



Profil d'adoption des systèmes de gestion intégrés dans les PME manufacturières

Sylvestre Uwizeyemungu

M.Sc.

Louis Raymond

Ph.D.

Université du Québec à Trois-Rivières

sylvestre_uwizeyemungu@uqtr.ca

Résumé :

Les premières implantations des Systèmes de Gestion Intégrés (SGI), plus connus sous le sigle d'ERP (*Enterprise Resource Planning*), ont eu lieu dans les grandes entreprises. Il apparaît cependant de plus en plus que les éditeurs ERP autant que les dirigeants d'entreprise manifestent un intérêt soutenu pour l'adaptation de ces systèmes au contexte des PME. La présente étude propose tout d'abord les éléments d'un profil de PME susceptibles d'adopter un SGI. Le profil proposé est axé sur quatre catégories de facteurs : les facteurs liés au contexte technologique, ceux liés au contexte organisationnel, au contexte environnemental et au contexte entrepreneurial. Elle tente par la suite de déterminer les facteurs les plus importants en analysant les caractéristiques de 356 PME manufacturières canadiennes, en fonction du niveau d'intégration et de maîtrise de leurs technologies.

ERP, SGI, systèmes de gestion intégrés, systèmes d'entreprise, PME, système d'information, technologies manufacturières avancées.

INTRODUCTION

L'analyse de l'expansion des rôles dévolus aux systèmes d'information (SI) montre que ces derniers se sont peu à peu étendus à tous les niveaux organisationnels et à tous les aspects de la gestion d'entreprise, touchant ainsi un plus grand nombre d'utilisateurs et de gestionnaires. Le développement des SI s'est fait cependant en suivant les différents sphères fonctionnels des entreprises, chaque spécialité développant ses propres applications, à tel point que dans une même entreprise, divers systèmes coexistaient sans pour autant qu'ils puissent communiquer entre eux. On a ainsi parlé du développement des îlots informationnels ou de la « fragmentation informationnelle » (Muscatello, Small et Chen, 2003) ou encore de « silos fonctionnels » (Beretta, 2002), avec tout ce que ça implique en termes de dysfonctionnements, de doubles emplois et de gaspillages. La nécessité d'une intégration des SI devenait de plus en plus impérieuse, et c'est là que les Systèmes de Gestion Intégrés (SGI), plus connus sous le sigle d'ERP (*Enterprise Resource Planning*), ou plus récemment d'ES (*Enterprise Systems*) ont été perçus par diverses organisations comme une planche de salut (Uwizeyemungu et Raymond, 2004).

Si les premières implantations des SGI ont eu lieu dans les grandes entreprises (GE), la demande de tels systèmes dans les petites et moyennes entreprises (PME) s'est récemment accrue (Everdingen, Hillegersberg et Waarts, 2000; Greenemeier, 2001; Raymond, 2003). Cependant, ces systèmes restent associés aux organisations de grande envergure, à tel point que leur adoption par les PME fait encore figure d'une incursion dans le monde des GE, une incursion qui requiert quelques précautions. White (1999) parle de SGI pour les PME comme d'une « solution de GE pour les petites entreprises », et Pender (2001) suggère que le défi des PME face aux SGI est de savoir « comment déployer la technologie des GE, sans faire des dépenses de GE ».

Même si l'on est conscient de l'intérêt évident manifesté à la fois par les PME et les éditeurs ERP pour le développement de systèmes plus adaptés (Greenemeier, 2001; Gable et Stewart, 1999), on ne connaît pas grand chose du profil des PME susceptibles de les adopter. On ignore aussi quels sont les traits caractéristiques de celles pouvant exploiter les SGI avec, *a priori*, de bonnes chances de succès. La réponse à ces interrogations est d'un intérêt évident. Tout d'abord les éditeurs et les consultants SGI sauront mieux adapter leur offre en fonction des PME qui pourront éventuellement s'y intéresser. Et puis, pour mieux préparer les PME à l'adoption et à l'exploitation efficace des SGI, il est nécessaire de bien cibler celles d'entre elles qui présentent un profil intéressant. Pour les PME, elles sauront si elles remplissent les conditions essentielles qui rendraient moins hasardeuse l'adoption et l'exploitation d'un SGI.

La présente étude vise tout d'abord à proposer les éléments d'un profil de PME susceptibles d'adopter un SGI. Elle amorce aussi un test partiel de ce profil en le confrontant aux caractéristiques de 356 PME manufacturières canadiennes. La revue de littérature consignée dans la seconde section de l'article porte sur l'analyse des facteurs pouvant conduire les PME à adopter les SGI. La littérature à ce sujet étant peu abondante, l'analyse part des études sur les facteurs d'adoption des TI en général, et celles sur les motivations d'adoption des SGI. La troisième section est consacrée à l'élaboration du profil théorique de PME susceptibles d'adopter un SGI. La quatrième section présente la méthodologie de recherche. Les résultats de l'étude sont présentés dans la cinquième section et la dernière section conclue l'étude en présentant ses limites et les avenues de recherche dégagées.

REVUE DE LITTÉRATURE

Qu'est ce qui amènerait certaines PME à adopter les SGI? Le phénomène SGI ayant été longtemps associé aux GE, on ne trouve pas d'études empiriques traitant spécifiquement et en profondeur des facteurs d'adoption des SGI dans les PME. Ariss, Raghunathan et Kunnathar (2000) déplorent en effet l'absence et/ou la fragmentation des recherches sur les facteurs qui influencent l'introduction de technologies modernes dans les petites entreprises, malgré le rôle crucial qu'on leur reconnaît pour la survie de ces dernières. Il reste cependant possible d'étudier les facteurs d'adoption des SGI en recourant à la littérature portant sur les facteurs d'adoption des TI en général, et sur les motivations d'adoption des SGI en particulier.

Facteurs d'adoption des TI

Par le passé, de nombreuses études dans le domaine des SI (Rai et Patnayakuni, 1996; Grover et Goslar, 1993; Cooper et Zmud, 1990) se sont intéressées aux facteurs qui déterminent l'initiation, l'adoption et l'implantation des TI dans les organisations. Ces études se sont principalement inspirées de la littérature développée dans les domaines du changement organisationnel, de l'innovation et de la diffusion technologique.

Les facteurs identifiés ont été regroupés en cinq catégories (Grover et Goslar, 1993; Cooper et Zmud, 1990): (i) les caractéristiques individuelles (expérience, niveau d'éducation, résistance au changement, influence des pairs), (ii) les caractéristiques organisationnelles ou structurelles (taille, spécialisation, centralisation, formalisation), (iii) les caractéristiques de la technologie à adopter (compatibilité, complexité, avantage relatif), (iv) les caractéristiques de la tâche dans laquelle la technologie sera appliquée (niveaux d'incertitude, d'autonomie, de responsabilité, variété de la tâche) et (v) les caractéristiques de l'environnement organisationnel (incertitude, dépendance inter-organisationnelle).

Ariss *et al.* (2000) opèrent une classification quelque peu différente: les facteurs qui influencent la décision d'adoption d'une technologie manufacturière avancée (*advanced manufacturing technology*) dans les PME sont classés en quatre catégories, à savoir (i) les facteurs liés au produit/marché (amélioration de la qualité de produit, amélioration de la conception de produit), (ii) les raisons financières (les flux financiers, la disponibilité du financement, les programmes gouvernementaux d'assistance financière), (iii) les raisons managériales et organisationnelles (philosophie managériale à l'égard de la technologie, exposition de la direction à la technologie, relations entre la direction et les employés, capacité des employés, augmentation de la productivité), et (iv) les facteurs liés au secteur d'activités (compétitivité en termes de coût, exigences environnementales). Cette classification, comparée aux classifications précédemment présentées, apporte quelques éléments supplémentaires intéressants surtout dans le contexte de PME: les considérations financières compte tenu du coût souvent prohibitif de nouvelles technologies face aux moyens limités des PME, et les facteurs managériaux comme la philosophie à l'égard de la technologie et l'exposition de la direction à cette technologie, facteurs qui, dans le cas des PME, peuvent être ramenés aux facteurs individuels, vue la concentration du pouvoir de décision sur la personne de l'entrepreneur ou du propriétaire-dirigeant.

Comme l'ont déjà noté Cooper et Zmud (1990), la plupart des recherches sur l'implantation des TI traitent ces dernières d'une manière générale, et ne mettent pas ainsi d'emphasis sur les caractéristiques technologiques spécifiques d'une TI en particulier, ce qui constitue une sérieuse limite. C'est pour l'éviter que dans la présente recherche, qui porte spécifiquement sur les SGI, les facteurs ci-haut énumérés sont ré-analysés dans un contexte d'adoption des SGI par les PME. Pour ce faire, il est fait référence aux études portant sur les facteurs de motivation pour l'adoption des SGI. On pourrait, en effet, essayer d'établir le

profil des PME susceptibles d'adopter les SGI en partant de l'analyse des motivations qui les ont amenées à cette adoption.

Motivations d'adoption des SGI

La problématique des motivations d'adoption des SGI a été abordée par différentes études (Oliver et Romm, 2000; Ross, 1999), certaines d'entre elles portant spécifiquement sur les PME (Dolmetsch, Huber, Fleisch et Österle, 1998; Oliver et Romm, 1999; Gable et Stewart, 1999).

Oliver et Romm (2000) mettent en trois catégories les facteurs qui déterminent l'investissement dans la recherche d'information en vue d'une éventuelle adoption d'un SGI : (i) la nécessité d'amélioration de la performance des activités courantes, (ii) la nécessité d'intégration des données et des systèmes et (iii) la nécessité d'éviter un désavantage concurrentiel ou d'éviter qu'un risque d'affaires ne devienne critique.

Ross (1999) classe les motivations d'adoption des SGI en trois catégories : (i) infrastructure, (ii) capacité (amélioration des processus, visibilité des données) et (iii) performance (réduction des coûts, prise de décision stratégique, adaptabilité aux exigences des clients). Elle montre par ailleurs le caractère imbriqué de ces motivations : la nouvelle plate-forme commune des systèmes (infrastructure) permet d'acquérir de nouvelles capacités qui, à leur tour, sont censées permettre à l'entreprise de générer des résultats plus performants.

Pour Dolmetsch *et al.* (1998), les raisons d'utilisation des progiciels standard intégrés peuvent être retracées dans la stratégie corporative, dans les processus d'affaires ou dans les applications des systèmes d'information. Dans une étude portant sur les organisations de taille moyenne et à but non lucratif, Oliver et Romm (1999) avancent que ces organisations adoptent des SGI pour des raisons techniques, économiques, stratégiques, ou de gains en efficience.

Caldas et Wood Jr (1999) appellent pour un élargissement de perspective pour la compréhension du phénomène ERP pour ainsi le sortir du réductionnisme et du déterminisme technologique qui l'ont caractérisé. Pour ce faire ils avancent trois ensembles de facteurs qui, seuls ou en interaction dans un processus dynamique complexe, influencent l'adoption, l'implantation et l'évaluation des SGI dans les organisations : il s'agit (i) des facteurs substantifs, (ii) des facteurs institutionnels et (iii) des facteurs politiques. Les facteurs substantifs comprennent les vrais impératifs, problèmes ou opportunités auxquels font face les organisations et pour lesquels les SGI sont une réponse adéquate. Les facteurs institutionnels font référence à toutes les forces externes présentes dans l'environnement organisationnel et qui mettent de la pression pour l'adoption des SGI qui sont présentés comme une panacée. Les facteurs politiques reflètent les intérêts des différents groupes se disputant le pouvoir. De l'avis de Caldas et Wood Jr (1999), le discours réductionniste sur les SGI se concentre presque exclusivement sur les facteurs substantifs.

LE PROFIL DES PME OUVERTES À L'ADOPTION D'UN SGI

Même si les auteurs ont utilisé des dénominations différentes pour classer en catégories les motivations d'adoption des SGI, l'analyse du contenu de ces catégories montre que les motivations invoquées sont presque identiques d'une étude à l'autre. Dans la présente étude, ces motivations ne nous intéressent que dans la mesure où on peut en déduire, en complément des facteurs d'adoption des TI, les caractéristiques de PME ayant un profil pouvant les conduire à adopter les SGI. Pour ce faire, nous procédons à une nouvelle catégorisation des motivations/facteurs, une catégorisation pouvant facilement être jumelée au profil d'entreprises.

Catégorie 1 : motivations/facteurs liés au contexte technologique

La nécessité d'amélioration de la performance des activités courantes est une importante source de motivation pour l'adoption des SGI (Oliver et Romm, 2000; Ross, 1999). Cette nécessité découle souvent de la prise de conscience des limites des systèmes existants (inefficience, inflexibilité), comme ce fut le cas pour bon nombre d'entreprises lors du bogue de l'an 2000 (Kennerley et Neely, 2001; Dolmetsch *et al.*, 1998) ou du passage à l'euro dans les pays de l'Union Européenne (Kennerley et Neely, 2001). L'expiration d'un contrat de maintenance sur l'ancien système peut aussi pousser une entreprise à envisager le passage à une technologie plus moderne (Dolmetsch *et al.*, 1998). L'autre source de motivation réside dans la nécessité d'intégration des données et des systèmes: les SI ont été historiquement développés pour répondre à des besoins fonctionnels, et il en a résulté une multitude d'applications avec des problèmes d'incompatibilité (systèmes ne pouvant communiquer entre eux), de double emploi (on rentre une même donnée plusieurs fois), et de support coûteux (Oliver et Romm, 2000). L'intégration des données et des systèmes s'avère dès lors d'une nécessité impérieuse.

Compte tenu de ce qui précède, les éléments du profil que l'on peut dégager par rapport au contexte technologique pourraient être exprimés comme suit :

- une PME confrontée à la vétusté (inefficience, inflexibilité, désintégration) de son SI serait plus disposée à envisager le passage à une technologie plus avancée, en l'occurrence un SGI;
- une PME satisfaite des conditions actuelles de maintenance de son SI (qualité du support, coût du support, possibilité de renouvellement) serait moins disposée à adopter un SGI.

Catégorie 2 : motivations/facteurs liés au contexte organisationnel

L'implantation d'un SI peut être considérée comme une diffusion de la technologie dans un système social (Stewart, Milford, Jewels, Hunter et Hunter, 2000). Il importe alors que l'on puisse trouver un alignement adéquat entre les exigences technologiques et organisationnelles. Ceci explique la raison pour laquelle la congruence (*fit*) entre un SGI et les processus organisationnels vient en tête des critères de sélection d'un SGI dans les PME (Everdingen *et al.*, 2000). Cette congruence permet aux PME adoptantes des SGI de ne pas subir le choc d'une ré-ingénierie des processus en profondeur. Cela laisse supposer que la nature des processus d'affaires d'une PME va fortement peser sur la décision d'adoption d'un SGI: si les processus de l'entreprise sont très singuliers, il y aura peu de chances qu'il se trouve sur le marché un SGI dont la conception des processus soit proche de celle de l'entreprise.

Les études montrent que pour les PME, le coût abordable des progiciels et les délais d'implantation courts sont des critères de sélection parmi les plus importants (Bernroider et Koch, 2001; Everdingen *et al.*, 2000). Ariss *et al.* (2000) notent l'importance des flux de trésorerie et de l'accès au financement, soit par le biais des institutions financières, soit à travers les subsides gouvernementaux dans la décision d'adoption des technologies avancées pour les PME. Dans les circonstances de rareté aiguë des ressources (main d'œuvre qualifiée, capacité technique, temps), les dirigeants d'entreprises sont moins enclins à investir dans des projets TI de longue haleine, soucieux qu'ils sont de tirer de leurs investissements des gains rapides et visibles à court terme (Gregory, 1993).

Dans une étude analysant les différences entre les moyennes entreprises (ME) et les GE en ce qui a trait au processus de définition des besoins et de sélection dans l'implantation de leurs SGI, Bernroider et Koch (2001) rapportent que les critères relatifs à la flexibilité (ex. augmentation de la flexibilité organisationnelle, l'amélioration des processus, et l'amélioration des capacités d'innovation) ont été jugés comme des aspects moins importants

par les PME, probablement parce que ces dernières ont déjà tendance à être plus flexibles et n'ont donc pas besoin de recourir à un SGI dans ce but. On pourrait dès lors en conclure que le niveau de flexibilité organisationnelle joue un rôle non négligeable dans la décision d'adoption ou non d'un SGI.

La taille, la centralisation, la formalisation, et la spécialisation, sont autant d'éléments classés dans la catégorie des facteurs organisationnels dans les études sur l'adoption des TI. Sur la taille, on pourrait supposer que plus une organisation est grande, plus elle aura plus de ressources pour faciliter l'initiation, l'adoption et l'implantation des technologies (Grover et Goslar, 1993). La spécialisation est définie comme la diversité de spécialistes techniques au sein de l'organisation : elle est ainsi prise en compte dans la disponibilité de ressources. La centralisation, définie comme le degré de concentration des pouvoirs de décision, est abordée dans les facteurs individuels, du moment que l'on peut l'appréhender sous forme de style décisionnel. La formalisation correspondrait à la complexité administrative ou bureaucratique (Julien et Raymond, 1994; Gregory, 1993). La relation entre la formalisation et l'adoption des TI est ambivalente : d'un côté, les effets de la bureaucratie handicaperaient des initiatives d'innovation (Gregory, 1993), mais de l'autre, la complexité bureaucratique pousserait à la recherche de solution dans les TI (Julien et Raymond, 1994). Dans le cas spécifique de l'adoption d'un SGI, étant donné que les entreprises sont souvent motivées par la nécessité de visibilité des données (Ross, 1999), la relation entre la formalisation et l'adoption est plutôt envisagée suivant la seconde perspective, c'est-à-dire dans un sens positif.

En résumé, on pourrait exprimer les effets du contexte organisationnel comme suit :

- une PME ayant des processus très spécifiques serait moins disposée à adopter un SGI;
- une PME se trouvant dans une situation de rareté de ressources (financières et humaines) serait moins disposée à adopter un SGI;
- plus une PME a des structures et des processus flexibles, moins elle ressentirait le besoin de recourir à un SGI;
- une PME serait d'autant plus ouverte à l'adoption d'un SGI qu'elle sera de grande taille;
- un plus grand degré de formalisation serait de nature à pousser une PME à adopter un SGI.

Catégorie 3 : motivations/facteurs liés au contexte environnemental

L'adoption d'un SGI peut découler des pressions exercées sur l'entreprise par son environnement. À ce sujet, les cas de PME étudiées par Dolmetsch *et al.* (1998) sont très révélateurs. Une entreprise opérant dans un marché très sensible à la variation de prix ne peut pas se permettre des marges élevées, et elle compte sur son SI pour un suivi serré des coûts; il s'agit là d'une nécessité de transparence des coûts, et les systèmes intégrés sont censés répondre à cette préoccupation (Dolmetsch *et al.*, 1998). Une entreprise opérant dans un marché à forte croissance est amenée à reconsidérer ses processus d'affaires pour faire face à la rapide croissance de sa taille; il en va de même d'une entreprise opérant dans un secteur d'activité très dynamique, comme dans la haute technologie : le besoin de réagir rapidement aux changements pousse à la nécessité d'intégration (Chalmers, 1999; Dolmetsch *et al.* 1998). Cela s'apparente au construit d'incertitude environnementale, mesurée dans ses trois composantes, hétérogénéité, dynamisme et hostilité (Grover et Goslar, 1993).

La nécessité d'optimisation de la chaîne d'approvisionnement est un des facteurs qui conduisent à l'adoption d'un SGI : les grandes entreprises manufacturières exercent des

pressions sur leurs fournisseurs en majorité des PME, pour qu'elles rencontrent des standards mondiaux en termes de coûts, d'efficacité, et de standards de qualité, ce qui, très souvent, oblige ces PME à restructurer leurs processus, et ce faisant, elles ont généralement besoin de SGI capables d'assurer un partage, en temps réel, d'informations détaillées avec leurs partenaires dans la chaîne de valeur (Chalmers, 1999). C'est en fait l'existence de liens logistiques très étroits entre une PME et ses partenaires d'affaires qui rend impérieuse la nécessité d'intégration (Dolmetsch *et al.*, 1998). C'est peut être l'absence de ces liens dans les PME étudiées par Bernroider et Koch (2001) qui expliquent qu'elles jugent moins pertinents les liens extra-organisationnels avec les clients et les fournisseurs dans le processus de sélection d'un SGI.

Le statut d'une entreprise exprimé en termes d'indépendance ou d'affiliation à un groupe n'est pas négligeable dans l'adoption d'une technologie (Julien et Raymond, 1994). L'appartenance d'une PME à un plus vaste groupe ne laisse pratiquement pas d'autre choix à l'entreprise que celui d'adopter un système intégré du même genre que celui adopté par le groupe (Dolmetsch *et al.*, 1998).

Il semble également que l'environnement relationnel des dirigeants exerce une influence prépondérante sur leur décision d'adopter ou non des TI (Monnuyer-Longé, 2002) : cette influence provient des hommes et des femmes avec lesquels les dirigeants de PME communiquent et qui constituent des communautés plus marquées par la convivialité et la confiance que dans les structures de grande taille.

En résumé, on pourrait exprimer les effets du contexte environnemental comme suit :

- une PME opérant dans un marché sensible au prix serait poussée à l'adoption d'un SGI;
- une PME opérant dans un secteur d'activité dynamique et en forte croissance serait poussée à l'adoption d'un SGI;
- l'existence de liens logistiques très étroits entre une PME et ses partenaires d'affaires (partenariats-réseaux) rendrait nécessaire le traitement intégré des informations dans la chaîne de valeur et pousse ainsi à l'adoption d'un SGI;
- l'appartenance ou l'affiliation d'une PME à un grand groupe exercerait une poussée vers l'adoption d'un SGI;
- l'ouverture aux TI de l'entourage relationnel immédiat du propriétaire-dirigeant influencerait positivement la décision d'adoption d'un SGI;

Catégorie 4 : motivations/facteurs liés au contexte entrepreneurial

La prépondérance du propriétaire-dirigeant au sein d'une PME (Marchesnay, 1991) fait aux facteurs individuels une place déterminante dans l'adoption des TI. Ainsi donc, certains facteurs d'adoption des TI qui, dans le cas des GE, sont considérés comme des facteurs organisationnels, peuvent être ramenés, dans le cas spécifique des PME, aux facteurs individuels. La culture organisationnelle, le type de leadership pratiqué pour la gestion du changement et la position organisationnelle envers le risque considérés comme des barrières organisationnelles à l'adoption d'un SGI (Stewart *et al.*, 2000) peuvent être, dans le cas d'une PME, ramenés à la culture (croyances, attitudes, comportements), au style de leadership et à l'aversion au risque de l'entrepreneur ou du propriétaire-dirigeant.

Pour ce qui est de la culture, une PME est le prolongement des croyances, des attitudes et des comportements de l'entrepreneur (Raymond, Julien, Carrière et Lachance, 1996). Dans une étude sur les facteurs d'adoption du commerce électronique (CE) dans les PME, Rashid et Al-Qirim (2001) classent dans les facteurs individuels la capacité d'innovation du dirigeant,

ses connaissances en matière de SI/TI/CE et son attitude envers l'adoption des TI. Cette attitude est déterminée par la perception, positive ou négative, qu'il a par rapport à la complexité, au coût, aux bénéfices d'un SGI, perception elle aussi influencée par ses connaissances. Ceci fait de l'éducation et de l'expérience du dirigeant des facteurs déterminants. Pour le style de leadership, le leadership transformationnel (par opposition au style de leadership transactionnel) est jugé plus compatible avec un projet SGI qui implique de profonds changements dans une organisation (Stewart *et al.*, 2000). Le niveau de tolérance au risque du propriétaire-dirigeant sera particulièrement déterminant dans le cas spécifique d'adoption de SGI, *a fortiori* après la mauvaise presse qui a entouré leur implantation et qui porte à croire qu'un projet SGI est par nature très risqué. En effet, de nombreux cas d'implantation à la dérive ou tout simplement de fiascos sont rapportés dans la littérature tant académique que professionnelle (Carbonel, 2001; Chen, 2001; Calogero, 2000; Scott, 1999; Stedman, 1999; Jesitus, 1997).

L'orientation stratégique et l'horizon temporel de l'organisation sont d'autres facteurs qu'on aborde ici dans les facteurs individuels, puisqu'ils se réduisent, dans la plupart des PME, aux choix et vision du propriétaire-dirigeant. L'orientation stratégique proactive (par opposition à l'orientation stratégique réactive) (Monnoyer-Longé, 2002, Julien et Raymond, 1994), et l'horizon temporel de LT (par opposition à l'horizon temporel de CT) (Julien et Raymond, 1994) sont plus favorables à l'adoption de nouvelles technologies. On pourrait aussi ajouter l'influence du style décisionnel du dirigeant de PME. L'étude de Grover et Goslar (1993) met en évidence une corrélation négative entre la centralisation et l'initiation de nouvelles technologies: un contexte de prise de décision décentralisée est moins autocratique et encourage des comportements innovateurs, et c'est dans un tel contexte que plus de nouvelles technologies ont la chance d'être envisagées.

On pourrait résumer les effets du contexte entrepreneurial comme suit :

- une PME dont le propriétaire-dirigeant a une perception positive à l'égard des TI en général, et des SGI en particulier, serait plus disposée à adopter un SGI;
- une PME dont le dirigeant exerce un style de leadership transformationnel serait plus ouverte à l'adoption d'un SGI;
- une PME dont le dirigeant a une aversion au risque serait moins disposée à adopter un SGI;
- une PME dont le dirigeant se caractérise par une orientation stratégique proactive serait plus ouverte à l'adoption d'un SGI;
- une PME serait d'autant plus ouverte à l'adoption d'un SGI que son propriétaire-dirigeant aura un horizon temporel à long terme;
- la capacité d'innovation du propriétaire-dirigeant d'une PME influencerait l'adoption d'un SGI;
- un style décisionnel autocratique (centralisation) du propriétaire-dirigeant d'une PME serait moins propice à l'adoption d'un SGI.

MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE

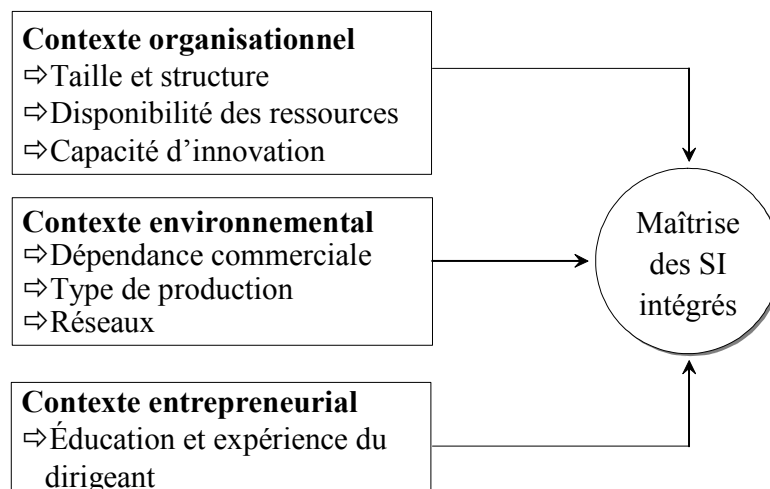
En confrontant la littérature portant à la fois sur les facteurs d'adoption des TI et sur les motivations d'adoption des SGI la présente étude a établi le profil théorique des PME susceptibles d'adopter les SGI. La comparaison de ce profil aux caractéristiques des PME manufacturières de la base de données PDG^{MD} permet d'avoir une idée sur le profil d'adoption des SGI dans ces PME. Cette base de données a été constituée par le Laboratoire

de recherche sur la performance des entreprises en collaboration avec le Groupement des chefs d'entreprises du Québec. Elle comporte aujourd'hui des données sur 356 PME manufacturières canadiennes. Plus de quinze secteurs d'activités sont présents, incluant les produits métalliques (30% des entreprises, le bois (14%), le plastique et le caoutchouc (9%), les produits électriques (8%), l'alimentation (7%) et la machinerie (5%). Ces entreprises sont relativement représentatives des PME manufacturières canadiennes en ce qui a trait à la taille et à l'industrie.

Ces données sont régulièrement mises à jour au moyen de questionnaires auxquels répondent les chefs d'entreprises et leurs principaux collaborateurs. Les données recueillies comportent, en plus des renseignements sur les caractéristiques organisationnelles, des informations sur les pratiques managériales dans divers domaines et sur leurs résultats financiers. Ce sont ces données qui ont été confrontées au profil établi pour les PME susceptibles d'adopter les SGI.

La figure 1 présente le modèle de recherche établi en tenant compte des variables du profil théorique pouvant être retracées, sous une forme ou sous une autre, dans la base de données PDGTM. C'est ainsi que toutes les variables du profil théorique ne sont pas abordées dans le modèle de recherche, et que d'autres sont appréhendées indirectement. À titre d'exemple (de variable indirectement appréhendée), le type de production (mode discontinu par opposition à la production en série) peut permettre de juger de la flexibilité nécessaire pour une PME, à défaut d'avoir des données sur la nature de son secteur d'activité (dynamique, à forte croissance, incertitude, sensibilité aux prix). Pour l'opérationnalisation des diverses variables retenues, la présente étude, pour des raisons évidentes de comparaison, s'en est tenue dans la mesure du possible aux définitions adoptées par la base de données PDG^{MD}.

Figure 1 : Modèle de recherche



Le tableau 1 reprend les variables indépendantes retenues et leurs définitions opérationnelles. La mesure de ces variables est basée sur des mesures utilisées dans des travaux empiriques antérieurs (ex. Raymond et St-Pierre, 2004, pour la dépendance commerciale).

Tableau 1 : Opérationnalisation des variables indépendantes

Variable	Opérationnalisation
1. Taille et structure	- Nombre d'employés - Intensité administrative : nombre de cadres sur le nombre total des employés
2. Disponibilité des ressources	- Capacité opérationnelle : atteinte perçue des objectifs de production en ce qui a trait à la qualité, la flexibilité et la réduction des coûts $[\sum_{i=1,3}(\text{importance de l'objectif } i * \text{niveau d'atteinte de l'objectif } i)]$, avec [faible : 1, ..., 5 : élevé] - Capacité financière : moyenne de la marge nette des trois dernières années
3. Capacité d'innovation	- % de ventes attribuables aux produits nouveaux ou modifiés
4. Contexte environnemental	- Dépendance commerciale (% des ventes aux trois principaux clients) - Type de production : % de la production en mode discontinu ("job shop")
5. Réseaux	- Nombre de partenariats de conception / R-D - Nombre de partenariats d'achat / approvisionnement - Nombre de partenariats de production - Nombre de partenariats de marketing / ventes - Nombre de partenariats de distribution
6. Contexte entrepreneurial	- Éducation du dirigeant : le niveau de scolarité le plus élevé (1: primaire; 2: secondaire; 3: collégial, 4: universitaire) - Expérience du dirigeant : Nombre d'années d'expérience dans le secteur d'activités

Pour la variable dépendante, l'étude reprend la taxonomie des technologies manufacturières avancées développée par Brandyberry, Rai et White (1999). Cette taxonomie classe les technologies en trois catégories en fonction de leur degré d'intégration : la première catégorie regroupe les technologies autonomes (*stand-alone*) telles que les robots industriels, la conception assistée par ordinateur (CAO), les machines à contrôle numérique et la manutention automatisée, la deuxième est celle des technologies fonctionnelles (*functionally-oriented*), c'est-à-dire la fabrication assistée par ordinateur (FAO) et les systèmes de fabrication flexible (FMS), et la troisième rassemble les technologies intégrées de type CIM (*computer-integrated manufacturing*) incluant la CAO/FAO, MRP, MRP-II et ultimement ERP. On comprendra qu'une PME dont les technologies se classent dans la troisième catégorie a déjà manifesté un intérêt évident pour les avantages qu'offre un SGI, l'intégration étant la principale caractéristique de tels systèmes.

RÉSULTATS

Le tableau 2 fait état de la présence de différentes technologies dans les PME étudiées, ainsi que leur propre estimation du degré de maîtrise de ces technologies. Les technologies les plus présentes dans les PME manufacturières étudiées sont : les systèmes de gestion des stocks (62,4%), le dessin assisté par ordinateur (61,2%) et les systèmes d'assurance qualité (57,9%). Le degré de maîtrise de ces technologies est relativement bonne : il se situe en moyenne entre 3,4 et 4,00 sur une échelle de 1 (faible) à 5 (élevé). Par contre, les SGI, ou les technologies qui s'inscrivent dans la même lignée comme les MRP, MRP-II sont moins présents : 7,8% pour les SGI, 18,5% pour MRP, et 11,8% pour MRP-II. Si le degré de maîtrise des MRP et MRP-II est relativement faible (2,9 et 2,8), il est plus élevé pour les SGI

(3,4). Les PME qui décident de franchir le cap d'adoption des SGI sont peu nombreuses, mais celles qui le font semblent être bien outillées pour les exploiter.

Tableau 2 : Niveaux de présence et de maîtrise des technologies avancées (n=356)

Technologies/applications de fabrication	Présence	Degré de maîtrise ^a
Systèmes de conception et de fabrication :		
– Dessin assisté par ordinateur (DAO)	61,2%	4,0
– Conception Assistée par Ordinateur (CAO)	40,7%	3,9
– Fabrication assistée par ordinateur (FAO) ^b	33,1%	3,8
– Conception et fabrication assistées par ordinateur (CAO/FAO) ^b	27,0%	4,0
Équipements de production et de manutention :		
– Équipements contrôlés par automates programmables	37,9%	4,0
– Machines à contrôle numérique	34,6%	4,1
– Opération robotisée	21,1%	3,9
– Cellules ou systèmes de fabrication flexibles (FMS) ^b	19,4%	3,4
– Manutention automatisée	17,4%	4,0
Systèmes de gestion de la production :		
– Systèmes de gestion des stocks	62,4%	3,4
– Logiciel d'ordonnancement	34,6%	3,3
– Informatisation des codes à barres (codes zébrés)	26,1%	3,4
– Réseau externe avec client ou fournisseur (EDI)	24,2%	3,3
– Réseau local à l'usage de MPR-II / usine / intranet	18,8%	3,2
– MRP ^b	18,5%	2,9
– MRP-II ^b	11,8%	2,8
– ERP ^b	7,8%	3,4
Systèmes de maintenance et de contrôle de la production :		
– Système d'assurance qualité	57,9%	3,6
– Maintenance assistée par ordinateur	16,9%	2,6

^a [faible : 1, ..., 5 : élevé]

^b technologie/application retenue pour déterminer le niveau de maîtrise des SI intégrés (Brandyberry *et al*, 1999)

Les statistiques descriptives des variables de recherche sont présentées au tableau 3. Les entreprises étudiées comptent de PE et de ME, la taille médiane étant de 42 employés. Elles sont relativement innovatrices, si l'on tient compte du fait qu'en moyenne 33,9% de leur chiffre d'affaires proviennent des produits nouveaux et/ou modifiés. Par contre, leur dépendance commerciale est assez significative (en moyenne 43 % des ventes sont destinées aux trois principaux clients). En moyenne, 26,7% de la production est en mode discontinu, ce qui exige un certain niveau de flexibilité.

Le modèle de recherche fut testé par équations structurelles, utilisant la méthode PLS. Tel que démontré à la Figure 2, le profil des PME manufacturières en ce qui a trait à leur maîtrise des systèmes d'information intégrés est associé à certaines caractéristiques organisationnelles, environnementales, réticulaires et entrepreneuriales. Ces caractéristiques expliquent en effet un pourcentage significatif de la variance de la variable dépendante, soit 14 %.

Tableau 3 : Statistiques descriptives des variables de recherche

Variables ^a	moy.	méd.	é.-t.	min.	max.
Contexte organisationnel					
Taille	59	42	57	6	405
Intensité administrative	0,13	0,11	0,9	0,0	0,6
Capacité opérationnelle					
– qualité	33,2	35,0	16,3	0	75
– flexibilité	30,9	32,0	16,4	0	75
– réduction des coûts	23,3	21,0	16,0	0	66
Capacité financière	0,04	0,04	0,06	-,26	0,26
– marge nette	33,9	25,0	28,5	0	100
Capacité d'innovation					
Contexte environnemental					
Dépendance commerciale	43,1	38,0	24,5	2	100
Type de production	26,7	10,0	35,0	0	100
Partenariats de conception / R-D	0,9	0,0	1,2	0	6
Partenariats d'achat / approvisionnement	0,6	0,0	1,0	0	7
Partenariats de production	1,1	1,0	1,4	0	6
Partenariats de marketing / ventes	0,6	0,0	1,0	0	4
Partenariats de distribution	0,5	0,0	0,9	0	5
Contexte entrepreneurial					
Éducation du dirigeant	3,1	3,0	0,9	1	4
Expérience du dirigeant	17,5	15,0	10,2	1	45
Maîtrise des SI intégrés					
Σ maîtrise (FAO, CAO/FAO, FMS, MRP, MRP-II, ERP)	3,1	0,0	4,4	0	25

^avoir le tableau 1 pour l'opérationnalisation des variables

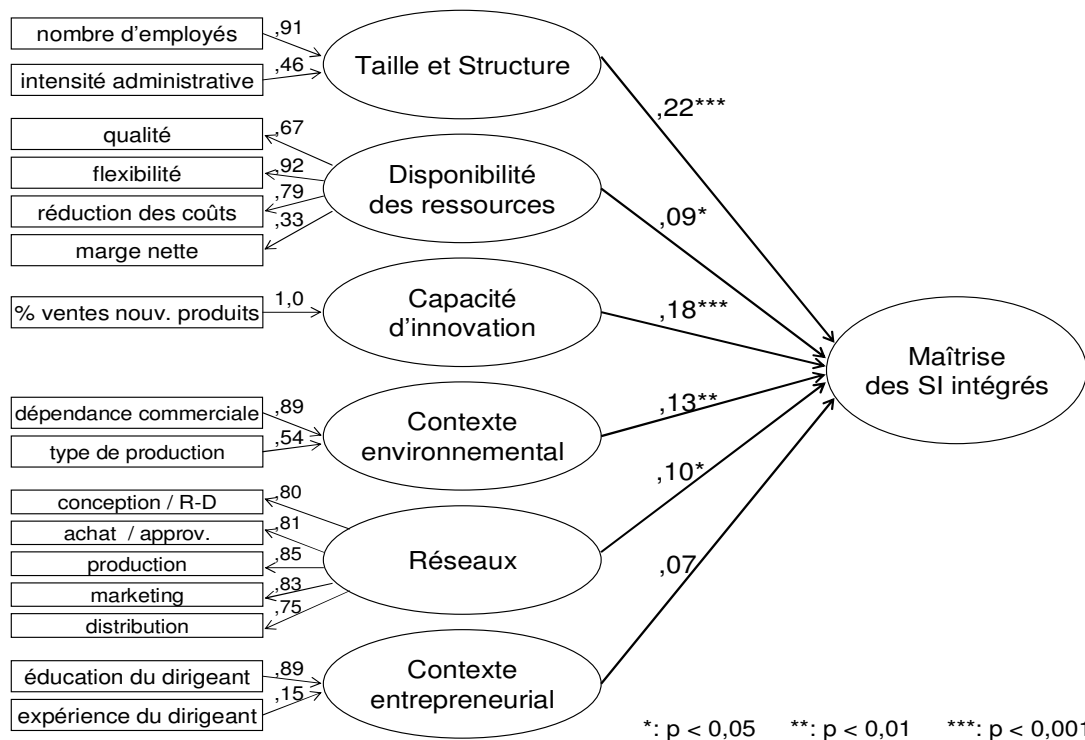
L'analyse montre, sans surprise, que les entreprises de moyenne taille maîtrisent plus les SI intégrés que les entreprises de petite taille. Dans une moindre mesure, un taux d'encadrement plus élevé est aussi associé à une meilleure assimilation de systèmes avancés de fabrication tels que la CAO/FAO, les systèmes de fabrication flexibles ainsi que les systèmes de MRP, de MRP-II et d'ERP.

L'attente d'un certain niveau de capacité opérationnelle dans ses composantes de qualité, flexibilité et de réduction des coûts est significativement associée au degré de maîtrise des SI. Par contre, la capacité financière, ici mesurée en termes de marge nette, n'a pas d'effet. En outre, le profil empirique dégagé suggère que les PME ayant un plus grand degré de maîtrise des SI intégrés ont une plus grande capacité d'innovation, plus précisément un pourcentage plus élevé de ventes attribuables aux nouveaux produits et/ou aux produits modifiés.

Le contexte environnemental et les réseaux de partenariats que l'entreprise a pu tisser se révèlent déterminants. Les résultats empiriques montrent que les PME qui ont une certaine maîtrise des SI intégrés sont, plus que d'autres, caractérisées par une forte dépendance commerciale, une production de type intermittent, et par un réseautage s'étendant en amont et

en aval de la chaîne de valeur de l'entreprise. Ceci confirme entre autres que l'étroitesse des liens logistiques entre une PME et ses partenaires d'affaires, en rendant nécessaire le traitement intégré des informations, la pousse à l'adoption et à la maîtrise de SI intégrés.

Figure 2: Test du modèle de recherche avec PLS (n = 356)



Dans le contexte de PME, on s'attendait à ce que les facteurs entrepreneuriaux, ici limités au niveau d'éducation et d'expérience du dirigeant, jouent un rôle prépondérant. Les résultats de l'étude montrent cependant que ces facteurs ne sont pas significativement reliés au degré de maîtrise des SI intégrés. Comment pourrait-on expliquer un tel résultat ? La première explication peut être recherchée au niveau des mesures du contexte entrepreneurial : si l'éducation et l'expérience du dirigeant sont des facteurs non négligeables, ils sont loin d'être les seuls susceptibles d'influer sur le comportement entrepreneurial du dirigeant d'une PME. D'autres facteurs comme l'orientation stratégique, la propension au risque, l'attitude envers les TI, la volonté de croissance, etc. pourraient bien peser plus lourd. Comme deuxième tentative d'explication, on pourrait avancer que le contexte entrepreneurial ressortirait peut être plus, si l'on introduisait une dimension dynamique dans l'analyse des facteurs d'adoption. L'hypothèse sous entendue ici est que les qualités entrepreneuriales seraient plus cruciales pour une adoption précoce que pour une adoption tardive. En effet, l'étude de Waarts, Everdingen et Hillegersberg (2002) montre que les facteurs déterminant l'adoption précoce d'un ERP diffèrent de ceux affectant l'adoption tardive : l'adoption précoce est plus tributaire d'une combinaison des facteurs stratégiques internes et des facteurs externes, alors que l'adoption tardive est plus déterminée par les facteurs liés à l'implantation du système.

CONCLUSION

En se basant sur la maîtrise actuelle des SI intégrés, dans les PME manufacturières, cette étude a permis de dégager un profil initial de PME manufacturières susceptibles d'adopter les SGI. Il s'agit d'entreprises ayant une plus grande taille, une meilleure capacité de production et d'innovation, réseautage plus extensif ainsi qu'un dirigeant plus scolarisé. Ces PME sont aussi plus dépendantes de clients majeurs ou de grands donneurs d'ordres et produisent plus en mode discontinu ou sur commande. Cette recherche a cependant des limites qui doivent être mentionnées. La méthodologie d'enquête à base de questionnaire nous impose en effet la prudence quant à la généralisation des résultats de cette étude. Bien que des approches de mesure similaires aient été utilisées lors d'études antérieures de SI intégrés (King et Ramamurthy, 1992), il pourrait exister des biais de réponse reliés à la nature subjective de certaines données.

En proposant un profil de PME susceptibles d'adopter un SGI, la présente étude offre un cadre d'analyse pouvant servir à la fois aux fournisseurs/consultants en SGI et aux responsables des PME. Les premiers pour mieux cibler leur offre de produits/services, et les seconds pour mieux se situer avant d'envisager une implantation de SGI. Dans la mesure où les dirigeants de PME veulent accroître la compétitivité de leurs firmes à travers un recours éventuel aux SGI, les résultats empiriques qui ressortent de la présente étude suggèrent qu'ils pourraient commencer par voir de très près le niveau actuel d'intégration des systèmes dans leur firme, en le confrontant à leur contexte, tant entrepreneurial, organisationnel, qu'environnemental. L'identification des technologies et applications qui sont maîtrisées par rapport à celles qui le sont moins ou pas du tout d'une part, et d'autre part, des technologies qui sont intégrées les unes avec les autres par opposition à celles qui sont autonomes, se révélerait essentielle pour déterminer à quel degré la technologie de l'entreprise est en phase avec son environnement compétitif, sa stratégie et ses ressources. Ceci pourrait aider à répondre à la question posée aujourd'hui à bon nombre de petites firmes manufacturières, à savoir si elles ont réellement besoin de technologies manufacturières intégrées (CIM), ou de SGI.

Avec la globalisation de la compétition et l'apparition de nouvelles formes organisationnelles basées sur les réseaux de firmes en étroite coopération, il semble évident que l'implantation réussie des systèmes manufacturiers avancés prendra une importance accrue pour la survie, la croissance et la compétitivité de beaucoup de PME. Étant donné le peu de connaissances empiriques à cet égard, la présente étude a contribué à une meilleure compréhension de la nature, de l'état et des antécédents des systèmes manufacturiers intégrés dans les PME. Il est reconnu que ces dernières sont hautement flexibles et adaptables au changement, qu'il soit environnemental, opérationnel ou technologique. Certains d'entre elles disposent déjà de systèmes manufacturiers sophistiqués, et, dans le contexte global d'aujourd'hui, elles doivent suivre de près les concepts et pratiques tels que l'ingénierie simultanée, le juste-à-temps, la production synchrone, et la production agile pour améliorer leur position compétitive. Les systèmes intégrés ne devraient pas être adoptés sans qu'ils soient cohérents avec l'environnement compétitif, les objectifs stratégiques et la structure des PME manufacturières. À cet effet, ces entreprises doivent accroître leur capacité à gérer à la fois les technologies manufacturières et d'information, et pour ce faire, elles auront besoin d'un support continu de la part des chercheurs et des professionnels.

RÉFÉRENCES

- Ariss, S.S., Raghunathan, T.S. et Kunnathar, A. (2000). Factors affecting the adoption of advanced manufacturing technology in small firms. *S.A.M. Advanced Management Journal*, 65(2), 14-21, 29.
- Beretta, S. (2002). Unleashing the integration potential of ERP systems. The role of process-based performance measurement systems. *Business Process Management Journal*, 8(3), 254-277.
- Bernroider, E. et Koch, S. (2001). ERP selection process in midsize and large organizations. *Business Process Management Journal*, 7(3), 251-257.
- Brandyberry, A., Rai, A. et White, G.P. (1999). Intermediate performance impacts of advanced manufacturing technology systems: An empirical investigation. *Decision Sciences*, 30(4), 993-1020.
- Caldas, M.P. et Wood Jr. T. (1999). How consultants can help organizations survive the ERP frenzy. *Academy of Management's Annual Meeting*, Chicago, August 6th-11th.
- Calogero, B. (2000). Who is to blame for ERP failure? *Serverworld*. <http://www.serverworldmagazine.com/sunserver/2000/06/SGI> [saisi le 15 janvier 2003]
- Carbonel, M. (2001). Dérives organisationnelles dans les projets ERP : les cas de Guerbet et Gaumont. *Systèmes d'Information et Management*, 6(1), 71-85.
- Chalmers, R.E. (October, 1999). Small manufacturers seek best ERP fit. *Manufacturing Engineering*, 123 (4), 42-46.
- Chen, I.J. (2001). Planning for ERP systems: Analysis and future trend. *Business Process Management Journal*, 7(5), 374-386.
- Cooper, R.B. et Zmud, W. (1990). Information technology implementation research : A technological diffusion approach. *Management Science*, 36(2), 123-139.
- Dolmetsch, R., Huber, T., Fleisch, E. et Österle, H. (1998). R/3 implementation in small and midsize companies. In Dolmetsch, R., Huber, T., Fleisch, E. et Österle, H. (1998). *Accelerated SAP. 4 case studies*. Universität St - Gallen, IWI-HSG, Institute for Information Management St-Gallen, 51 p.
- Everdingen, Y.V., Hillegersberg, J.V. et Waarts, E. (2000). ERP Adoption by European Midsize Companies. *Communication of the ACM*, 43(4), 27-31.
- Gable, G. et Stewart, G. (1999). SAP R/3 implementation issues for small to medium enterprises. *Proceedings of the 5th Americas Conference on Information Systems*, 779-781, Milwaukee, 13-15 August.
- Greenemeier, L. (2001). ERP: It's not just for big companies. *InformationWeek*, October 29.
- Gregory, K.J. (1993). Overcoming organizational barriers to systems development: An action strategy framework. *Journal of Systems Management*, 44(5), 28-33.
- Grover, V. et Goslar, M.D. (Summer 1993). The initiation, adoption, and implementation of telecommunications technologies in U.S. organisations. *Journal of Management Information Systems*, 10(1), 141-163.
- Jesitus, J. (1997). Broken promises? FoxMeyer's project was a disaster. Was the company too aggressive or was it misled? *Industry Week*, November 3, 31-37.
- Julien, P.A. et Raymond, L. (1994). Factors of new technology adoption in the retail sector. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 18(4), 79-90.
- Kennerley, M. et Neely, A. (2001). Enterprise resource planning: Analysing the impact. *Integrated Manufacturing Systems*, 12(2), 103-113.
- King, W.R. et Ramamurthy, D. (1992). Do organizations achieve their objectives from computer-based manufacturing technologies? *IEEE Transactions on Engineering Management*, 39 (2), 129-141.
- Konicki, S. (2000). Fast deployments at a price. *InformationWeek*, October 23.

- Marchesnay, M. (1991). La PME: une gestion spécifique. *Economie Rurale*, (206), 11-17.
- Markus, M.L. et Tanis, C. (2000). The enterprise system experience – From adoption to success. In Zmud, R.W. (Editor) (2000). *Framing the domains of IT management. Projecting the future... through the past*. Pinnaflex Education Resources, Cincinnati, Ohio.
- Monnoyer-Longé, M.C. (2002). PME et technologies de l'information: de la prise de décision à la mise en oeuvre. *Revue Internationale PME*, 15(3-4), 11-36.
- Muscattello, J.R., Small, M.H et Chen, I.J. (2003). Implementing enterprise resource planning (ERP) systems in small and midsize manufacturing firms. *International Journal of Operations & Production Management*, 23(8), 850-871.
- Oliver, D. et Romm, C. (1999). Enterprise Resource Planning systems: Motivations and expectations. *Proceedings of EMRPS'99*, Centro Studi San Salador, Venice, 25-27 November.
- Oliver, D. et Romm, C. (2000). ERP systems : The route to adoption. *Proceedings of Americas Conference on Information Systems, AMCIS*, Long-Beach, CA, August 10-13, 1039-1044.
- Pender, L. (2001). Faster, cheaper ERP. *CIO Magazine*, May 15.
- Rai, A. et Patnayakuni, R. (1996). A structural model for CASE adoption behavior. *Journal of Management Information Systems*, 13(2), 205-234.
- Rashid, M.A. et Al-Qirim, A.A. (2001). E-Commerce technology adoption framework by new Zealand small to medium size enterprises. *Research Letters in the Information and Mathematical Sciences*, 2(1), 63-70.
- Raymond, L. (2003). Assimilation und Ausrichtung erweiterter Fertigungssysteme: Leistungsergebnisse für KMU. *IGA – Zeitschrift für Klein- und Mittelunternehmen*, 51(4), 2003, 270-285.
- Raymond, L., Julien, P.A., Carrière, J.B., et Lachance, R. (1996). Managing technological change in manufacturing SME's : A multiple case analysis. *International Journal of Technology Management*, 11(3-4), 270-285.
- Raymond, L. et St-Pierre, J. (2004). Customer Dependency in Manufacturing SMEs: Implications for R&D and Performance. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 11 (1), 23-33.
- Ross, J.W. (1999). The ERP revolution : surviving versus thriving. Massachusetts Institute of Technology – Center for Information Systems Research, Working paper n° 307.
- Scott, J.D., (1999). The FoxMeyer Drugs' bankruptcy : Was It a failure of ERP? *Proceedings of The Association For Information Systems, Fifth Americas Conference on Information Systems*, Milwaukee, Wisconsin, 223-225.
- Stedman, C. (1999). Failed ERP gamble haunts Hershey. *Computerworld*, 33 (45), 38.
- Stewart, G., Milford, T., Jewels, T., Hunter, T. et Hunter, B. (2000). Organisational readiness for ERP implementation . *Proceedings of The 6th Americas Conference on Information Systems*, Long Beach, 10-13 August, 966-971.
- Uwizeyemungu, S. et Raymond, L. (2004). Integration, Flexibility and Transversality: Essential Characteristics of ERP Systems. *Proceedings of the Sixth International Conference on Enterprise Information Systems*, Porto, Portugal, Vol. 1, 70-77.
- Waarts, E., Everdingen, Y. M. et Hillegersberg, J. (2002). The dynamics of factors affecting the adoption of innovations. *The Journal of Product Innovation Management*, 19(6), 412-423.
- White, P. (1999). ERP: The big company solution for small companies. *Accountancy Ireland*, 31(4), 36-38.