Science Arts & Métiers (SAM)

is an open access repository that collects the work of Arts et Métiers Institute of Technology researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in: https://sam.ensam.eu
Handle ID: .http://hdl.handle.net/10985/6719

To cite this version :

Hervé CHRISTOFOL, Patrick CORSI, Pascal CRUBLEAU, Anthony DELAMARRE, Henri SAMIER - Modélisation des processus d'innovation en PME - 2011

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository Administrator : scienceouverte@ensam.eu

Arts et Métiers Institute of Technology

Modélisation des processus d'innovation en PME

HERVÉ CHRISTOFOL[1], PATRICK CORSI[1], PASCAL CRUBLEAU[1], ANTHONY DELAMARRE[2], HENRI SAMIER[1]

[1] ISTIA UNIVERSITE D'ANGERS, LABORATOIRE LAMPA ARTS ET METIERS PARISTECH,
62 avenue Notre Dame du Lac F- 49000 Angers, France
herve.christofol@univ-angers.fr
patrick.corsi@skynet.be
pascal.crubleau@univ-angers.fr
samier@istia.univ-angers.fr

[2] ISTIA UNIVERSITE D'ANGERS, LASQUO
62 avenue Notre Dame du Lac F- 49000 Angers, France
Anthony.delamarre@univ-angers.fr

***Résumé* - L'innovation est un processus complexe a plus d'un titre. L'organisation des phases amont des projets d'innovation mobilise des équipes interdisciplinaires qui mettent en œuvre une multitude de méthodes. Les travaux de recherche des auteurs les ont conduits à proposer des liens féconds entre une sélection d'outils et de méthodes afin de modéliser les processus et proposer une organisation pertinente et efficiente par rapport aux objectifs et aux contraintes des PME. L'objectif de cet article est de présenter plusieurs boucles vertueuses au sein de ce processus qui génère des connaissances et fond évoluer les compétences te les pratiques.**

***Abstract* – Innovation is a complex process more than one way. The organization of the preliminary phases of innovation projects mobilizing interdisciplinary teams that implement a variety of methods. The authors' research led them to propose fruitful links between a selection of tools and methods to model the process and provide a relevant and efficient organization with the objectives and constraints of SMEs. The aim of this paper is to present several virtuous loops within the process that generates knowledge and skills to develop innovative practices.**

***Mots Clés* - Organisation de l'innovation, complexité, modélisation, processus, bouclage**
***Keywords* - Front End Innovation, Complexity, Model, Process, feed-back.**

1. INTRODUCTION

Comme de nombreux mots désignant des phénomènes complexes, l'innovation a une double acception. Elle désigne à la fois le processus qui mène d'une idée à un produit, un service, un procédé, un modèle ou une organisation innovante (définition procédurale) et le résultat (définition substantive) de ce même processus. Ainsi, la mesure de l'innovation peut également rendre compte de ces deux dimensions. Il est donc envisageable de mesurer d'une part le degré d'innovation d'un produit - et c'est plutôt ce que proposent quantitativement ou qualitativement ceux qui distinguent les innovations incrémentales des innovations radicales. Et il est d'autre part pertinent d'évaluer la réorganisation engendrée par un processus d'innovation et ce, à plusieurs niveaux :

- Celui des informations, des connaissances et des compétences nouvelles acquises (et non pas seulement celles créées, comme dans un projet de recherche) par les acteurs au cours du processus et qui concernent l'objet de l'innovation;
- Celui des méthodes, des outils et des pratiques nouvelles expérimentées, mise en œuvre ou validées lors du processus et qui concernent l'organisation des projets d'innovation (aujourd'hui, dans l'état actuel des connaissances sur les processus d'innovation, tout projet d'innovation est d'abord un projet de recherche méthodologique) ;
- Celui de l'apprentissage individuel et collectif du management d'un projet d'innovation et de ses liens avec les autres processus de l'organisation (actuellement le management et la reconnaissance des innovateurs dans les organisations sont des axes de recherche en sciences de gestion).

C'est la seconde évaluation ci-dessus qui nous préoccupe dans cet article. Nous allons pour cela adopter le plan suivant. Après un état de l'art sur les caractéristiques de la complexité du processus d'innovation, nous proposerons une modélisation de ses phases préliminaires depuis son initiation jusqu'à la proposition d'un prototype. Nous expérimenterons ce modèle au cours d'un projet de recherche-action au sein d'une PME. Puis nous discuterons les résultats avant de proposer quelques perspectives à ces travaux.

2. SUR LES CARACTÉRISTIQUES DE LA COMPLEXITÉ DU PROCESSUS D'INNOVATION

L'innovation est encore bien souvent définie d'un point de vue technologique, d'un point de vue commercial ou bien comme une innovation incrémentale ou comme une innovation de rupture. Il serait plus juste de reconnaître la pluridimensionnalité a priori du processus sous-jacent, les multiples points de vue scientifiques et disciplinaires qui l'étudient et les échelles de mesure de ses résultats :

- l'innovation technologique (ou techno-push) depuis ses niveaux incrémentaux jusqu'à son évolution radicale, souvent abusivement dite de rupture selon les effets constatés sur les marchés;
- l'innovation marketing (ou market-pull) c'est-à-dire demandée ou suggérée par les clients ou bien issue d'une veille concurrentielle ;
- l'innovation d'usage depuis ses niveaux incrémentaux jusqu'à son évolution radicale ;
- l'innovation commerciale ;
- l'innovation stratégique ;
- l'innovation méthodologique ;
- l'innovation organisationnelle ou managériale.

Analysons plus en détail chacune de ces dimensions séparément, sachant qu'elles peuvent être imbriquées dans un cas particulier.

2.1 L'innovation technologique :

Dans un modèle linéaire de l'innovation typique du 20ème siècle [Portnoff 2004], la mission de conception des innovations était initialement attribuée aux départements recherche et développement. La recherche devait proposer des innovations « sur étagères » et le service développement devait les intégrer, soit tels qu'elles, soit, le plus souvent, après une ré-ingéniérie plus ou moins intense, lors de la conception des nouveaux produits. Mais, face à la réduction des délais de conception sous la pression du *Time to market*, de nombreuses innovations ont "pris la poussière sur les étagères" sans que leurs intégrations dans les nouveaux produits n'aient été étudiées. Les indicateurs « coût, délais, qualité », garants d'une bonne gestion, n'incitaient pas les chefs de projet à prendre des risques en concevant des produits innovants [Christofol & al 2004]. Ce modèle séquentiel Techno-Push est l'extrapolation du modèle scientifique linéaire qui se déploie depuis les sciences fondamentales jusqu'aux sciences appliquées, puis au développement de technologies innovantes. Cette dimension technologique du progrès engendre évidemment de nombreuses découvertes mais on ne peut cependant plus restreindre la genèse des innovations à ce seul processus.

2.2 L'innovation stratégique:

La poussée irréversible des tendances lourdes d'évolution du contexte socio-économique signe les générations de produits, de services et les générations de cultures marketing et commerciales. On peut citer la prise en compte de l'environnement, le changement climatique, la poussée du « *Green Tech* et celle du « *Clean Tech* », ou encore les questions de responsabilité sociale et éthique, les nouvelles formes de gouvernance d'entreprise et d'organisation, etc. Avant d'en arriver à étoffer une réponse adéquate à chaque tendance lourde, ce sont de nouvelles valeurs profondes de la société dans son ensemble qui sont à l'œuvre. Leurs cycles peuvent être plus ou moins longs (qu'en est-il du cycle de maturation de la poussée écologique qui s'avère sur le plus long terme ?). Les méthodes pour déceler, capturer et transformer les critères sous-tendant les nouvelles valeurs « montantes » ressortent d'un nouveau type de méthodologie qui a été assez peu étudié. On citera toutefois la discipline méthodologique dite « Océan Bleu » qui fut développée à l'INSEAD lors des années 90 puis à Harvard [Kim 1997, 2005] qui a déjà essaimé dans de nombreux milieux d'entreprise en quête de recherche de nouveaux espaces stratégiques de marché.

2.3 L'innovation marketing :

Les générations successives de la culture marketing du 20ème siècle nous ont habitués à considérer le produit (saturant un marché), puis une demande (appelant à des produits), puis à une personnalisation de cette demande, puis à la notion de client-roi dictant ses préférences et enfin à la notion récente d'un client nécessairement au centre de toute la problématique de marché. Cette configuration change la notion d'offre et de demande en profondeur car elle reconsidère les liens (dynamiques) entre les diverses parties prenantes. Ici s'inscrivent des entrants en complexité (modèles en chaîne B2B2B…, qui sont irréversibles par leur présence (montages de systèmes de valeur et non de chaînes de valeur) et leur modifications systémiques multidirectionnelles [Elhamdi 2005].

2.4 L'innovation commerciale :

Un autre facteur est apparu avec la mise en réseau des acteurs socio-économiques vers la fin du siècle dernier. L'Internet est capable de relier les parties prenantes d'un domaine donné, secteur, segment ou niche de marché. Le web offre de surcroît la visibilité réciproque de ces mêmes acteurs, offrant ainsi des plateformes d'échange affranchies de la dimension physique. C'est ici que les modèles économiques entrent en jeu et font, depuis une dizaine d'années, l'objet d'intenses recherches théoriques et appliquées. Les nouveaux concepts d'entreprises sont désormais souvent des assemblages nouveaux entre parties prenantes révélant des poches de valeur encore inexplorées [Chéné 2003].

2.5 L'innovation d'usage :

Une technologie sophistiquée ou une écoute des besoins des clients ne peut pas seule garantir l'acceptabilité d'une innovation ou son succès. L'iPhone d'Apple n'est ni l'appareil le plus performant, ni celui offrant le plus de services attendus par les utilisateurs. Cependant, grâce à son ergonomie et à la reconnaissance tactile d'une gestuelle digitale, il a séduit une majorité de clients en France et dans le monde occidental. La prise en compte de critères ergonomiques (cognitifs et physiologiques), ludiques et sociologiques (qui convient à la fois aux mondes du travail et des loisirs) est devenue nécessaire pour se différencier et séduire les utilisateurs des produits électroniques [Guénand 2011].

2.6 L'innovation méthodologique:

Comment comprendre l'impératif contemporain d'innover. Jusqu'alors, les ingénieurs, designers et autres concepteurs essayaient de proposer des produits performants et répondant aux attentes des clients. Que faut-il faire de plus aujourd'hui que nous ne faisions pas auparavant ? Il s'agit de changer l'organisation des projets. Alors qu'hier les services se succédaient temporellement pour travailler sur les nouveaux produits (ingénierie séquentielle), pour innover il devient utile de

travailler en équipe pluridisciplinaire dès l'amont des projets. Mais la culture favorable sous-jacente n'est pas facilement acquise ! En outre, l'innovation est affaire d'opportunité et personne ne sait a priori où un concept va pouvoir être développé qui puisse devenir une innovation. Pour cela, de nombreux auteurs proposent de mettre en place non seulement une gestion de projets originale, mais également des outils et des méthodes de travail adaptées permettant à plusieurs métiers d'opérer simultanément et collaborativement (nous dirons ensemble ou concouramment) [Boly 2009].

2.7 L'innovation managériale et organisationnelle :

Les projets d'innovation se distinguent des projets de développements récurrents également de part leur organisation interdisciplinaire. Il nécessite l'implication simultanée et concourante de plusieurs métiers historiquement distincts et cloisonnés de par la division du travail d'une part et la spécialisation des connaissances et des compétences d'autres part. Innover aujourd'hui c'est également concevoir une organisation ad-hoc qui supporte les travaux collaboratifs et qui permette la reconnaissance de l'investissement de chacun dans ces projets risqués mais motivants. Même si l'innovation est « l'affaire de tous » (innovation participative), il est utile de mieux reconnaître les innovateurs actifs aujourd'hui mieux reconnu eu égard à leur propension à éclairer concrètement les chemins d'un progrès intégré. Alors que les indicateurs de gestion se limitaient à la mesure du coût, des délais et de la qualité des programmes, pour rendre compte des projets d'innovation il nous faut proposer de nouvelles mesures telles que : le nombre de concepts innovants, les connaissances nouvelles (scientifiques, techniques, méthodologiques, humaines, relationnelles) ou les compétences acquises et la capacité à les transmettre utilement et opportunément dans le temps et dans l'espace.

2.8 Les liens inter-dimensionnels

Dans une société évoluée, les dimensions ci-dessus ne peuvent apparaître indépendamment les unes des autres. Par exemple, un modèle économique nouveau (la plateforme de distribution iBook) est rendu possible par la confluence d'un standard de format de publication électronique ePub et d'une technologie d'affichage (type iPad). Une nouvelle approche pour tester un produit de façon accélérée est rendue possible par la mise en réseaux sociaux d'une communauté de « early adopters ».

Si l'innovation est un processus multidimensionnel, c'est également un processus « long » depuis l'émergence d'idées jusqu'à la réussite commerciale et l'appropriation des solutions par des utilisateurs. Mais, le plus souvent, la valeur économique – facteur de compétitivité - d'une innovation apparaît par la façon subtile et originale de mêler les dimensions. Ici s'appliquent les vues en complexité puisqu'elles font apparaître des liens dynamiques entre des plans, des sous-espaces et des hyperplans qui réduisent la séquentialité des étapes en « îlots de complexité » où jouent des mécanismes de bouclage, d'accumulation, de couplage, de dynamiques de renforcement, typiques des systèmes dits complexes. Nous pensons que les années d'ici 2020 verront la modélisation de ces mécanismes car le Time to market dicte une sorte de « juste-à-temps » de l'innovation qui fait sortir des modèles traditionnels linéaires, séquentiels, analytiques, tous typiques de l'éducation taylorienne de notre économie. Le présent article préfigure des méthodes d'innovation fondées sur la complexité d'une manière prépondérante (notion d'innovation fractale des auteurs). Il est devenu urgent que l'éducation en innovation sache prendre en compte ces aspects [Corsi 2010].

Dans cet article nous ne nous intéresserons qu'aux phases amont de ce processus, depuis la manifestation simultanée d'une volonté d'innover et d'émergence d'idées, jusqu'à la proposition de prototypes innovants, également appelés démonstrateurs, lesquels peuvent être plus ou moins élaborés.

2 LES PROJETS D'INNOVATION EN PME

Girard nous propose trois grands changements paradigmatiques depuis la révolution industrielle du XIXe siècle jusqu'à nos jours. Le premier est illustré par le fordisme qui à travers l'automatisation des lignes de production a permis de diminuer les coûts de production et de rendre accessible ses voitures à ses propres ouvriers. Le deuxième est la prise en compte de la Qualité des produits en vue de garantir la satisfaction du client. C'est le Toyotisme. Enfin plus récemment, l'organisation de l'innovation en vue de faire continuement progresser les performances des produits et des services a été une des explication su succès de Google® est lui a assuré un développement sans précédent. L'analyse de cette organisation nous a fait apparaître quelques règles remarquables [Seydtaghia 2011, Jarvis 2009]:

- Une atmosphère motivante pour ses employés (salle de relaxation, de sport, de jeux, matériels de pointe, services, …) ;
- le recrutement de jeunes diplômés de très haut niveaux et d'origines culturelles diversifiés (stimulation, compétences, différences et complémentarités, …);
- le travaille en équipes pluridisciplinaires (6 à 7 personnes) sur des projets courts (6 à 8 semaines) soit 180 à 280 hommes.jours ;
- consacré 20% de son temps de travail à des travaux d'initiative personnelle (« Google News», le service de recherche d'actualités a été créé par ingénieur de la société qui en a eu l'idée, lors de son « 20% » de temps d'initiative personnelle après le 11 septembre 2001 pour trouver plus rapidement de l'information) ;,
- mener plusieurs projets de front indépendamment les uns des autres tout en permettant des échanges de connaissances entre eux.

En PME, l'innovation ne s'organise pas en cellule autonome mais en projets d'innovation fédérateurs. Ceux-ci sont l'occasion de mettre en œuvre les activités d'innovation telles que celles pouvant être identifiées dans les grands groupes. Si nous reprenons les cinq règles précédentes celles-ci restent valident en PME mais nous avons dû les adapter :

- l'atmosphère motivante n'est pas uniquement le fait d'infrastructures de détente. C'est avant tout un engagement de la direction générale de l'entreprise à inscrire l'innovation comme un axe stratégique au service du développement de l'entreprise. Innover c'est prendre des risques et cela ne peut s'envisager sans un soutien clair de la direction.
- Le recrutement de docteur de haut niveau n'est pas une obligation mais un recrutement diversifié et des équipes pluridisciplinaires compétentes sont une règle à retenir,
- Les projets d'innovation sont courts en PME comme dans les grands groupes, 6 mois à 12 mois en équipe soit 140 à 280 hommes-jours ;
- En PME libérer des cadres 20% de leur temps n'a pas

été envisagé mais il a été possible de consacrer 10% de leur temps de travail (soit ½ journée par semaine) durant 1 à 2 ans pour participer aux projets d'innovation et ce en parallèle de leur activité courante dans leurs services respectifs ;

- Enfin mener deux projets en parallèle aura été fécond dans les trois terrains d'expérimentation en PME auxquels nous avons été associé.

3 L'EXPÉRIMENTATION TELELOGOS

3.1 les projets

Telelogos est une entreprise de 30 personnes conceptrice et éditrice de progiciels d'Affichage Dynamique (*Digital Signage*) ainsi que d'Administration et de Synchronisation des flottes de terminaux mobiles (*Mobile Device Management*). En 2007, l'entreprise souhaitait dynamiser sont processus d'innovation en ne se contentant pas d'améliorer ses produits existant en intégrant les attentes des clients actuels. Aussi, elle a fait appel aux services du laboratoire d'Innovation de l'Université d'Angers et des Arts et Métiers ParisTech d'Angers (Presence&Innovation). Un programme de recherche-action a

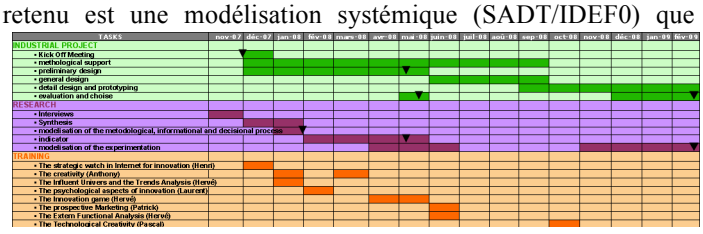
été construit qui s'articulait en trois projets (Tableau 1) :

- un projet de formation des cadres et techniciens de l'entreprise aux méthodes d'innovation dispensé par 5 enseignants-chercheurs et deux chercheurs-associés ;
- un projet industriel de développement de deux logiciels concepts menés par l'équipe d'innovation de l'entreprise constituée de 10 collaborateurs issus de 5 services fonctionnels de l'entreprise (R&D, Marketing, Commercial, DG, Support technique client) accompagnée par 4 chercheurs. En s'appuyant sur les connaissances préalables de l'équipe de recherche, ce projet a été scindé en deux parties, une phase de génération d'idées et une phase de design des logiciels concepts ;
- un projet de recherche sur l'organisation de la conception des processus d'innovation et la nature d'un logiciel-concept.

Tableau 1. planning des 3 projets depuis le lancement du programme « Ingénierie de l'Innovation » au 24 février 2009

3.2 la modélisation

L'équipe de recherche a pu formaliser la démarche méthodologique mise en place par le projet INGÉNIERIE DE L'INNOVATION. Cette modélisation du processus de conception de logiciel concept est un apport pour la compréhension des organisations d'innovation. Le formalisme retenu est une modélisation systémique (SADT/IDEF0) que



nous retrouvons dans la figure 1. ci-dessous :

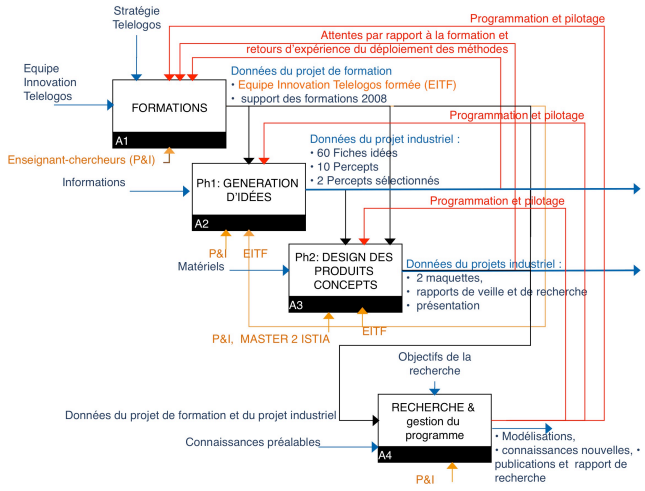


Figure 1. A0 : Modélisation des quatre phases du projet d'Ingénierie de l'innovation (La modélisation « System Analysis Design Technic » distingue les Activités, les Données, les Livrables et les Ressources).

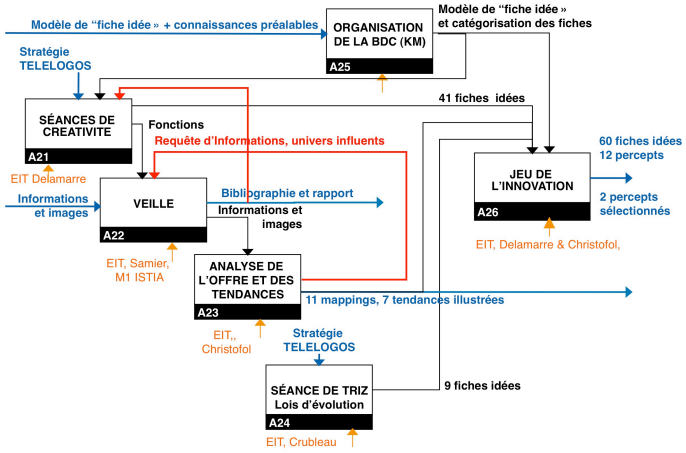


Figure 2. A2 : Modélisation de la phase de génération d'idées et proposition de 12 premières descriptions de logiciels concepts (LC) : les percepts.

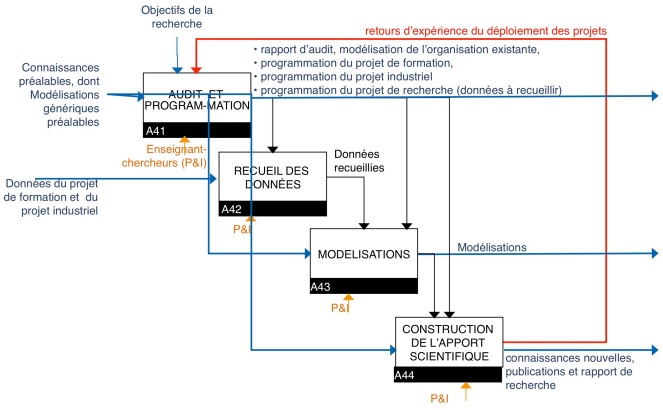


Figure 3. A4 : Modélisation de la phase de recherche et de gestion du programme.

La démarche comprend deux types de formation : des formations productrices de contenu (Créativité, Triz, Veille, Analyse de l'offre, Marketing prospectif et Analyse Fonctionnelle Externe) et des formations liées à la sensibilisation à l'innovation (psychologie de l'innovation, ergonomie). Le déploiement des méthodes enseignées lors des formations « productrices » conduit à des résultats intermédiaires tels que les fiches idées, la bibliographie, des études de veille, la détermination des univers influents (sources d'inspiration) et des tendances, des percepts et la construction des cahiers des charges des produits concepts, également appelés Percept [Olaf 2004] (Cf. figure 2). Les deux formations de sensibilisation ont permis d'inclure dans le projet une culture liée à l'innovation indispensable pour adopter une attitude créatrice.

La phase de génération d'idées a conduit à concevoir 12 percepts à partir de 68 fiches idées construites à 60% par les méthodes de créativité et 13 % par la méthode TRIZ et à 26% par l'analyse de l'offre et des tendances. Durant cette première période, les méthodes de veille ont tardé à se mettre en place. Celles-ci n'ont pas permis de générer directement des solutions innovantes et donc des fiches idées. Nous pensons que lors de prochains programmes cette méthode devrait devenir plus productive d'idées. Parmi les 12 percepts, deux ont été retenus pour être conçus de façon détaillée et être maquettés.

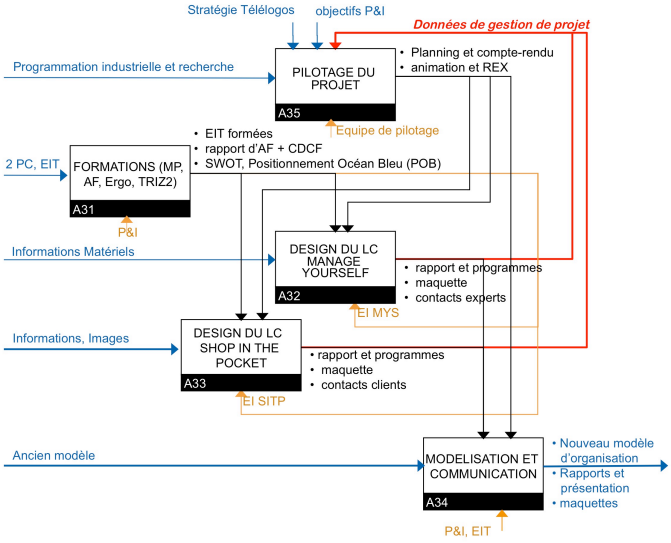


Figure 4. A3 : modélisation du projet d'innovation au cours de la phase de maquettage des logiciels concepts (LC)

La phase de maquettage des logiciels concepts (Cf. figure 3) c'est appuyée sur quatre formations actions en marketing prospectif (MP), Analyse Fonctionnelle (AF), ergonomie (Ergo) et recherche de solutions techniques (TRIZ2). Trois d'entre elles ont pu être directement déployées sur les systèmes étudiés. Seules la formation en ergonomie qui nécessite l'obtention d'une maquette ou d'un prototype physique pour être mise en œuvre n'a pu être directement appliquée.

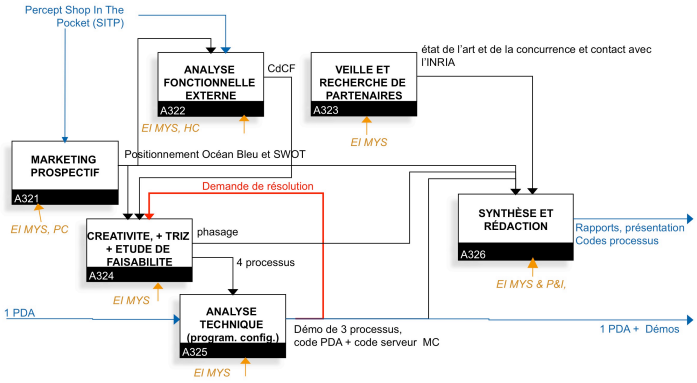


Figure 5. A32 : modélisation du processus de maquettage du logiciel concept « *Manage Yourself* »

Le logiciel concept *Manage Yourself* propose de surveiller un terminal nomade, de prévenir les causes de pannes et de réparer en local ou après consultation d'une base de données distante, les erreurs de manipulation ayant générée le dysfonctionnement.

Pour l'étude du logiciel concept *Manage Yourself* plusieurs activités ont été nécessaires :

- Analyse Fonctionnelle Externe : 4,5 jh / 4,5 jh programmés
- Marketing : 4,5 jh / 4,5 jh programmés
- Analyse Fonctionnelle Technique : 3 jh / 4 jh programmés
- Etude de faisabilité et veille : 4 jh / 5 jh programmés
- Etude Technique : 0 jh / 6 jh programmés en interne mais la collaborations avec l'INSA de Rennes a représenté plus de 40jh
- programmation des 3 processus : 10 jh / 16 jh programmés
- gestion de projet : 4 jh / 0 jh programmé

Une collaboration a été initiée avec un centre de recherche en informatique (INRIA) en vue d'intégrer des compétences en intelligence artificielle pour l'autodiagnostic et l'autoréparation. Une maquette a été réalisée par des élèves-ingénieurs dans le cadre de leur projet de fin d'études (INSA de Rennes). Elle a été présentée à cinq utilisateurs potentiels lors d'un séminaire animé par un enseigant-chercheur. Un recueil d'intérêt a été formalisé. Des fonctions ont pu ainsi être validées, hiérarchisées et d'autres ont été laissée en suspend.

Sur les 40jh programmés du projet seuls 30 ont été nécessaire en interne et 40jh en externe pour mener à bien le maquettage et le recueil d'intérêt de la part des utilisateurs potentiels.

Les résultats du démonstrateur devraient générer des fonctionnalités innovantes sur les versions à venir du produit phare de l'entreprise, MediaContact.

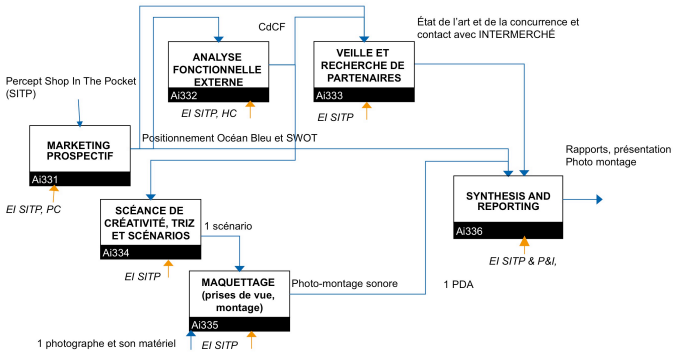


Figure 6. A33 : modélisation du processus de développement du logiciel concept « *Shop in the pocket* »

Le logiciel concept Shop in the Pocket propose d'intégrer dans un PDA plusieurs fonctions de géolocalisation et d'information au consommateur lors de leurs achats en hypermarché. Pour l'étude du logiciel concept *Shop In The Pocket* plusieurs activités ont été nécessaires :

- Analyse Fonctionnelle Externe : 4,5 jh / 4,5 jh programmés
- Marketing : 2 jh / 4,5 jh programmés
- Créativité et scénarisation: 2 jh / 4 jh programmés
- Etude de faisabilité et veille : 0,5 jh / 5 jh programmés
- Prise de vue: 2 jh / 2 jh programmés
- Montage et commentaires: 2 jh / 16 jh programmés
- Gestion de projet : 4 jh / 0 jh programmé

Sur les 40 jh programmés, seuls 17 ont été consommés pour développer cette maquette. L'indisponibilité des ressources n'a en effet pas permis de mener de front le maquettage et la veille technologique indispensable pour évaluer la faisabilité technique des fonctions proposées.

Les résultats du photomontage ont été démonstratifs et ont suscité des partenariats avec des distributeurs. En 2011, La fonctionnalité d'affichage de promotion sur un écran en caisse en fonction des achats du consommateur a été intégrée dans un nouveau produit.

3.3 Discussion des résultats

Le projet de formation a été très apprécié tant par les formateurs que par les participants. L'objectif de mettre en place une organisation pour structurer l'innovation chez TELELOGOS R&D a été atteint dans le temps imparti. L'équipe interne s'est parfaitement impliquée dans le projet. Cette équipe a consacré l'intégralité du temps imparti à cette mission à se former, à appliquer les méthodes proposées, à s'auto-organiser, à se coordonner, à rechercher des informations, à rechercher des partenaires et à concevoir les maquettes.

La première partie du projet industriel, qui a consisté à générer les idées pour proposer 12 percepts a été déployée conformément aux connaissances préalables de l'équipe de recherche. La seconde partie du projet industriel (A3) qui a eu pour objectifs de concevoir deux logiciels concepts a été menée avec plus d'aléas. C'était la phase initialement la moins bien formalisée car l'équipe de chercheurs ne connaissait pas les spécificités du secteur d'activité de l'entreprise partenaire et l'équipe interne n'était pas familiarisée avec ce type de développement à moyen terme, important mais moins urgent que les projets de développement quotidiens.

Cependant les résultats industriels sont significatifs en terme de connaissances acquises par l'équipe et de fonctionnalités innovantes déjà intégrées et à intégrer dans les nouvelles générations de progiciels de l'entreprise.

Nous relevons qu'au cours de la deuxième (mise en place de la veille) et de la troisième phase, celle au cours de laquelle les équipe projets sont le plus en autonomie, le temps imparti au projet n'a pas été consommé par les équipes internes. Elles n'ont pas pu ou su dégager le temps nécessaire aux tâches programmées. Deux mois de glissement ont été nécessaire pour réaliser les maquettes puis pour l'une d'entre elle, il a été fait appel à une collaboration externe pour compléter les compétences de l'équipe interne. Cela a engendré un délai de 12 mois supplémentaires mais sans consommation de ressources interne autres que la direction de projet.

Le projet de recherche a permis de valider plusieurs bonnes pratiques organisationnelles des projets d'innovations [Boly 2004, Christofol 2009] :

- l'importance de l'engagement du management,
- l'intérêt de l'interdisciplinarité de l'équipe,
- la taille de l'équipe (5 à 10 personnes + ressources externes),
- la mobilisation de ressources externes,
- la durée limité des projets (6 à 12 mois),
- le recours systématique au prototypage et aux tests,
- le croisement des connaissances au cours du projet,
- la focalisation sur des problématiques techniques générales plutôt que sur des points de détail,

Ce projet de recherche nous a également permis de valider plusieurs indicateurs et ratios de productivité des actions d'innovation tels que :

(1) [Nb de percepts]=([Nb de participants]+[Nb d'animateurs])x[Nb journée du jeux de l'innovation]

(2) [Nb de fiches idées]=(∑[méthodes]x[Nb de séances])x6

Que ce soit pour la conception du LC *Shop In The Pocket* ou celle du LC *Manage Yourself*, nous constatons que les modèles d'organisation de la phase de développement des produits concepts sont très similaires. Cette constatation tend à en proposer une standardisation qui peut être un apport significatif en sciences de la conception.

Plusieurs bouclages vertueux sont à relever :

- en premier lieux la formation des équipes permets le déploiement des méthodes d'innovation et réciproquement, les questionnements pratiques génèrent à la fois des attentes en terme de formations et des évolutions de connaissances quand à la nature des méthodes, leurs adaptations aux contextes des projets et à leurs mises en œuvre.
- deuxièmement, entre la veille initiale concernant le secteur d'activité de l'entreprise et la détermination d'autres secteurs d'activités potentiellement inducteurs d'innovation (les univers influents) nous constatons également un bouclage vertueux. La veille permet de déterminer certain univers influents qui à leur tour nécessite une veille pour identifier les innovations récentes susceptibles d'être adaptées au contexte de l'entreprise.
- le pilotage du projet nous permet de mieux comprendre l'intérêt de chacune des activités et leur réappropriation par l'équipe d'innovation interne. Par exemple, pour le projet *Shop In The Pocket* , les activités de veille et de faisabilité, n'ont pas été réalisé faute de compétence interne dans cette équipe.
- les bouclages entre les partenaires techniques ou scientifiques externes et l'équipe d'innovation (EI), contribuent fortement à l'accroissement des connaissances des parties prenantes et génèrent à la fois des opportunités de collaboration et des solutions innovantes. Cela a été le cas entre, les élèves ingénieurs

et l'entreprise ou entre les chercheurs du laboratoire P&I et l'entreprise.

- les bouclages entre les clients potentiels et l'équipe d'innovation a permis aux premiers d'exprimer des besoins latents suscités par la présentation de maquettes fonctionnelles [Loup-Escande 2010], et aux seconds de valider, de hiérarchiser et de supprimer des fonctions innovantes en vue de mieux répondre aux attentes.

4. IMPACTS SUR L'ÉDUCATION ET LA FORMATION

L'acculturation aux différentes méthodes ci-dessus devient une nécessité pour toute société innovante. Mais ce n'est plus une éducation « de contenus ». L'impact en retour 'feedback' de l'intensification de l'usage des méthodes de créativité sur les méthodes d'éducation ne peut être ignoré. Elles passent de disciplinaires à multi/pluri/inter-disciplinaires, puis à transdisciplinaires et c'est l'ensemble des systèmes éducatifs qui vient à être altéré. La relation enseignant-apprenant est elle aussi modifiée par la prise en compte des boucles vertueuses de l'apprentissage. « On s'éloigne du paradigme de la bonne réponse pour en adopter un qui soit plutôt centré sur la recherche de nouvelles questions ». Il convient de mettre en œuvre des méthodes pédagogiques qui quasi-immédiatement mettent l'élève en situation « d'acteur » dans un processus d'apprentissage et donc s'éloignent de la pédagogie classique de transmission/restitution. Cela implique que la part des cours magistraux traditionnels - laquelle a déjà diminué de façon très significative - doit continuer de décroître au profit de pédagogie par projet ou par cas [Massote & Corsi 2007, Christofol & al 2001).

5. CONCLUSION

L'innovation est un enjeu important pour les entreprises en particulier européennes et rappelant le tissu extrêmement dense en PME de toutes tailles. Les grands groupes industriels l'ont intégrée depuis plus de dix ans en lui consacrant des ressources et des missions propres, définies en complémentarité avec celles des services fonctionnels de Recherche, Développement, Marketing et Design ou Style. De bonnes pratiques ont été relevées par plusieurs auteurs quant à l'organisation de ces cellules d'innovation. Pour notre part, nous avons formalisé des liens entre des méthodes susceptibles de coordonner les actions, formaliser des processus, stimuler la communication, la coopération, la créativité et préparer les synthèses.

Nous avons identifié une organisation, plusieurs méthodes et des facteurs clés de succès. Leur mise en œuvre a généré de nombreux résultats couvrant le spectre des dimensions matérielles et immatérielles (brevets, produits nouveaux, connaissances explicites et implicites, esprit d'équipe et de collaboration ouverte, communauté de pratique et méthodes de partage, réorganisation structurelle et opérationnelle, modification du substrat culturel, altération positive de la capacité à innover…). Il reste à définir des indicateurs qui permettent d'évaluer la performance afin de piloter le développement de l'organisation proposée. Les indicateurs traditionnels de la R&D « pure play » étaient des indicateurs statiques et de stock (coûts, délais, qualité, brevets, licences, cessions, accords d'exploitation…). Or, les indicateurs de l'Innovation seront des indicateurs dynamiques et de flux (capacités, connaissances, compétences (en positif comme en négatif : « gaps » de compétences), complémentarités, réseaux…). Les projets d'innovation diffèrent ainsi qualitativement des projets de développement classiques par une création de capital immatériel supérieure à celle de capital matériel. Ce point n'est pas encore intégré par l'économie en général et il est devenu urgent de mener des travaux en ce sens. Les nouveaux indicateurs devront probablement intégrer les caractéristiques quantitatives et qualitatives au sein de modèles de valeur et de croissance globaux. Nous avions tenté un premier effort en ce sens [Corsi 2008], modélisé et mis en évidence des relations croisées entre innovation, marketing et prospective. Ce sont là quelques uns des enjeux actuels de la recherche en Génie Industriel, en Prospective et en Innovation.

6. BIBLIOGRAPHIE

Boly V., (2009) Ingénierie de l'innovation – organisation et méthodologies des entreprises innovantes, *Hermes science publications*, Lavoisier, Paris 2004, 2009, 244p.

Christofol H., Le Coq M., Samier H., Richir S., Taravel B., La pratique du projet pédagogique en génie industriel – application à l'enseignement de la conception de produit –, *in procedeeng of* Colloque la pédagogie par projet dans l'enseignement supérieur, Brest 27-28 juin 2001

Christofol H., Delamarre A., Samier H., (2009) Organisation of Innovation Project in SME – Contribution to Concept Product in Design Process" in Int. J. Product Development, Vol. 8, No. 1, Inderscience Publishers, pp. 42-62

Corsi P. Coord. Ed., (2006) *Innovation Engineering: the Power of Intangible Networks,* Hermes Sciences Publishing ISTE, London.

Corsi P., (2008a) Towards Global Assessment of Innovative Projects: The Magic Eye Method, International Journal of Foresight Studies, Vol. 12, N°3, pp. 45-69, February 2008.

Corsi P. & Dulieu M., (2008b) The Marketing of Technology Intensive Advanced Products and Services – Driving Innovations for Non Marketers, ISTE HERMES & John Wiley, London-New York, October 2008.

Corsi P., Mathieu J.P., Richir S., (2010) Les codes méthodologiques de Léonard de Vinci – Impacts pour l'éducation et la recherche en réalité virtuelle, Revue Management et Sciences Sociales, MSS www.managementetsciencessociales.fr, vol. V, n° 8, janvier-juin, p. 9-26, Mars.

Chan Kim W. & Mauborgne R., (1997) Value Innovation: The Strategic Logic of High Growth, Harvard Business Review, Jan.-Feb. 1997.

Chan Kim W. & Mauborgne R., (2005) Blue Ocean Strategy, How to Create Uncontested Market Space and Make the Competition Irrelevant, Harvard Business School Press, 2005. Traduction française : Stratégie Océan Bleu, Comment créer de nouveaux espaces stratégiques, Pearson, Village Mondial, 2005, 2008.

Chéné E., Christofol H., Richard P., Robert T., Richir S., Edeline J. (2003) Virtual phone design : a virtual reality application for product design evaluation, in proceeding of Virtual Concept 03, Biarritz, Nov. 7-9, France

Elhamdi M., (2005) Modélisation et simulation de chaînes de valeurs en entreprise – Une approche dynamique des systèmes et aide à la décision : SimulValor. PhD thesis,

Ecole Centrale Paris, soutenue à Châtenay Malabris le 7 juillet

Guénand A., (2011) Contribution à la conception préliminaire intégrant la variabilité des préférences client. Application au design de produits technologiques à contenus numériques, Thèse de doctorat de l'École Centrale de Nantes, option Génie Industriel, soutenue à Nantes le 14 janvier

Massotte P. & Corsi P., La gestion dynamique des risques économiques, Hermes Sciences Publishing / Lavoisier, Paris, Décembe 2007

Maxant O., Piat G, Roussel B., (2004) Méthode de conception et d'évaluation de concepts innovants », in Christofol H., Richir S. et Samier H. (sous la direction de), "L'innovation à l'ère des réseaux", Traité IC2 de Management et gestion des STIC, Edition Hermes Lavoisier, pp.271-287.

Portnoff A-Y., (2004) Management de l'innovation et management innovant, in Christofol H., Richir S. et Samier H. (sous la direction de), "L'innovation à l'ère des réseaux", Traité IC2 de Management et gestion des STIC, Edition Hermes Lavoisier, Paris, pp.51-66

Seydtaghia A., (2011) Google passera le cap des 1000 employés en Suisse", le Temps jeudi 10 mars,

Jarvis J., Druel F. traduction, Editions La méthode Google : que ferait Google à votre place ?, Editions SW Télémaque 2009, 391 p.

Loup-Escande Emilie, (2010) vers une conception centrée sur l'utilité : une analyse de la co-construction participative et continue des besoins dans le contexte des technologies émergentes », Thèse de l'Université d'Angers, spécialité Génie industriel, soutenue le 8 décembre.