

Le rôle des technologies d'information et communication dans les projets d'innovation

Mihai Ibanescu
Université de Québec à Montréal
École des Sciences de Gestion

Adresse: 65, rue de l'Anse Pleureuse, Laval, Qc, Canada, H7Y1V3

Courriel: mihai.ibanescu@elf.mcgill.ca

Téléphone: (1)450-969-4671

Résumé:

Les technologies de l'information et communication (TIC) sont largement utilisées dans les organisations. Quand-même, leur utilisation dans un domaine spécifiquement humain, la création des nouveaux savoirs durant les projets d'innovation, a été moins étudiée, exception majeure faite par la littérature sur la gestion des connaissances (Knowledge Management).

L'innovation suppose la création de nouveaux savoirs, mais cette création de savoirs est dépendent du chemin, influencée par les décisions prises dans le passé et marque le chemin dans l'avenir. Sur la base d'une revue de la littérature cognitive, celle de l'apprentissage organisationnel, celle concernant le management des technologies de l'information dans les organisations et celle des facteurs de succès des projets d'innovation, cet article propose un modèle théorique concernant le rôle des TIC comme variables médiatrices entre certaines caractéristiques du processus créatif dans les organisations et les résultats des projets d'innovation, en termes économiques et en termes de degré d'innovation. L'article construit surtout sur le modèle des capacités absorptive de Cohen et Levinthal et sous l'influence des théories de la créativité individuelle de Csikszentmihalyi et Gilford, pour identifier trois facteurs déterminants de la créativité organisationnelle: le stock des savoirs existants dans l'organisation, le recherche des savoirs déjà créés ailleurs et les mécanismes de création de nouveaux savoirs. L'article continue avec une présentation de la littérature technique et théorique concernant les outils TIC adaptés à ces trois facteurs: les outils TIC pour partager les connaissances, comme les groupes de discussion, e-brainstorming, etc., les outils de recherche et accès à l'information, comme les wikis, les moteurs de recherche et autres et les outils directement utilisés dans la production des connaissances, comme les tableurs, les modèles numériques, les technologies de design en 3 dimensions et une revue de la littérature concernant les mesures de succès des projets d'innovation, pour présenter un modèle structurel qui sera testé empiriquement avec un modèle d'équations linaires.

Mots clés: théorie de la connaissance, innovation, technologies de l'information

Le rôle des technologies d'information et communication dans les projets d'innovation

Résumé:

Les technologies de l'information et communication (TIC) sont largement utilisées dans les organisations. Quand-même, leur utilisation dans un domaine spécifiquement humain, la création des nouveaux savoirs durant les projets d'innovation, a été moins étudiée, exception majeure faite par la littérature sur la gestion des connaissances (Knowledge Management). L'innovation suppose la création de nouveaux savoirs, mais cette création de savoirs est dépendent du chemin, influencée par les décisions prises dans le passé et marque le chemin dans l'avenir. Sur la base d'une revue de la littérature cognitive, celle de l'apprentissage organisationnel, celle concernant le management des technologies de l'information dans les organisations et celle des facteurs de succès des projets d'innovation, cet article propose un modèle théorique concernant le rôle des TIC comme variables médiatrices entre certaines caractéristiques du processus créatif dans les organisations et les résultats des projets d'innovation, en termes économiques et en termes de degré d'innovation. L'article construit surtout sur le modèle des capacités absorptive de Cohen et Levinthal et sous l'influence des théories de la créativité individuelle de Csikszentmihalyi et Gilford, pour identifier trois facteurs déterminants de la créativité organisationnelle: le stock des savoirs existants dans l'organisation, le recherche des savoirs déjà créés ailleurs et les mécanismes de création de nouveaux savoirs. L'article continue avec une présentation de la littérature technique et théorique concernant les outils TIC adaptés à ces trois facteurs: les outils TIC pour partager les connaissances, comme les groupes de discussion, e-brainstorming, etc., les outils de recherche et accès à l'information, comme les wikis, les moteurs de recherche et autres et les outils directement utilisés dans la production des connaissances, comme les tableurs, les modèles numériques, les technologies de design en 3 dimensions et une revue de la littérature concernant les mesures de succès des projets d'innovation, pour présenter un modèle structurel qui sera testé empiriquement avec un modèle d'équations linaires.

1. INTRODUCTION

Le développement des nouveaux produits est considéré comme ayant un rôle vital pour la survie d'une firme à long terme (Cooper, 1996). Ce développement est un processus dans lequel les firmes consomment des ressources et assument des risques, parce qu'il nécessite la génération des nouvelles connaissances.

Les connaissances sont considérées comme un actif stratégique (Winter, 1987) et la capacité des firmes à créer des connaissances est vue comme une source d'avantage compétitif pour celles-ci, dans la théorie basée sur les connaissances (« knowledge-based view of the firm ») (Kogut et Zander, 1992, Conner et Prahalad, 1996, Grant, 1996, Nonaka et Takeuchi, 1995, Tsoukas, 1996, Nahapiet et Ghosal, 1998).

Le développement des nouveaux produits n'implique pas uniquement la création de nouvelles connaissances, dans le sens d'illumination, mais, ces nouvelles connaissances se développent, sur la base des connaissances déjà existantes dans l'organisation et, éventuellement, des connaissances existantes ailleurs, elles doivent être testées et validées dans un processus qui peut être long, sinueux, avec souvent des pressions de la part du management de l'organisation et/ou de l'environnement, surtout en ce qui concerne le temps et le coût de développement (Stalk, 1988, Iansiti et MacCormack, 1997).

Cependant, le développement rapide des technologies de l'information (TI), ainsi que de celles de communication qui sont intégrées dans un ensemble générique de technologies d'information et communication (TIC), a eu comme un des résultats un intérêt croissant pour leur utilisation dans les projets de développement des nouveaux produits. L'utilisation des TIC dans les différentes phases des projets d'innovation est faite en raison de certaines attentes, théoriques ou réalisées, comme la réduction du temps de développement, l'augmentation de la productivité, l'amélioration de la collaboration et de la communication, amélioration de la qualité des produits, réduire le risque de pertes des connaissances acquises et améliorer la réutilisation de celles-ci, etc. (Ozer, 2000).

2. PERSPECTIVES THEORIQUES SUR LA CREATIVITÉ ORGANISATIONNELLE, LES TIC DANS LES PROCESSUS CRÉATIFS ET LES RÉSULTATS DES PROJETS D'INNOVATION

Les projets de développement de nouveaux produits, ou les projets d'innovation, nécessitent un effort de production de nouvelles connaissances, de marketing, technologiques et opérationnelles. La créativité organisationnelle est "la production des idées nouvelles et utiles

par un individu ou un petit groupe d'individus travaillant ensemble" (Amabile, 1988), ou "la création d'un nouveau produit, service, idée, procédure ou processus par des individus travaillant ensemble dans un système social complexe" (Woodman et al., 1993, p. 293). L'élément central de toutes ces approches est que la créativité est un processus humain. La créativité dans les organisations s'exprime sous la forme de la capacité absorptive (Cohen et Levinthal, 1990), définie comme "un set de routines organisationnelles et processus par lesquelles les firmes acquièrent, accumulent, transforment et exploitent les connaissances pour produire des capacités organisationnelles dynamiques (Zahra et George, 2002, p.186). Toujours selon Zahra et George (2002), la capacité absorptive se compose de la capacité absorptive potentielle, qui est une fonction de la base de savoirs existants ainsi que de la complémentarité de ces savoirs, et la capacité absorptive réalisée, qui représente la capacité de l'organisation de transformer les savoirs existants dans des nouveaux savoirs durant les projets d'innovation. Cependant, Cohen et Levinthal (1990) montrent que l'input pour la capacité absorptive est constitué par les savoirs existants et les sources de connaissances qui peuvent être appropriées, ceux qui suggère qu'il y a trois facteurs déterminants pour la production des nouvelles connaissances: les savoirs existants dans l'organisation pertinents au projet d'innovation, les savoirs qui existent dans des locations plus ou moins connues, généralement à l'extérieur de l'équipe de projet, et les mécanismes de transformation des savoirs existants et acquis dans de nouveaux savoirs.

Dans une analyse de nombreuses applications industrielles, Ozer (2000) trouve que les TI peuvent faciliter le développement des nouveaux produits en améliorant la vitesse de développement, la productivité, la collaboration et la communication, la versatilité des produits, la gestion des connaissances, la qualité des décisions et la qualité des produits. Une autre approche met l'emphase sur le rôle des TI comme support pour dans la créativité, principalement individuelle (Masseti, 1998, Marakas et Elam, 1997). Dans les organisations, les TI, initialement introduites dans le but d'augmenter la productivité pour les tâches à caractère répétitif, ont changé beaucoup de rôle, en devenant tant un activateur qu'un driver pour le changement des organisations, des changements comme "... la création de nouveaux rôles, responsabilités, relations, mécanismes de contrôle, processus et flux de travail" (Swanson et Ramiller, 1997, p.460). Ces changements de la structure organisationnelle se passent par "l'augmentation de l'efficience des processus et par le changement du locus des connaissances et du pouvoir" (Thach et Woodman, 1994, p.30). Les TI actionnent comme un activateur, en fournissant aux gestionnaires un mécanisme efficient pour introduire les changements voulus, mais aussi elles sont une source d'innovation, en créant des nouvelles

opportunités (Johnson et Clayton, 1998). Dans une perspective globale, Feldstein (2003) trouve que la croissance forte de la productivité dans les États-Unis dans les dernières 15 années s'explique par la croissance particulièrement grande des secteurs produisant les TI, et aussi des secteurs qui sont des utilisateurs "substantiels" des TI (Feldstein, 2003, p. 446-447). Au niveau global, la croissance de la productivité devient saisissable après un certain temps (David, 1990), et ce délai existe aussi au niveau de la firme (Brynjolfsson, 1996). Tyndale (2002) propose, suite à une revue de la littérature, une classification concernant 17 technologies selon 4 phases identifiées dans le cycle de la production des connaissances (création, organisation, distribution et application). Dans cet article, les TIC seront groupées selon leur utilisation dans les trois facteurs impliqués dans la production des nouveaux savoirs identifiés plus haut: les TIC pour le partage des connaissances, les TI utilisées pour acquérir des nouvelles connaissances et les TI utilisées directement dans la production de nouveaux savoirs.

Les nouveaux produits sont des "ensembles des traits et bénéfices qui doivent, chacun, être conçus, articulés, désignés et opérationnalisés, ou apportés à l'évidence" (Dougherty, 1996, p. 425), qui sont réalisés à travers des projets d'innovation. Ces projets sont assujettis à des multiples risques et incertitudes. Même finalisé, un tel projet ne peut pas garantir le succès et Griffin et Page (1993), identifient 75 mesures distinctes pour le succès des projets d'innovation, utilisées dans la théorie et dans la pratique. Le succès d'un projet d'innovation est donc multidimensionnel, son impact sur l'organisation pouvant être à plusieurs niveaux (Cooper et Kleinschmidt, 1987) et il est aussi soumis à une dynamique temporelle quant à sa perception (Maidique et Zirger, 1984). Le succès d'un projet d'innovation est donc multidimensionnel, son impact sur l'organisation pouvant être à plusieurs niveaux (Cooper et Kleinschmidt, 1987) et il est aussi soumis à une dynamique temporelle quant à sa perception (Maidique et Zirger, 1984). Cooper et Kleinschmidt (1987), ont identifié trois dimensions pour les performances des nouveaux produits: la performance financière, l'impact sur le marché et la fenêtre d'opportunité. Venkatraman et Ramanujam (1986) identifient deux dimensions: celle qui oppose les critères de nature financière, incluant le profit, l'augmentation des ventes, le retour sur l'investissement, contre des critères plus ouverts, de nature opérationnelle: degré d'innovation ("innovativeness"), responsabilité sociale; l'autre dimension concerne les données qui sont utilisées pour l'analyse de la performance, qui peuvent être des données primaires ou secondaires. Hart et Craig (1993) considèrent que la meilleure méthode pour obtenir des données pour un projet de développement d'un nouveau produit et l'auto-évaluation des personnes impliquées, spécifiquement les gestionnaires du

projet, en utilisant l'entrevue, et cette méthode est indiquée tant pour les mesures financières que non-financières. Huang et al. (2004) trouvent que le succès a quatre dimensions: deux qui concerne l'acceptation, objective ou subjective du consommateur, et les deux autres sont la performance financière et la performance technique du produit.

3. LES HYPOTHÈSES DU MODELE

Les connaissances peuvent être considérées comme la principale ressource stratégique de la firme, à cause de leur rareté et du caractère difficilement imitable de celles-ci (Spender, 1996). La théorie évolutionniste de la firme reconnaît qu'une des raisons pour laquelle les firmes s'agrandissent est l'accumulation des connaissances (Nelson et Winter, 1982), elles performant une fonction de réplication efficace des connaissances (Kogut et Zander, 1993) et se comportent comme un système distribué des connaissances (Tsoukas, 1996). Elles offrent le cadre pour une meilleure intégration des connaissances spécialisées (Grant, 1996) et elles sont supérieures au marché pour la possibilité de recombinaison des connaissances existantes (Kogut et Zander, 1992), dans la forme d'innovations architecturales (Abernathy et Clark, 1985). Le caractère inimitable des connaissances des firmes est donné par les connaissances tacites que les firmes possèdent (Kogut et Zander, 1992), mais ces connaissances sont articulées dans les firmes (Håkanson, 2007) au cours d'une spirale de la transformation des connaissances (Nonaka, 1994).

Les connaissances pertinentes pour un projet de développement d'un nouveau produit, qui font partie de la mémoire organisationnelle (Moorman et Miner, 1997), sont une condition pour la définition du problème à résoudre (Cohen et Levinthal, 1990). Le processus créatif présente, comme une première phase, la compréhension du problème (Polya, 1945), qui signifie l'observation du problème, la formulation de ce problème et l'analyse de l'information disponible. Cette information disponible est stockée dans la mémoire, individuelle et/ou organisationnelle. La mémoire organisationnelle est un ensemble, dynamique, de stockage des données, informations et connaissances acquises par la firme et son personnel. Les moyens de stockage sont la mémoire individuelle des employés (Simon, 1991), les routines et les procédures (Cyert et March, 1963, Nelson et Winter, 1982), les produits (Hargadon et Sutton, 1997), les documents sur papier (Yates, 1990) et les supports magnétiques et optiques des TI (Huber, 1991).

Le rôle direct de la base des connaissances dans l'efficacité des projets de développement des nouveaux produits est contrasté dans la recherche. Cohen et Levinthal (1990) considèrent que le stock des connaissances, vu comme les investissements cumulatifs dans la recherche et le développement, peut améliorer la capacité absorptive des firmes, leurs possibilités de comprendre et utiliser l'information externe et, par conséquent, elles vont améliorer la performance. Montoya-Weiss et Calantone (1994) trouvent que les firmes qui réalisent des produits de qualité supérieure ont une forte base de connaissances technologiques et de marketing, tandis que Moorman et Miner (1997) trouvent un impact positif de la mémoire organisationnelle sur les performances financières à court terme, mais la relation entre le stock de connaissances et le degré d'innovation des nouveaux produits n'est pas significative dans leur étude. Pour les firmes en biotechnologie, secteur à forte base scientifique (Florice et al. 2008), DeCarolis et Deeds (1999) ont trouvé une relation directe et positive entre le stock des connaissances de la firme et sa performance économique, mais les mesures utilisées rendent difficile, voir impossible, la généralisation de la méthode: la mesure du stock des connaissances existantes dans la firme est un proxy complexe, basé sur la proximité avec les écoles supérieures spécialisées, le nombre de subventions accordées par le National Institute of Health dans la région respective, le nombre de brevets obtenus par la firme et l'intensité moyenne des dépenses en R&D par les firmes, tandis que la performance économique des firmes est basée sur la valeur de marché à la fin du premier jour d'échange suite à une offre publique initiale (IPO).

H 1.1a. Le volume des connaissances pertinentes disponibles influence positivement la performance innovatrice des projets d'innovation;

La production des nouvelles connaissances a plutôt un caractère intermittent, mais la succession des développements, comme dans le cas du développement des nouveaux produits, ou du raffinement des analyses des besoins pour le produit et dans la définition de produit est relativement intense, et ce savoir doit être distribué de manière efficace entre les membres d'une équipe de développement. Les connaissances peuvent être « collantes » (Szulanski, 1996), ce qui rend difficile le transfert de ces connaissances, mais le transfert est d'autant plus difficile dans les conditions d'un accès inapproprié aux ressources d'information. Les projets de développement des nouveaux produits demandent l'appel de différents types de mémoires qui existent dans l'organisation : la mémoire des individus qui ont des connaissances utiles pour le projet, surtout dans le cas d'améliorations incrémentales (« versioning » dans l'industrie de software), la mémoire commune existante dans l'organisation, qui est partagée

entre les personnes ou qui existe dans les différentes bases de données de l'organisation. La création d'un nouveau savoir nécessite le plus souvent la recombinaison des informations / connaissances existantes (l'exploitation selon March, 1991), et ce savoir peut exister dans l'organisation, mais aussi à l'extérieur. Même si la savoir existe à l'intérieur, il est souvent dispersé, parfois il peut être oublié parce non-utilisé, ou même il peut être perdu à cause de la rotation du personnel. La communication des savoirs existants dans une organisation est essentielle en ce sens. La communication prend différentes formes, comme la communication classique, impliquant le face-à-face, les réunions de groupe, l'envoi de documents. L'évolution des TI a permis le développement des communications par l'intermédiaire de l'ordinateur (CMC, « computer-mediated communication »), initialement en utilisant les courriels, mais d'autres formes sont apparues : la messagerie instantanée (Lotus Sametime, Yahoo Messenger, MSN Messenger), qui permettait initialement l'échange des messages, généralement courts, en temps réel, et qui s'est enrichie avec du contenu vidéo; la téléphonie sur IP (Skype), les conférences vidéo, ou les outils de conférence par Internet, comme AT&T Connect (antérieurement Interwise), qui permet aussi de réaliser des graphiques de façon interactive.

Dans le modèle d'acceptation des technologies (Davis et al., 1989), et ses développements ultérieurs (TAM2, de Venkatesh et Davis, 2000), l'utilité perçue d'une technologie est un facteur qui explique une bonne partie de la variance dans l'acceptation de cette technologie.

Par conséquent, notre hypothèse est:

H 1.1.b La complexité des connaissances pertinentes disponibles est directement reliée à une utilisation plus intense des TIC pour partager et communiquer cette connaissance.

Plusieurs recherches ont analysé le choix, l'usage et les conséquences des outils de communication sur les organisations (Ngwenyama et Lee, 1997, Kock, 2007) et les praticiens ont vanté les avantages pratiques de ces outils. Il est indéniable que, surtout pour les compagnies dispersées, avec des activités de recherche et/ ou production dans des endroits très éloignés, les capacités des moyens de communication à l'aide des ordinateurs présentent des avantages en terme de coûts hors de question. L'impartition dans l'industrie du software est simplement impensable sans les moyens actuels de communication. Un projet d'innovation peut se développer avec la collaboration étroite des membres localisés dans différents endroits d'un même pays, donc on peut penser que l'importance de la localisation du savoir existant pour les grandes compagnies diminue, avec des effets multiples, incluant les stratégies des organisations et leur performance. Une caractéristique importante des

médias de communication est la richesse de ces médias. Cette richesse inclut la possibilité d'obtenir un feed-back rapide, voir immédiat, la disponibilité des indices non-verbaux, la possibilité d'utiliser une variété de langage et de capter l'attention individuelle (Daft et Lengel, 1984, Carlsson et Zmud, 1999, Lee, 1994, Ngwenyama et Lee, 1997). La communication directe, face-à-face, est considérée comme un exemple de media riche, en comportant toutes ces caractéristiques, tandis que le courriel est le plus pauvre (il est placé mieux, dans la hiérarchie de Daft et Lengel, seulement devant les rapports imprimés par l'ordinateur, dans une époque où les capacités graphiques étaient très limitées). La hiérarchie des moyens de communication de Daft et Lengel (1984) concerne seulement la richesse des media, mais il y a au moins deux autres facteurs qui sont pris en considération par les organisations pour le choix de ces medias: le premier est le coût, et le deuxième est la rapidité de la transmission de l'information. Quand même, l'utilisation seulement de la communication directe peut rencontrer des problèmes quant à la mémorisation, surtout quand l'information transmise est en grand volume. La mémoire à court terme a besoin d'être complétée par une information qui reste accessible même après une discussion. C'est la raison pour laquelle le courriel est préféré comme média pour l'échange d'information en vue d'une réduction de l'incertitude (El-Shinnawy and Markus, 1997). Cependant, l'évolution des TIC a permis l'apparition des applications avec des nouvelles fonctionnalités, comme les groupes persistantes de discussion (« persistent group chat »), qui permettent aux intéressés d'accéder aux discussions déjà démarrées, en ayant accès à l'intégralité de cette discussion, pour ne pas perdre des sujets et éléments intéressants. Les outils de diffusion (« broadcast tools »), qui fonctionnent de façon similaire aux forums de discussions sur internet, avec pourtant quelques différences majeures : tout est interne à l'organisation, puis les questions sont adressées sur ce forum et des experts peuvent répondre de plusieurs façons : en écrivant sur le forum, ou en chattant avec la personne qui a adressé la question. La possibilité d'archiver les réponses et /ou les discussions permettent, au moins d'un point de vue théorique, de développer et enrichir une base des connaissances, facilement accessible dans le futur. La possibilité de partager l'écran d'un utilisateur avec des autres est vue par les praticiens comme un bon moyen pour réduire la confusion et les malentendus, et ils sont un bon moyen d'enrichissement de la communication. Les suites logicielles qui permettent les conférences en temps réel sont une autre technique de partage et communication de l'information. Outre l'échange des informations verbales et visuelles habituelles, leurs capacités sont augmentées en incluant la possibilité de travailler ensemble sur un même dessin, par exemple (AT&T Connect).

Une méthode de résolution des problèmes est de diviser le problème en sous-problèmes et d'essayer de les résoudre séparément. Une possibilité qui s'offre est d'utiliser des interfaces entre les modules, donc d'avoir une architecture modulaire du problème. Ces sous-problèmes peuvent être résolus par des personnes différentes ou des groupes différents dans le cadre de l'équipe de projet, qui ont besoin d'échanger non pas seulement des informations, mais aussi de garder la trace de l'évolution du travail. L'échange se fait souvent avec en utilisant des documents qui sont améliorés au fil du temps et plusieurs versions du même document peuvent coexister sur le même type support ou sur différents supports. Une manière de simplifier ces activités et réduire la redondance, ainsi que d'éliminer le risque de retravailler une ancienne version d'un document est d'utiliser des systèmes de wiki, qui connaissent un usage en croissance accélérée. Les systèmes de type wiki sont une des solutions qui permettent une gestion améliorée de l'échange d'information. Ils font partie d'un ensemble plus large de logiciels de travail collaboratif, les "groupwares". Wiki est un système à double fonctionnalité: il permet non seulement le stockage des connaissances et informations, mais, et surtout, il intègre un mécanisme efficace de recherche d'informations.

Par conséquent, les hypothèses concernant le rôle des connaissances pertinentes disponibles sur la performance innovatrice des projets d'innovation et le rôle médiateur des TIC sont:

H 1.1.c Une utilisation plus intense des TIC qui permettent un partage simplifié des connaissances, associé à un accès facile à ces connaissances est positivement reliée à une performance de productivité supérieure pour les projets d'innovation;

H 1.1.d Une utilisation plus intense des TIC qui permettent un partage simplifié des connaissances, associé à un accès facile à ces connaissances est positivement reliée à une performance économique et financière supérieure pour les projets d'innovation.

Le développement de nouveaux produits implique nécessairement la création des nouvelles connaissances, qui peut se faire en utilisant différentes méthodes: développement interne, acquisition des connaissances externes via acquisition des firmes, en embauchant de personnel spécialisée, des alliances avec les firmes possédant ces connaissances ou une base pour le développement en commun. La création de connaissances est un processus évolutionnaire, avec une dépendance forte de chemin, impliquant la recombinaison des connaissances existantes (Fleming, 2001). Ces connaissances se trouvent dans la mémoire de l'individu, dans la mémoire du groupe (de projet), dans la mémoire organisationnelle ou à l'extérieur de l'organisation. L'acquisition des connaissances est renforcée par l'existence d'une connaissance pertinente interne (Cohen et Levinthal, 1990, Huber, 1991), et ces

connaissances pertinentes sont un des éléments qui déterminent la stratégie de recherche des informations/connaissances nécessaires. Le processus d'acquisition des connaissances fait l'objet d'une littérature vaste, celle de l'apprentissage organisationnel, et d'une branche de celle-ci, qui concerne le transfert des connaissances. Notre attention porte principalement sur les stratégies actives de recherche et acquisition des connaissances, quand ceux qui sont intéressés initient les flux de savoir, ou vont les sélectionner. Une prémisse importante est que lors du lancement d'un projet, l'équipe qui est responsable du projet est sélectionnée comme ayant la meilleure expertise disponible en ce moment. Cette équipe doit établir les stratégies d'acquisition des connaissances, dépendamment de la nature et la complexité évaluée du problème à résoudre, selon différents critères:

- selon la modalité de recherche d'informations, qui peut être radicale ou incrémentale;
- si la recherche d'informations se fait de façon aléatoire ou elle est guidée;
- si l'information recherchée se trouve localement ou elle est distante.

La modalité de recherche de l'information est incrémentale quand on utilise une approche top-down, de décomposition des problèmes et la résolution successive, par rapport à une approche radicalement nouvelle. Cette différence d'approche comporte des stratégies d'acquisition des connaissances opposées. Fleming et Sørensen (2004), en considérant l'innovation comme un processus de recherche combinatoire, mettent l'emphase sur la relation entre le savoir technologique et le processus d'exploitation du savoir accumulé dans la recherche de solutions dans un "paysage" accidenté, suggérant le risque de rester dans le domaine des optimums locaux avec une recherche de type incrémentale.

La recherche d'informations peut se faire de façon aléatoire quand le contenu du savoir recherché ou sa localisation comporte un haut degré d'incertitude, ou de façon guidée, quand l'incertitude est moindre. Le premier type de recherche s'apparente à l'exploration de March (1991), dans l'apprentissage organisationnel, impliquant une prise de risque, l'expérimentation ("trial and error") et la flexibilité de l'approche, tandis que le second est plutôt une exploitation, qui implique l'utilisation des savoirs existants.

Le savoir recherché peut se trouver aussi à l'intérieur de l'équipe ou de l'organisation, et les processus de transformation de Nonaka (1994) permettent l'explication des conversions des savoirs tacite et explicite. Parfois, des vieilles technologies développées à l'interne peuvent être revitalisées, comme le microflex de 3M (Tatge, 2000, cité par Katila, 2002). Il peut être distant, dans d'autres organisations et institutions, plusieurs stratégies d'acquisitions pouvant être utilisées: quand le savoir est de dominante tacite et très localisé (souvent une petite firme spécialisée dans un produit qui pourra devenir un composant dans le projet d'innovation), une

solution peut être simplement l'acquisition de cette firme, tandis que dans d'autres situations, l'acquisition du savoir peut se faire par l'identification et l'achat des licences des brevets, en collaborant avec la ou les institutions qui détient le savoir. Katila (2002), analysant l'espace de recherche de savoir dans l'industrie de la robotique, fait la distinction entre le savoir intra-organisationnel et celui externe, qui peut être à l'intérieur de l'industrie ou même à l'extérieur de cette industrie.

H 1.2a. Plus les stratégies d'acquisition de connaissances sont complexes (radicales, impliquant des recherches aléatoires et les connaissances sont distantes), plus l'utilisation des TI de recherche d'information est importante.

La recherche des solutions existantes ou proches du problème à résoudre se fait donc dans différents types de mémoires: celle individuelle, un processus sur lequel on n'insiste pas maintenant, celle de group ou organisationnelle, ou externe. La mémoire organisationnelle comprend tant un volume d'information, de savoirs, stockés sur différentes formes, mais aussi le mécanisme d'accès à toutes ces informations (Walsh et Ungson, 1991). En fait, sans un mécanisme très efficace de recherche de l'information, l'utilité est réduite, parce que le savoir ne peut pas être ré-trouvé et transféré là où est utile. Si les connaissances, pour être réellement transmises, doivent être souvent ré-crées (Swann, 1999, p.265), le savoir explicite, ou explicité, peut être plus facilement recherché avec l'aide des outils TI appropriés. Ces outils incorporent généralement tant la partie de stockage de l'information que la partie de recherche. Historiquement, les types d'outils TI permettant le stockage et la recherche d'informations les plus utilisés étaient les bases de données. L'évolution hardware et software le permettent de rester, avec des capacités fortement augmentées et distribuées, en arrière d'interfaces et mécanismes d'accès toujours plus proches des utilisateurs.

La recherche des informations peut se faire de manière précise, quand on recherche spécifiquement une information dans un endroit ou on suppose qu'elle doit se trouver (un brevet dans la base de données USPTO, par exemple), ou large, quand on cherche dans plusieurs endroits satisfaisant à un ou plusieurs critères, afin de trouver des variantes, pour les analyser, comparer et sélectionner plus tard.

Les recherches peuvent se faire de façon structurée, quand la procédure de recherche est déterminée à l'avance, ou associative. Des systèmes de découverte des connaissances permettent d'effectuer ce dernier type de recherche dans de bases de données textuelles de très grandes dimensions et d'extraire des nouvelles associations, comme la découverte de relations entre des maladies et la carence en certains minéraux (Swanson et Smalheiser, 1997).

Les moteurs de recherche disponibles pour les sites web, incluant les Intranets, permettent de plus en plus des recherches plus précises, avec des relevances plus correctes des résultats fournis.

Les wikis, vus comme outils d'accéder aux connaissances existantes dans l'entreprise, gagnent en popularité tel qu'une multinationale en informatique avec des laboratoires de recherche éparpillés dans tout le monde a inclus le nombre de contributions de chaque personne travaillant dans ces laboratoires dans les critères d'appréciation individuelle.

L'utilisation des forums de discussion sur Intranet ou Extranet constituent une autre façon de rechercher de l'information nécessaire pour les projets d'innovation. Il y a des organisations qui organisent elles-mêmes de tels forums, dans lesquels les utilisateurs, internes et externes, peuvent apporter des solutions inédites aux problèmes, mais aussi d'autres forums, maintenus principalement par des spécialistes qui créent ainsi un sorte de communauté de pratiques (Brown et Duguid, 1991).

Avec la multiplicité des technologies permettant le partage et l'accès aux connaissances, le rôle des "gatekeepers" pourrait être modifié, en faveur des réseaux plus décentralisés, mais mieux connectés (Malone, 2004).

Concernant les stratégies de recherche d'information/savoir et le rôle des outils TI dans ces stratégies, nos hypothèses sont:

H1.2b. L'utilisation des TIC plus complexes pour acquérir le savoir existant, interne ou externe, est associée à des meilleures performances innovatrices des projets de développement de nouveaux produits;

H 1.2c. L'utilisation des TIC plus complexes pour acquérir le savoir existant, interne ou externe, est associée à des meilleures performances innovatrices des projets de développement de nouveaux produits;

H 1.2d. L'utilisation des TIC plus complexes pour acquérir le savoir existant, interne ou externe, est associée à de meilleures performances en termes économiques et financiers, des projets de développement de nouveaux produits.

La production des connaissances est l'élément central de tout projet d'innovation et vu l'importance de l'innovation pour les organisations et la société dans son ensemble, une riche littérature théorique s'est développée. Les études empiriques ont porté surtout sur les mécanismes de transfert ou de partage de savoir (Zander et Kogut, 1995, Szulanski, 1996, Hansen, 1999). Le sujet de la création des connaissances a été testé empiriquement au niveau de l'organisation, en utilisant le modèle, en spirale, de transformation de connaissances

(SECI) de Nonaka (1994). Les résultats sont plutôt mitigés, Martin-de-Castro et al. (2008) trouvant des différences significatives entre les mécanismes utilisés pour la création de connaissances entre des firmes en provenance des É.U. et respectivement de l'Etats-Unis. Par contre, la littérature, surtout celle technique, présente un bon nombre d'études de cas relatifs à l'utilisation des diverses méthodes et technologies d'aide à la création de savoirs. Rothwell (1992) avançait l'hypothèse d'une "électronification" du processus d'innovation. L'utilisation des TI dans les projets d'innovation peut être vue sur différents paliers de complexité: pour effectuer des calculs à partir des données observées, extraire des informations à partir des bases de données, développer des modèles numériques et simuler le comportement de ces modèles en variant des paramètres, intégrer des multiples systèmes de modélisation / simulation.

Le développement d'un nouveau produit comporte donc de générer des alternatives de solutions possibles pour le problème à résoudre et de les tester successivement. C'est l'essence du processus essai-erreur ("trial-and-error"), qui, dans son acception classique, signifie d'imaginer une solution et faire les tests pour voir comment cette proposition de solution fonctionne. La proposition d'une solution à tester est d'une certaine façon aveugle ("blind variation", Campbell, 1960), dans le sens que tant qu'il n'y pas de connaissance concernant la faisabilité de cette solution, il y a seulement une probabilité non-unitaire de réussite. En fait, la génération des alternatives de solutions pour résoudre un problème n'est pas exactement aléatoire, parce qu'elle implique une guidance, sur la base du savoir accumulé par la personne ou le groupe qui doit résoudre le problème et prend la forme d'une marche adaptative (Fleming, 2001). Cette guidance, ou évaluation ex-ante de la solution, est en relation avec le niveau des connaissances spécifiques au domaine, l'heuristique utilisée, la vitesse de calcul. Elle est l'expression des capacités transformatives (Zahra et George, 2002).

Dans le développement des nouveaux médicaments dans la biotechnologie et la biochimie, le nombre des molécules candidates pour le traitement d'une maladie spécifique est le plus souvent trop important pour qu'elles soient connues par les chercheurs. Il y a deux modalités de faire l'action de dépistage ("screening") des molécules candidates: la méthode réelle, de dépistage de haut débit ("high-throughput screening"), qui comporte de tester l'activité des milliers des molécules candidates pour une protéine cible ("target") spécifique dans les laboratoires, et qui est une méthode effective mais très couteuse, et la méthode virtuelle, qui comporte l'utilisation de l'inférence computationnelle ou de la simulation de la méthode réelle. Cette dernière méthode permet de tester à l'aide des logiciels et bases de données un volume plus grand des molécules candidates, incluant celles qui ne sont pas encore synthétisées, avec

un coût beaucoup plus réduit. Cette méthode n'exclut pas l'autre, mais réduit substantiellement le nombre des molécules qui seront utilisées avec la première méthode. Il y a quand même une différence d'approche: la méthode de dépistage de haut débit est de type "technology-driven", en ignorant largement les propriétés structurelles des cibles, tandis que le dépistage virtuel est de type "knowledge-driven", parce que cette méthode utilise les connaissances existantes sur les facteurs reliant une molécule à une protéine-cible (Keble, 2004).

Quand une possible solution prend contour, il faut expérimenter pour vérifier sa validité. Rosenberg (1992) considère l'expérimentation comme une forme de résolution de problème fondamentale pour l'innovation. De manière classique, l'expérimentation signifie la réalisation des prototypes, comme des modèles simplifiés de la solution envisagée, et dont le fonctionnement doit valider le design choisi. Quand il s'agit de réaliser de nouveaux produits matériels (une voiture, un vélo, etc.) le prototypage signifiait la réalisation d'un modèle physique de ce produit. Le développement des TI permet maintenant de réaliser des prototypes "virtuels", en utilisant des logiciels plus évolués, plus génériques comme CATIA, AUTOCAD, ou spécialisés, généralement propriétaires.

Les outils CAD (computer-aided design) en 3 dimensions, énumérés ci-dessus, sont le plus connu exemple de l'interaction homme-machine dans l'amélioration du processus de création de connaissances techniques. Les avantages de ces outils peuvent être regroupés selon trois axes:

- ils permettent la visualisation du produit dans son ensemble et même temps de ces composantes pendant le design;
- ils permettent de définir les caractéristiques topologiques des pièces et sous-ensembles qui composent le produit par une capacité de pré-assemblage;
- une capacité de simulation qui permette des itérations rapides de type essai-erreur.

Tous ces avantages ont leur importance, spécialement la possibilité de simuler le comportement réel des produits, parce les itérations essai-erreur consomment généralement beaucoup de ressources. La possibilité de faire des itérations rapides ne doit pas être vue seulement comme une réduction des coûts dans la phase de développement d'un nouveau produit, mais aussi comme une possibilité de faciliter l'apprentissage en faisant ("learning by doing").

L'utilisation de la modélisation 3-D dans le prototypage correspond à une formalisation plus prononcée du savoir, donc la composante explicite de celui-ci est nécessairement au moins aussi importante que dans le cas du prototypage physique. Thomke (1998) considère l'importance des connaissances tacites dans l'utilisation des prototypes virtuels, qui sont

nécessaires dans l'interprétation des résultats et dans la transposition des modèles virtuels dans les modèles physiques. D'Adderio (2001) prend en compte le processus opposé, de translation des données dans un modèle virtuel en 3-D, comme nécessitant une forte proportion de connaissances tacites. Dans une vision intégrée, l'utilisation des modèles virtuels ne correspond pas à une simple automatisation du processus créatif, mais plutôt à un changement de sa structure, qui s'accompagne avec des changements organisationnels (Nobeoka et Baba, 2001).

L'utilisation des outils CAD dépend largement de la nature des nouveaux produits en développement (Liker et al., 1992). Des études de cas se sont portées sur l'utilisation de ces outils dans l'industrie de l'automobile, de construction navale et dans les semi-conducteurs (Nobeoka et Baba, 2001), dans l'architecture (Baxter et Berente, 2007), dans l'industrie spatiale (Snyder et al. 1998).

Plusieurs études de cas montrent que l'utilisation des systèmes CAD/CAE 3-D permette non seulement des réductions des coûts, mais, grâce aux possibilités de calcul supérieures aux humains, d'obtenir des performances techniques supérieures. Un exemple est le design du Boeing-777, réalisé dans les années '90 en utilisant un système CATIA de Dassault Systèmes et d'autres systèmes de pré-assemblage digital en provenance de Dassault ou de Boeing. Boeing-777 représente le modèle d'avion long-courrier le plus utilisé actuellement (compilation personnelle des ventes de ce modèle et des concurrents, à partir d'informations sur les sites web de Boeing et Airbus). L'utilisation des outils TI a été faite de manière intégrée, les coûts estimés pour réaliser l'infrastructure TI nécessaire ont été de plus d'un milliard dollars. Cette intégration a impliqué l'adaptation des logiciels fournis par Dassault Systèmes avec ceux développés par Boeing, ainsi que le système ERP existant. Présenté comme le premier avion commercial avec un design digital en 3-D à 100%, sans maquette, son design virtuel a permis des réductions significatives, tant en ce qui concerne le nombre des pièces et de modifications d'ingénierie, estimées à environ 65%, que dans le temps de développement du produit, réduit de 60 à 48 mois (Snyder et al. 1998). La qualité du produit a été aussi améliorée, l'éloignement de l'alignement parfait pour le premier avion de la série étant 20 fois plus faible que les normes usuelles. L'aspect qui est encore plus important est l'intégration des TI dans les processus de design, de développement, de fabrication et de marketing, ainsi que les changements organisationnels associés, confirmant l'approche structurationniste de Barley (1986) et Orlikowski et Robey (1991). Un exemple de changement, dans ce cas, est le fait que les professionnels en TI sont devenus membres des

équipes de design ("Design Build teams"), résultant en une intégration fonctionnelle accrue avec moins de stratification.

L'utilisation des solutions intégrées permet aussi des bénéfices qui ne peuvent pas être mesurés directement, et qui sont représentés par la possibilité de réutiliser facilement les résultats pour les futurs développements.

L'utilisation des modèles digitaux dans le design des nouveaux produits comporte une plus importante partie de réutilisation des connaissances existantes, qui sont dans les propriétés des modèles, ses caractéristiques, ses comportements. La variabilité peut être introduite soit en changeant les paramètres initiaux, soit dans les conditions finales. Cette variabilité contrôlée permet de faire la discrimination entre les solutions sur des bases plus précises. Si le rôle humain dans la validation des solutions reste aussi important que dans les conditions classiques (sans le support des ordinateurs), l'exemple ci-dessus montre que tout le processus de création est comprimé, la validation elle-même pouvant être plus rapide.

Le succès rencontré par Boeing avec le modèle 787 en utilisant une solution intégrée (CATIA) pour le design de l'appareil, et le succès du bombardier B-2 "Stealth" (Argyres, 1999) qui a aussi été dessiné entièrement par plusieurs firmes, dont Boeing, avant d'être construit par Northrop-Grumman sont des arguments en faveur de l'utilité des solutions intégrées. La solution utilisée dans ce dernier cas a été une solution propriétaire de Northrop (NCAD et NCAL), ainsi que des solutions de tiers (NASTRAN, développée par NASA, et des systèmes commerciaux pour la collaboration avec les fournisseurs). Argyres (1999) argumente que les qualités du design de ce bombardier ont demandé des TI qui surpassaient les capacités de la presque totalité des outils TI et des systèmes d'ingénierie des années 1980. et que les TI utilisées n'ont simplement réduit les coûts de production, ou permis l'ajout de quelques nouvelles fonctionnalités, mais elles ont simplement permis la réalisation d'un nouveau type de produit. En même temps, l'utilisation de solutions intégrées par une firme qui développe des nouveaux produits complexes, confère d'autres avantages, comme celui de garder un ensemble de connaissances dans la firme et finalement maintenir son avantage compétitif. Takeishi (2002), prend l'exemple d'une firme qui développe une auto pour le transport des passagers, et qui est formé de plus de 30000 composants et collabore avec un nombre important de fournisseurs. Il a trouvé que les connaissances concernant un composant qui est externalisé sont positivement reliées à la qualité du produit, mais que l'externalisation ("outsourcing") rend difficile le maintien des connaissances. Pour les projets qui impliquent des nouvelles technologies, Takeishi (2002) argumente qu'il est "important pour la firme

d'avoir un haut niveau des connaissances spécifiques pour les composants, dans le but de résoudre des problèmes d'ingénierie non explorés, ensemble avec le fournisseur" (Takeishi, 2002, p.331)

Nos hypothèses seront:

H 1.3a. Plus le volume des connaissances à produire lors d'un projet d'innovation est estimé comme grand et ces connaissances considérées comme complexes, plus l'utilisation des TI intégrées sera importante;

H 1.3b. L'utilisation des outils TI aidant la production des connaissances, comme des outils CAD/CAM, modèles spécifiques, etc., augmente la productivité des projets d'innovation et leurs performances techniques.

H1.3c. L'utilisation des TI aidant la production des connaissances est associée à une meilleure performance économique et financière des projets de développement de nouveaux produits.

Les hypothèses de ce modèle sont présentées dans la figure 1.

Hypothèses du modèle

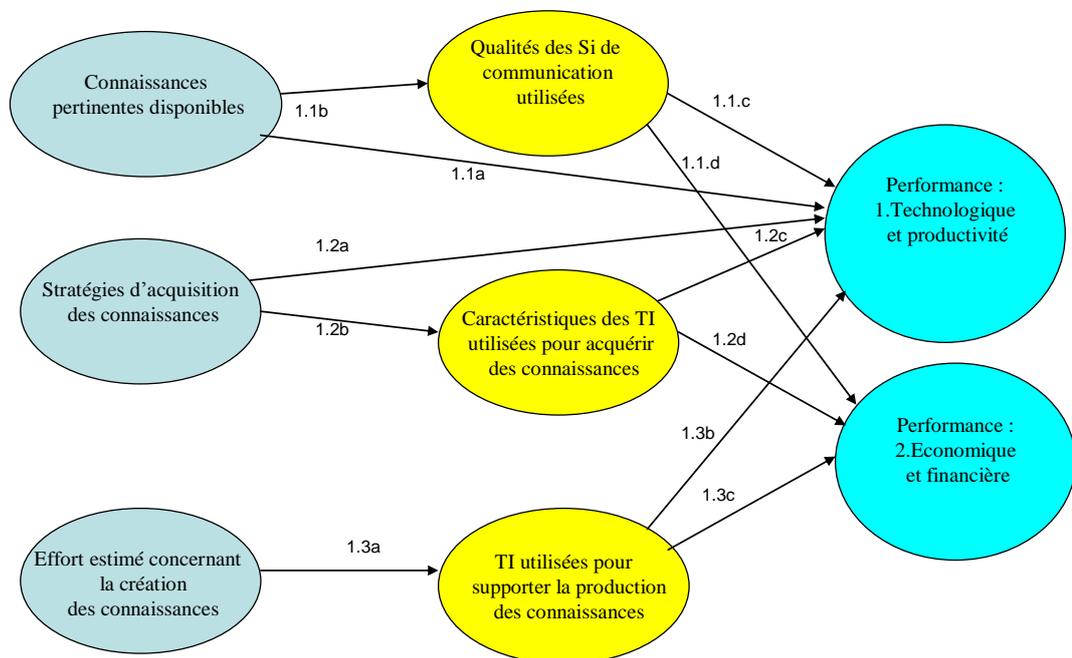


Figure 1. Les hypothèses du modèle

4. METHODOLOGIE

Le test empirique de ce modèle comporte l'élaboration et l'application d'un questionnaire qui sera distribué principalement dans des firmes œuvrant dans les secteurs de la biotechnologie, construction aérospatiale, de l'automobile, de développement de logiciels, télécommunication. On veut obtenir un minimum de 300 répondants, de préférence de la part des gestionnaires de projet et d'autres personnes avec un rôle significatif dans l'exécution des projets d'innovation. La méthodologie utilisée comporte l'élaboration, le pré-test, le test et le raffinement des échelles de mesure pour les 8 construits théoriques qui seront utilisés., Après la collecte de données, des analyses factorielles exploratoires, des tests de fiabilité et des analyses confirmatoires seront effectués, dans le dernier cas un modèle d'équations structurelles devra confirmer ou infirmer l'existence de relations entre les construits énoncées dans les hypothèses.

Bibliographie

- Abernathy, W. J. et Clark, K. B. 1985. "Innovation: Mapping the winds of creative destruction", *Research Policy*, 14(1): 3-22
- Amabile, T. M. 1988. "A Model of Creativity and Innovation in Organizations," *Research in Organizational Behavior*, 10(1): 123-167
- Argyres, N. S. 1999. "The impact of Information Technology on Coordination: Evidence from B-2 "Stealth" Bomber", *Organization Science*, 10(2): 162-180
- Barley, S.R. 1986 "Technology as an Occasion for Structuring: Evidence from Observation of CT Scanners and the Social Order of Radiology Departments". *Administrative Science Quarterly*, 31: 78-108
- Baxter, R. and Berente, N. 2007. "Embedding New IT Artifacts into Design Practice for Knowledge Creation", Proceedings of the Hawaii International Conference on Systems Science
- Bohn, R. E. 1994. "Measuring and managing technological growth". *Sloan Management Review*, (Fall): 61-73.
- Byrnfjolfsson, E. 1994. "Information Assets, Technology and Organization", *Management Science*, 40(12):
- Campbell, D. T. 1960. "Blind Variation and Selective Retention in Creative Thought as in Other Knowledge Processes". *Psychological Review*, 67(November): 380-400
- Carlson, R.J. et Zmud, R.W. 1999. "Channel expansion theory and the experiential nature of media richness perceptions", *Academy of Management Journal*, 42 (2): 153–170
- Cohen, W. M., and Levinthal, D. A. 1990. "Absorptive capacity: A new perspective of learning and innovation", *Administrative Science Quarterly*, 35: 128-152
- Conner, K. R. et Prahalad, C. K. 1996. "A Resource-based Theory of the Firm: Knowledge versus Opportunism", *Organization Science*, 7(5): 477-501
- Cooper, R. G. 1996. "Overhauling the New Product Process", *Industrial Marketing Management*, 25: 465–482
- Cooper, R.G. et Kleinschmidt, E.J. 1986. "An Investigation into the new product process : Steps, deficiencies and impact", *Journal of Product Innovation Management*, 3(2) : 71-85
- Cyert, R. M. et March, J. G. 1963. *A Behavioral Theory of the Firm*, Englewood Cliffs, NJ: Sage Publications

- D'Adderio, L. 2004. "Crafting the virtual prototype: how firms integrate knowledge and capabilities across organizational boundaries", *Research Policy*, 30: 1409-1424
- Daft, R. L. et Lengel, R.H. 1984. "Information richness: a new approach to manager information processing and organization design", in: B. Staw, L.L. Cummings (Eds.), *Research in Organizational Behavior*, vol. 6, JAI Press, Greenwich Connecticut, 191–233
- David, P. 1990. "The Dynamo and the Computer: A Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox", *American Economic Review*, 80(2): 355-361
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. 1989. "User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models". *Management Science*, 35: 982-1003
- DeCarolis, D. M., et Deeds, D.L. 1997. "The impact of stocks and flows of organizational knowledge on firm performance: An empirical investigation of the biotechnology industry", *Strategic Management Journal*, 20(10): 953-968
- Dougherty, D. 1992. "Interpretive barriers to successful product innovation in large firms". *Organization Science*, 3(2): 179-202
- Dougherty, D. 1996. "Organizing for innovation", in Clegg, S. R., Hardy, C. et Nord, W.R. (eds.) *Handbook of organization studies*, London: Sage
- El-Shinnawy, M.M. et Markus, M.L. 1997. "The poverty of media richness theory: explaining people's choice of electronic mail vs. voice mail", *International Journal of Human-Computer Studies*, 46 (3): 443–467.
- Feldstein, M. 2003. "Why is productivity growing faster?", *Journal of Policy Modeling*, 25: 445-451
- Fleming, L. 2001. "Recombinant uncertainty in technological search", *Management Science*, 47(1): 117-132
- Fleming, L. and Sorenson, O. 2004. "Science as a map in technological search", *Strategic Management Journal*, 25: 909-925
- Floridel, S., Dougherty, D., Miller, R. et Ibanescu, M. 2008. "Network structure and the reproduction of resources for sustainable innovation", *International Journal of Technology Management*, 41(3/4): 379-406
- Grant, R. M. 1996. "Toward a Knowledge-Based Theory of the Firm", *Strategic Management Journal*, 17(Winter): 109-122
- Griffin, A. et Page, A. L. 1993. "An interim report on measuring product development success and failure", *Journal of Product Innovation Management*, 10(4): 291-308

- Håkanson, L. 2007. "Creating knowledge: the power of articulation", *Industrial and Corporate Change*, 16(1): 1-38
- Hargadon, A. and Sutton, R. I. 1997. "Technology brokering and innovation in a product development firm", *Administrative Science Quarterly*, 42(4):716-749.
- Hart, S. et Craig, A. 1993. "Dimensions of success in new product development", in Baker, M. J. (ed.) *Perspectives on marketing management*, vol. 3, London: John Wiley & Sons Ltd
- Huang, X., Southar, G. N. and Brown, A. 2004. "Measuring new product success: an empirical investigation of Australian SMEs", *Industrial Marketing Management*, 33: 117-123
- Huber, G.P. 1991. "Organizational Learning: The Contributing Processes and Literature", *Organization Studies*, 2(1), 88-115
- Huysman, M. et Wulf, V. 2006. "IT to support knowledge sharing in communities, towards a social capital analysis", *Journal of Information Technology*, 21: 40-51
- Iansiti, M., et MacCormack, A. 1997. "Developing products on internet time". *Harvard Business Review*, 75(5): 108-117
- Johnson, R. E. et Clayton, M. J. 1998. "The impact of information technology in design and construction: the owner's perspective", *Automation in Construction*, 8: 3-14
- Katila, R. 2002. "New product search over time: Past ideas in their prime", *Academy of Management Journal*, 45(5): 995-1010.
- Klebe, G. 2004. "Lead identification in post-genomics: computers as a complementary alternative", *Drug Discovery Today: Technologies*, 1(3): 225-230
- Kock, N.F. (ed.). 2007. *Encyclopedia of e-collaboration*, London: Idea Group Inc.
- Kogut, B., Zander, U. (1992) "Knowledge of the firm, Combinative Capabilities and the Replication of Technology", *Organization Studies*, 3(3), 383-397
- Lee, S. 1994. "Electronic mail as a medium for rich communication: an empirical investigation using hermeneutic interpretation", *MIS Quarterly*, 18 (2): 143-158.
- Liker, J., Fleischer, M., Nagamichi, . et Zonneville, . 1992. "Designers and their Machines: CAD Use and Support in the US and Japan," *Communications of the ACM*, 35, 2, pp. 77-95
- Maidique, M. A., Zirger, B. J. 1984. "A study of success and failure in product innovation: The case of the U.S. electronics industry", *IEEE Transactions on*

- Engineering Management*, 4: 192– 203.
- Malone, T.W., 2004. *The Future of Work*. Boston, MA: Harvard Business School Press
- Marakas, G. and Elam, J. 1997. "Creativity enhancement in problem solving: Through software or process?", *Management Science* 43(8): 1136-1146.
- March, J. G. 1991. "Exploration and exploitation in organizational learning", *Organization Science*, 2: 71-87.
- Massetti, B. 1998. "An ounce of preventative research design is worth a ton of statistical analysis cure", *MIS Quarterly* 22 (1): 89-93.
- Montoya-Weiss M. M. et Calantone R. 1994. "Determinants of new product performance: a review and meta-analysis", *Journal of Product Innovation Management*, (11)5: 397–417
- Moorman C. et Miner, S. 1997. "The impact of organizational memory on new product performance and creativity". *Journal of Marketing Research*, 34(1): 91–106
- Nahapiet, J. et Ghosal, S. 1998. "Social Capital, Intellectual Capital, and the Organizational Advantage", *Academy of Management Review*, 23(2): 242-266
- Nelson, R. R., and Winter, S. G. 1982. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, Mass.: Belknap.
- Ngwenyama, O.K. et Lee, A.S. 1997. "Richness in Electronic Mail: Critical Social Theory and the Contextuality of Meaning", *MIS Quarterly*, 21(2): 145-167
- Nobeoka, K. et Baba, Y. 2001. "The influence of New 3-D CAD Systems on Knowledge Production in Product Development", in Nonaka, I. et Nishiguchi, T (eds.) *Knowledge Emergence, Social, Technical and Evolutionary Dimensions of Knowledge Creation*, Oxford: Oxford University Press
- Nonaka, I. 1994. "A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation." *Organization Science*, 5(1): 14-37
- Orlikowski, W. J. and Robey, D.1991. "Information Technology and the Structuring of Organizations", *Information Systems Research*, 2(1):143-169
- Ozer, M. 2000. "Information Technology and New Product Development. Opportunities and Pitfalls", *Industrial Marketing Management*, 29(4): 387-396
- Polya, G. 1945. "How to solve it", Princeton: University Press
- Rosenberg, N., 1982. *Inside the Black Box*, Cambridge, MA: Cambridge University Press.

- Rothwell, R. 1992. "Successful Industrial Innovation: Critical Factors for the 1990s", *R&D Management*, 22(3): 221-239.
- Simon, H.A. 1991. "Bounded Rationality and Organizational Learning", *Organizational Science*, 2(2): 125-34
- Snyder, C. R., Snyder, C.A. et Sankar, C. S. 1998. "Use of Information Technologies in the Process of Building the Boeing 777", *Journal of Information Technology Management*, 9(3): 31-42
- Spender, J. C. 1996. "Making Knowledge the Basis of a Dynamic Theory of the Firm", *Strategic Management Journal*, 17(Winter Special Issue): 45-62
- Stalk, G. Jr. 1988. "Time: The Next Source of Competitive Advantage", *Harvard Business Review* 66(4): 41-51
- Swann, J. 1999. "What Happens When Learning Takes Place?", *Interchange*, 30(3): 252-282
- Swanson, E.B. et Ramiller, N.C. 1993. "Information Systems Research Thematics: Submissions to a New Journal". *Information Systems Research*, vol. 4, no. 4, 299-330
- Swanson, D. R. et Smalheiser, N. R. 1997. "An interactive system for finding complementary literatures: A stimulus to scientific discovery", *Artificial Intelligence*, 91: 183-203.
- Szulanski, G. (1996) "Exploring internal stickiness: Impediments to the transfer of best practice within the firm." *Strategic Management Journal*, 17(Winter Special Issue): 27-43.
- Takeishi, A. 2002. "Knowledge partitioning in the interfirm division of labor: The case of automotive product development", *Organization Science*, 13(3): 321-353.
- Tatge, M. 2000. "Minnesota Mining & Catchall", *Forbes*, September, 4: 52
- Thach, L, et Woodman, R. W. 1994. "Organizational Change and Information technology: Managing on the Edge of Cyberspace", *Organizational Dynamics*, 23(1): 30-46
- Thomke, S.H. 1998. "Managing Experimentation in the Design of New Products", *Management Science*, 44(6): 743-762
- Tsoukas, H. 1996. The firm as a distributed knowledge system: A constructionist approach. *Strategic Management Journal*, 17(Winter Special Issue): 11-15.
- Tyndale, P. 2002. "A taxonomy of knowledge management software tools: Origins and applications", *Evaluation and Program Planning*, 25(2): 183-190

Venkatraman, N. et Ramanujam, V. 1986. "Measures of business performance in strategy research: a comparison of approaches", *Academy of Management Review*, 11(4): 801-814

Winter, S. G. 1987. "Knowledge and competence as strategic assets", in Teece, D. J. (ed.) *The Competitive challenge: Strategies for industrial innovation and renewal*, Cambridge: Ballinger Pub. Co.

Woodman, R. W., Sawyer, J. E. et Griffin, R. W. 1993. "Toward a theory of organizational creativity", *Academy of Management Review*, 18(2): 293-321

Yates, J. (1990), "For the record: the embodiment of organizational memory, 1850-1920", *Business and Economic History*, 19:172-182

Zahra, S.A. and George, G. 2002. "Absorptive Capacity: A Review, Reconceptualization and Extension", *Academy of Management Review*, 27(2): 185-203