œuvre s'applique dans un premier temps à chacun des acteurs de la connaissance, qui sont porteurs (individuellement ou par combinaison) des trajectoires

technologiques de l'organisation. Cependant ces trajectoires ne sont pas isolées, et interagissent entre elles selon un réseau complexe d'interactions. Ce réseau d'interaction peut être appréhendé à travers le réseau social des acteurs (communauté de pratique). Dans un deuxième temps donc, la création de nouvelles connaissances produites a pu se réguler par l'intervention de la communauté d'acteurs de la connaissance qui a été impliquée.

- 4) L'expérimentation a également montré qu'une contribution raisonnée à la prospective et à la stratégie techniques pouvait être élaborée au cours d'une démarche bottom-up initialisée, organisée et menée à titre bénévole par un seul individu (l'intervention du management étant limitée à l'octroi de son autorisation), mais s'appuyant sur l'utilisation individuelle ou collective des connaissances inventives d'une collection d'experts métier
- 5) Si, comme doctorant, l'auteur a choisi pour l'expérimentation de sa thèse l'entité dans laquelle il est lui-même un expert métier reconnu, c'est pour bénéficier des liens de confiance existant entre les experts (sollicités bénévolement) et lui, sans avoir à faire appel à un autre expert pour analyser, organiser et interpréter les traces inventives du Corpus intellectuel. Toutefois, ceci ne limite en rien le domaine d'application de la méthode, qui identifie l'activité inventive à une création intellectuelle (au sens de la propriété littéraire et artistique)

La dernière étape reste encore à mener, car pour engendrer de la valeur pour l'organisation, les nouvelles connaissances produites selon le processus de créativité doivent passer par des filtres d'alignement stratégique garantissant la pertinence de cette activité de prospective au regard des orientations stratégiques.

6. Conclusion

La démarche d'innovation basée sur les connaissances, plus particulièrement la créativité stimulée par les connaissances, avait déjà été abordée dans (Saulais & Ermine, 2011a). L'étude de cas dans l'entreprise Thales a permis de concrétiser opérationnellement cette approche dans un cadre limité à trois domaines de connaissance et où l'on vise une innovation incrémentale.

En termes théoriques, l'expérience a montré que la créativité pouvait être un processus d'évolution d'un patrimoine de connaissances existantes. On peut construire un événement déclencheur de ce processus d'évolution, grâce à un stimulus cognitif construit sur une représentation historique du patrimoine concerné. Ce processus met en jeu individuellement et collectivement un ensemble d'acteurs impliqués dans la construction préalable de ce patrimoine et dans son évolution stratégique par rapport à l'entreprise.

En termes industriels, l'expérience a montré la faisabilité du processus expérimenté. Les perspectives portent désormais sur :

- l'appropriation de la vision partagée, raisonnée et motivée élaborée par la communauté des Experts
- le partage de l'expérience avec la communauté des directeurs de l'innovation
- la consolidation et le déploiement de la méthodologie de stimulation de créativité dans l'entreprise Thales
- l'élaboration d'une base de données des traces de l'activité intellectuelle inventive.

7. Références

- Altshuller, G.S. (1984). *Creativity as an Exact Science : The Theory of the Solution of Inventive Problems*, New York: Gordon and Breach Science Publishing
- Altshuller, G. S. (1984). *Creativity as an Exact Science : The Theory of the Solution of Inventive Problems*. New York: Gordon and Breach Science Publishing.
- Barthelmé, F., Ermine, J.-L., & Rosenthal-Sabroux, C. (1998). An architecture for knowledge evolution in organizations. *European Journal of Operational Research*, 109, 414-427.
- Barton, D. (1976). *Radar system analysis*. Norwood,: Artech House.
- Bertalanffy, L. v. (1968). *General System theory: Foundations, Development, Applications* (revised edition 1976 ed.). New York: George Braziller.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive Capacity: a New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35, 128-152.
- Coombs, R., & Hull, R. (1998). Knowledge management practices and path-dependency in innovation. *Research Policy*, 27(3), 237-253.
- Coriat, B., & Weinstein, O. (1997). *Les nouvelles théories de l'entreprise* Paris: Livre de poche.
- Daghfous, A., & White, G. R. (1994). Information and innovation: a comprehensive representation. *Research Policy*, 267-280.
- David, P. A., & Foray, D. (1992). Dépendance du sentier et économie de l'innovation : un rapide tour d'horizon. *Revue d'économie industrielle, n° exceptionnel : Economie Industrielle : développements récents*, 27-52.
- Deforge, Y. (1985). *Technologie et génétique de l'objet industriel* Paris: Maloine.
- Durkheim, E. (1884). La raison, l'évolutionnisme, théorie de l'hérédité *Cours de philosophie du lycée de Sens*. Paris: Bibliothèque de la Sorbonne
- Ermine, J.-L., & Waeters, A. (1999). *Knowledge Management and Capitalisation as a Support for Innovation*. Paper presented at the HCP'99 (Human Centered Process), Brest, France.
- Gleick, J. (1987). *Chaos*. New York: The Viking Press.
- Grant, R. M. (1996). Towards a knowledge-based theory of the firm. *Strategic Management Journal*, 17(Winter 1996), 109-122.

- Hatchuel, A., & Weil, B. (2009). C-K design theory: an advanced formulation. *Research in engineering design*, 19(4), 181-192.
- Heudin, J.-C. (1998). *L'évolution au bord du chaos*. Paris: Hermès.
- Jukes, T. H. (1982). Aircraft Evolution. *Nature*, 295.
- Kerssens-van Drongelen, I. C., De Weerd-Nederhof, P. C., & Fischer, O. A. M. (1996). Describing the issues of knowledge management in R&D: towards a communication and analysis tool. *R&D Management*, 213-229.
- Le Chevalier, F. (2002). *Principles of radar and sonar signal processing*. Norwood, MA: Artech House.
- Leonard-Barton, D. (1995). *Wellsprings of Knowledge: Building and Sustaining the Sources of Innovation*. Boston: Harvard Business School Press
- Louafa, T., & Ferret, F.-L. (2008). *Créativité et innovation*. Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes.
- Nathanson. (1991). *Radar Design Principles: Signal Processing and the Environment* (2nd Revised Edition ed.). New York: Mc Graw-Hill
- Piaget, J. (1976). *Le comportement, moteur de l'évolution*. Paris: Gallimard.
- Prahalad, C. K., & Hamel, G. (1990). The core competence of the corporation. *Harvard Business Review*, 3, 79-91.
- Prigogine, I. (1996). *La fin des certitudes*. Paris: Odile Jacob.
- Sapir, E. (1967). *Anthropologie (textes recueillis et commentés par Christian Baudelot)*. Paris: Editions de Minuit.
- Saulais, P., & Ermine, J.-L. (2011a). *Créativité et gestion des connaissances*. Paper presented at the GeCSO 2011, Gestion des Connaissances pour la Société et les Organisations, Clermont-Ferrand, France.
- Saulais, P., & Ermine, J.-L. (2011b). *Application de la gestion des connaissances à l'exploitation du patrimoine intellectuel*. Journée AIMS Innovation et Connaissances, Versailles, France.
- Skolnik. (2002). *Introduction to Radar Systems* (2nd Revised Edition ed.). New York: Mc Graw-Hill.
- Skyrme, D. J., & Amidon, D. M. (1999). The Knowledge Agenda. In J. D. Cortada & J. A. Woods (Eds.), *The Knowledge Management Yearbook 1999-2000* (pp. 108-125): Butterworth-Heinemann.
- Soullignac, V., Ermine, J.-L., Paris, J.-L., Devise, O., & Chanet, J.-P. (2011). *Un serveur de connaissance pour l'agriculture durable*. Paper presented at the GeCSO 2011, Gestion des Connaissances pour la Société et les Organisations, Clermont-Ferrand, France.
- Spender, J.-C. (1996). Making knowledge the basis of a dynamic theory of the firm. *Strategic Management Journal*, 17(Winter 1996), 45-62.
- Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic Capabilities and Strategic Management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509-533.
- Torres Carbonell, J. J., & Parets-Llorca, J. (1996). A Formalisation of the Evolution of Software Systems *Lecture Notes in Computer Science* (pp. 435-449): Springer.
- Versailles, D. W. (1999). La place de l'évolutionnisme dans la théorie hayekienne de l'auto-organisation. *Cahiers d'Economie Politique*, 35(automne 99), 63-88.
- Von Krogh, G., Ichijo, K., & Nonaka, I. (2000). *Enabling Knowledge Creation, How to Unlock the Mystery of Tacit Knowledge and Release the Power of Innovation* Oxford USA: Oxford University Press.