



Réseaux, signaux faibles et innovation technologique dans les PME du secteur des équipements de transport terrestre¹

Pierre-André JULIEN
Éric ANDRIAMBELOSON
et Charles RAMANGALAHY²

Résumé

Compte tenu de leurs ressources limitées, les PME recourent à divers réseaux afin d'obtenir de l'information riche et *d'aménager* ainsi graduellement leur environnement. Ces réseaux les aident notamment à être à jour par rapport au changement dans l'économie et à profiter de diverses opportunités pouvant même conduire à toutes sortes d'innovations leur permettant de se distinguer de la concurrence. Les réseaux, soit personnels, soit d'affaires, avec qui elles sont le plus en relation, sont géographiquement sinon sociologiquement proches, leur permettant d'être en osmose avec leur *milieu*. Ces derniers qu'on appelle les réseaux à *liens forts* fournissent le plus souvent des *signaux forts* facilement compris du fait des habitudes, d'un langage connu et d'une bonne connaissance réciproque. Toutefois, les entreprises les plus dynamiques font aussi affaires avec des réseaux à liens faibles, plus éloignés des comportements habituels des entrepreneurs. Les signaux provenant de ces réseaux sont plus difficiles à saisir et à décoder. Mais ces *signaux faibles* sont cependant les plus susceptibles d'apporter de l'information nouvelle et pré-compétitive à l'origine d'importantes innovations.

Peu d'études empiriques ont toutefois permis de vérifier la vraisemblance de cette théorie. Cet article rapporte les résultats émanant d'une enquête auprès de 147 PME oeuvrant dans le secteur des équipements de transports terrestre. Il confirme l'importance des signaux faibles par rapport aux signaux forts dans l'innovation technologique tout en reconnaissant la contribution complémentaire de ces derniers. La capacité d'absorption de l'organisation s'avère également un facteur intermédiaire pour mieux tirer parti des signaux faibles.

¹ Nous remercions les deux lecteurs pour leurs remarques très constructives.

² Les auteurs sont respectivement titulaire de la chaire Bombardier en gestion du changement technologique dans les PME et professionnel de recherche à l'Institut de recherche sur les PME de l'Université du Québec à Trois-Rivières et professeur au département des Communications et de bibliothéconomie de l'Université de Montréal.

INTRODUCTION

Nul besoin d'insister beaucoup sur l'importance de l'innovation, en particulier de l'innovation technologique, tant pour les grandes que pour les petites entreprises dans ce qu'on appelle la nouvelle économie fondée sur la connaissance à base de formation et d'information (voir, par exemple, Eliasson, 1990 ou Foray, 2000). Dans les PME, cette innovation provient de toutes sortes d'informations complexes et cumulées, souvent impulsées par les clients ou par divers changements dans les matières premières et dans les savoir et savoir-faire de l'organisation (Pacitto, *et al.*, 2002). Ces informations originent ou sont complétées par les réseaux qui peuvent être liés à des systèmes de veille le plus souvent informels (Julien, *et al.*, 1999).

En recourant à la théorie sociologique de Granovetter (1973; 1982), on peut distinguer deux grands types de réseaux, soit ceux à liens forts et ceux à liens faibles³. Dans le cas des PME, les réseaux à liens forts comprennent les réseaux personnels et ceux d'affaires. Les premiers servent essentiellement à *conforter* la direction dans ses décisions. Les réseaux d'affaires, comme le mot le dit, favorisent les diverses transactions de l'entreprise. Les réseaux à liens faibles sont ceux fréquentés moins souvent par les gens d'affaires et, donc, fournissent des signaux généralement faibles demandant des efforts pour être saisis, interprétés, complétés et utilisés à bon escient. Les centres de recherche ou les universités sont des bons exemples de réseaux à liens faibles et donc fournissant le plus souvent des signaux faibles aux gens d'affaires (OCDE, 1993). On trouve aussi des signaux faibles dans les organisations mêmes, notamment l'information tacite provenant du personnel et qui demande une culture d'entreprise particulièrement ouverte pour devenir explicite et fournir de l'information particulièrement riche, comme l'a montré Nonaka (1994). Granovetter explique que les nouvelles idées et donc le changement ou l'innovation dans les organisations proviennent en bonne partie de ces réseaux à liens faibles. Puisque ceux à liens forts ont tendance à reproduire les mêmes représentations mentales et à soutenir les *habitus*. Ces réseaux à liens faibles peuvent aussi constituer des « ponts » vers d'autres entités sociales, multipliant les nouvelles idées conduisant au changement et à l'innovation.

Cette théorie, toute intéressante qu'elle soit, a toutefois été rarement vérifiée en économie. Dans les études qui en ont traité, les conclusions démontrant le rôle des réseaux à liens faibles sur l'innovation sont loin d'être concluantes malgré le fait que de plus en plus de chercheurs s'y réfèrent. Par exemple, Hansen (1999), en comparant l'importance de l'innovation entre 41 filiales d'un grand groupe électronique américain, a montré que la théorie de Granovetter n'était pas évidente. Du moins, selon notre interprétation, les réseaux à liens faibles des départements de recherche ont besoin d'être complétés par des réseaux à liens forts non seulement pour ajouter de l'information permettant à la recherche impulsée par les signaux faibles d'en arriver au développement mais aussi pour faire les choix parmi les innovations possibles afin d'y consacrer les ressources nécessaires.

Notre recherche porte sur cette problématique. Plus précisément, nous voulons voir si les PME liés à des réseaux généralement à signaux faibles sont plus innovatrices que celles se

³ Pour Granovetter, dans la plupart des groupes ou milieux sociaux, les réseaux à liens forts sont composés des amis ou des connaissances proches. Ceux à liens faibles désignent alors les connaissances plus ou moins lointaines ou que l'on rencontre plus rarement.

contentant de liens avec des réseaux à signaux généralement forts, sans évidemment nier l'importance de ces derniers. Évidemment, comme chaque PME dispose de ressources différentes, il faudra aussi tenir compte dans cette analyse de leurs caractéristiques technologiques et ainsi de leurs capacités à transformer ces informations en innovation en les distinguant, les assimilant et les adaptant à leurs besoins (OCDE, 1992).

LE CADRE THÉORIQUE DE LA RECHERCHE

L'information est un bien très particulier qui se distingue par les caractéristiques suivantes :

- l'*intangibilité* (l'information ne devient palpable que lorsqu'elle passe à la connaissance et au savoir-faire)
- la *non rivalité* ou la *non excluabilité* (elles ne s'épuise pas en étant saisi par un interlocuteur)
- la *périssabilité* (elle se stocke difficilement et ne vaut souvent qu'un temps ; elle a souvent besoin de redondance)
- la *variabilité* (une bonne information pour l'un ne vaut pas nécessairement pour l'autre)
- sa valeur est souvent fonction de la confiance que l'on porte à l'informateur et de contrevérifications émanant d'autres sources complémentaires ; mais la valeur finale provient de l'*accumulation* et de la *complexification* : chaque information ajoutant à l'autre pour conduire à la décision, tout en orientant la recherche de nouvelle information.

Dans une recherche sur l'information, il convient de bien préciser les éléments pour l'identifier et en mesurer les effets et pour bien définir ses sources ou les réseaux, notamment ceux à liens faibles porteurs généralement de signaux faibles. Mais il faut aussi prendre en compte la capacité de l'organisation à la saisir et à la transformer en innovation ou en toute autre décision qui en découle, ainsi que de la relation prévalant entre ces différentes dimensions

Les réseaux à signaux forts et faibles

Nous rappelons que cette théorie des réseaux à liens forts et faibles provient d'une approche sociologique sur les comportements des groupes sociaux. Par conséquent, il faut l'adapter au concept d'innovation technologique dans les PME. Plusieurs critères ont été utilisés par les auteurs pour opérationnaliser la force des signaux des réseaux. Dans le cas de Granovetter (1982), les réseaux à liens faibles sont ceux avec lesquels on a peu d'interaction dans le temps, une faible intensité émotionnelle, peu de confiance et peu de services réciproques. D'autres ont utilisé des critères comme le niveau d'interaction faible, l'affection limitée, le temps court (Woodward, W.J., 1988; Krackhardt, 1992) ; la nomination non réciproque (Friedkin, 1980) ; ou tout simplement une fréquence modeste d'interactions. Les réseaux à liens faibles sont alors constitués par les sources les moins fréquentées au contraire de ceux à liens forts (Granovetter, 1973).

Comme on l'a dit, dans le domaine des PME, on peut trouver divers types de réseaux, essentiellement les réseaux personnels, les réseaux d'affaires et les réseaux plus purement

informationnels, qui peuvent comprendre aussi les réseaux sociaux⁴ et ceux institutionnels. Du côté du réseau personnel, particulier à chaque entrepreneur, on trouve généralement un ou deux amis, quelques membres clefs du personnel, un collègue d'études, un membre du club d'entrepreneurs, etc., soit généralement entre 8 et 9 personnes (Birley *et al.*, 1991; Julien, 1995). Les réseaux d'affaires englobent quant à eux les entreprises avec lesquelles l'entreprise fait couramment affaires, tels les fournisseurs, les équipementiers, les distributeurs, les transporteurs, etc. Certains membres de ces réseaux d'affaires peuvent évidemment finir par faire partie du réseau personnel de l'entrepreneur suite à des contacts très fréquents.

Contrairement aux deux précédents types de réseaux qui sont le plus souvent à signaux forts, les réseaux d'information peuvent être à signaux faibles ou forts. Ils servent à compléter les informations utiles provenant des deux premiers réseaux pour soutenir le développement de l'entreprise. Ils proviennent de différentes sources.

On distingue les sources personnelles de celles impersonnelles et, de chacune d'elles, les sources formelles de celles informelles. Comme on l'a dit, les études montrent que les sources personnelles informelles provenant des réseaux personnels sont les plus fréquentées par les dirigeants des PME. On a montré que ces sources sont d'abord les clients, les membres du personnel, les vendeurs, les fournisseurs (Johnson et Kuehn, 1987; Brush, 1992; Julien, 1995). Les sources formelles offrent pour leur part de l'information brute qui doit être triée et interprétée. Les signaux dans ce cas sont généralement faibles. Il peut s'agir des magazines spécialisés, de brochures et catalogues, de revues d'affaires, de publications gouvernementales et autres rapports.

Parmi les autres réseaux à liens faibles, on retrouve les sources reliées particulièrement aux nouvelles technologies. Elles se retrouvent surtout dans les milieux de recherche et de l'enseignement et dans les organisations gouvernementales. Elles sont composées essentiellement des centres de recherche et des universités, des différents conseillers scientifiques gouvernementaux ainsi que d'autres organismes plus ou moins liés à ces sources (Smeltzer, Van Hook et Hutt, 1991). Ce sont des sources avec lesquelles généralement l'entrepreneur fait peu affaires à cause de leur langage souvent hermétique et de leurs préoccupations très différentes de ce dernier, alors qu'elles peuvent pourtant apporter beaucoup d'informations nouvelles (Ansoff, 1975; Krackhardt, 1992; Hansen, 1999). Ces entités sont d'autant plus importantes qu'elles aident à penser au-delà de ce qui est déjà connu et des habitudes et qu'elles permettent d'entrevoir de nouvelles opportunités comme l'innovation technologique.

L'innovation technologique

Plusieurs questions entourent le concept d'innovation technologique. Elles portent sur deux axes de réflexion tenant d'une part à la définition même de l'innovation et d'autre part au fondement de l'innovation technologique.

⁴ Tels le club social ou le club sportif pour la famille, qui peuvent jouer un certain rôle dans le partage de l'information comme le rappelle Johannisson (1986).

L'innovation est à différencier de l'invention, bien que ces deux éléments puissent faire partie du même processus de créativité et même si l'idée de changement et de nouveauté provient plutôt de l'invention (Abernathy et Clark, 1985; Thom, 1990). L'invention vient d'une certaine capacité individuelle et souvent du hasard⁵, alors que l'innovation est nécessairement un processus collectif, souvent tourbillonnaire, permettant d'améliorer sinon de changer un ou plusieurs éléments de la chaîne de valeur : produit, équipement, processus, méthode de distribution, etc (Amendola et Gaffard, 1988; Foray, 2000).

L'innovation technologique constitue le deuxième axe et nous amène à nous questionner sur le type d'innovation qu'on pourrait qualifier de technologique. À cet effet, certains auteurs comme Carrier et Garand (1996) soutiennent que l'innovation ne devrait être qualifiée de technologique que si elle a pour effet de transformer l'étude même de l'ensemble des savoirs techniques. Pour d'autres, elle se présente simplement comme le processus d'adoption de nouvelles technologies ou de nouveaux procédés (Dewar et Dutton, 1986; Lefèbvre, 1990; Préfontaine, 1994). Différentes études ont montré que l'adoption de nouvelles technologies relèvent du même processus que l'innovation ou peut être une indication de la capacité d'innovation d'une entreprise (voir par exemple Alsène, 1988; Larue de Tournemine, 1989; ou Alder et Sbenbar, 1990)

La capacité d'absorption de l'information

Ce ne sont pas toutes les entreprises qui innovent. Celles qui ne le font pas ont souvent de la difficulté à absorber l'information nouvelle provenant de l'extérieur, notamment des signaux faibles dont on a parlé. Par capacité d'absorption, nous entendons l'acquisition, la transformation en opportunités nouvelles et ainsi l'exploitation des informations nouvelles, souvent tacites. Cette notion est tirée des travaux de Cohen et Levinthal (1990, 1994), complétés par Weick (1993) et Choo (1999). Ceux-ci soutiennent qu'une entreprise a d'autant plus de capacité à évaluer la valeur d'une nouvelle information dans un domaine, de l'assimiler, d'en réduire l'équivoque, d'en donner du sens et de l'appliquer qu'elle détient au préalable des connaissances riches liées au domaine touchant cette information⁶.

Le modèle et les hypothèses de recherche

Dans les réseaux à liens forts, l'information obtenue est le plus souvent redondante et le réseau n'est pas un canal important d'idées nouvelles. Il sert plutôt, comme on l'a dit, à *conforter* les opinions des membres, et dans le cas de l'entrepreneur, à affermir ses décisions d'affaires. Au contraire, les liens faibles relient des personnes peu habitués à travailler ensemble ; ils facilitent toutefois la dissémination d'idées nouvelles du fait même des différences personnelles (Fine et Kleinman, 1979). Ce qui fait dire à Ansoff (1985) que, dans ce cas, si les signaux sont ambiguës, fragmentaires, incertains, ils peuvent toutefois être

⁵ Ce qu'on appelle la sérendipité.

⁶ D'où l'importance de l'accumulation de l'information complexe dont nous avons parlé plus haut. C'est souvent la dernière information qui donne tout le sens à une suite d'information et qui permet de faire un saut qualitatif conduisant à de l'innovation, que celle-ci soit très nouvelle ou qu'elle résulte d'une nouvelle combinaison de ce qui est connu.

anticipatifs en remettant en question ce qui est connu ou en ajoutant de nouveaux éléments menant à l'innovation ou à de nouvelles occasions d'affaires.

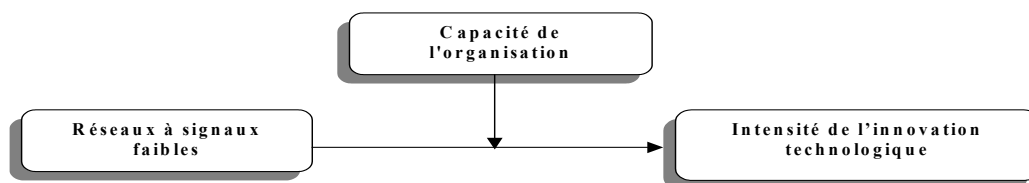
Sur la base de ces propos, on peut poser les deux hypothèses suivantes:

Hypothèse H1: « Les entreprises les plus innovantes recourent plus fréquemment aux réseaux à liens faibles et donc à plus de signaux faibles ».

Hypothèse H2: « Les réseaux à signaux faibles sont les plus susceptibles de mener à l'innovation technologique comparativement aux réseaux à liens forts ».

Mais il ne suffit pas d'avoir de nouvelles informations pour innover. Pour en saisir la signification, ces informations ont besoin d'être décodées, cumulées et transformées en savoir, savoir-faire et décision. À cet effet, Hansen (1999) stipule que les liens faibles peuvent justement présenter des faiblesses pour transférer les connaissances, souvent complexes, puisqu'il y a moins d'interaction permettant de mieux les assimiler comparativement aux réseaux à liens forts. Pour être efficaces, les réseaux à signaux faibles, composés le plus souvent de sources technologiques, ont besoin d'une certaine capacité de l'organisation, que l'on peut retrouver avec la présence de catalyseurs et de passerelles informationnelles⁷, pour « absorber » ces informations, leur donner du sens et les transformer en connaissances et, finalement, en beaucoup ou peu d'innovation (intensité), comme on peut le schématiser à la figure 1.

Figure 1 : Modèle de recherche



De ces propos, on peut poser deux autres hypothèses, soit celles H3 et H4 suivantes :

Hypothèse H3: « Les entreprises possédant une forte capacité d'absorption d'information innoveront d'avantage que celles qui en sont peu dotées ».

Hypothèse H4: « L'impact des réseaux généralement à signaux faibles sur l'innovation est plus marqué chez les entreprises ayant une plus grande capacité d'absorption que celles qui en ont moins ».

⁷ Ces catalyseurs et passerelles informationnelles étant toutefois difficiles à cerner dans les entreprises, à moins de réaliser des études de cas en profondeur, ce qui ne sera pas le cas dans la présente recherche comme nous le verrons plus loin.

MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE

La problématique ainsi dessinée est de nature relativement causale et explicative, même si les relations discutées demeurent exploratoires. Dans un tel cas, Yin (1989) ainsi que Miles et Huberman (1991) recommandent le recours à une méthodologie quantitative, basée, par exemple, sur une enquête.

Le questionnaire d'enquête

Cette enquête a été réalisée en 1997 par le Centre de veille des équipements de transport terrestre de l'Institut de recherche en PME de l'Université du Québec à Trois-Rivières. Le questionnaire utilisé comportait 5 sections : la première est relative aux caractéristiques générales de l'entreprise, la deuxième se rapporte aux préoccupations et sources d'information de celle-ci, la troisième traite du processus de veille en vigueur, la quatrième évalue les stratégies et l'environnement de l'entreprise, enfin, la dernière porte sur l'utilisation des technologies et des besoins d'information spécifique. Dans notre étude, nous nous intéressons uniquement aux sections comportant les variables pouvant mesurer les différentes dimensions de notre modèle (à savoir l'innovation technologique, la capacité d'absorption de l'organisation, l'information ainsi que les différents types de sources et ainsi de réseaux de l'entreprise).

Les questions étaient en bonne partie fermée (ex. existence ou absence d'activité formelle de R-D). Certaines se présentaient sur une échelle ordinale (essentiellement sur la fréquence d'interaction des différentes sources d'information. Voir des exemples plus loin) alors que d'autres étaient sous forme numérique (ex. nombre d'années d'expérience ou nombre de personnes affecté à la R-D). Évidemment, les réponses représentent les perceptions des répondants ; elles n'ont pas été vérifiées par la suite.

Le questionnaire a été envoyé par voie postale auprès des 585 PME membres de la table de concertation des équipements de transport terrestre du Québec, tel que recensée par les ministères québécois de l'Industrie et du Commerce. Il était accompagné d'une lettre du président de cette table de concertation, un industriel élu par les membres, pour inciter les firmes à participer à l'étude. 147 entreprises ont répondu, soit un taux de réponse de 25 %. Le tableau 1 montre le niveau de représentativité de l'échantillon. On peut voir que cette dernière est relativement bonne sauf dans le cas du secteur 5 où l'échantillon est sur-représenté (44.90% vs 32.99%).

Tableau 1: Comparaison de l'échantillon avec la population ciblée

Secteur*	Population		Échantillon	
	Nombre	%	Nombre	%
1	64	10.94%	18	12.24%
2	110	18,80%	18	12.24%
3	93	15.90%	15	10.20%
4	35	5.98%	12	8.16%
5	193	32.99%	66	44.90%
6	90	15.38	13	8.84%
non réparties			5	3.40%
Total	585	100.00%	147	100.00%

* Légendes sur les secteurs

1. Véhicules fabriqués en grande série (automobiles et camions légers), leurs pièces et accessoires, matériaux et services spécialisés servant à l'assemblage d'origine.
2. Véhicules fabriqués en petite/moyenne série (camions lourds, autobus urbains et scolaires, minibus et autocars), leurs pièces et accessoires matériaux et services spécialisés servant à l'assemblage d'origine.
3. Pièces, accessoires et fournitures pour l'après-vente automobile.
4. Motoneiges et leurs pièces et accessoires pour l'assemblage d'origine et l'après-vente.
5. Véhicules spéciaux, leurs pièces et accessoires (bennes de camions, carrosseries de type fourgons, citernes, carrosserie de service, plate-formes, transformation de véhicules, semi-remorques, remorques utilitaires, véhicules tout-terrain).
6. Matériel ferroviaire roulant et fixe pour le transport des personnes et des marchandises.

Opérationnalisation des variables

Nous présentons ici la façon que nous avons mesuré nos trois grandes variables, soit les réseaux à signaux faibles, l'innovation ainsi que la capacité d'absorption de l'information technologique.

Les différents types de réseaux, constituant la variable indépendante, ont été obtenus des différents facteurs dégagés de l'analyse factorielle en composantes principales et que l'on a validé par la documentation scientifique. Ces types sont composés d'un certain nombre de sources d'information traduisant relativement le même concept. Chaque source est mesurée par une échelle ordinale à 4 points, de 1 (jamais de contact) à 4 (toujours en contact).

Quant à l'innovation technologique, notre variable dépendante, plusieurs éléments ont été utilisés pour mieux la cerner, soit l'importance de la R-D et le niveau d'adoption de nouvelles technologies de production et de gestion. Du côté des technologies de production, on fait référence ici aux matériels et aux techniques de gestion informatisées utilisées ou en phase de l'être dans la production. Dans ce cas, le niveau d'adoption est mesuré par un nombre variant de 0 (aucune technologie utilisée) à 12 (le maximum possible. Voir le tableau 3 plus bas). Quant aux technologies de gestion, on trouve ici les techniques qui favorisent une meilleure gestion dans les entreprises ; ici, le niveau varie de 0 (aucune) à 4 (le maximum). Enfin, l'étendu de la R-D est estimé par un échelle variant de 0 à 2 (0 = aucune R-D ; 1 = R-D de produit ; 2 = R-D de produit et de procédé).

Enfin, dans le cas de la capacité d'absorption, qui constitue la variable modératrice, nous avons repris la mesure même de Cohen et Levinthal (1990; 1994) touchant la capacité de l'organisation à traiter et à intégrer les informations nouvelles. Cette mesure porte sur les nombres de diplômés (universitaires et du cégep⁸) dans l'entreprise ainsi que d'employés en R-D (en équivalent temps complet).

Traitement des données

Pour le traitement et les analyses de données, nous avons utilisé plusieurs techniques statistique répondant aux différentes problématiques. En premier lieu, des analyses

⁸ Au Québec, le CEGEP ou le collège d'enseignement supérieur constitue les premières années universitaires ou les années de propédeutique que l'on retrouve dans d'autres pays. Il forme les techniciens spécialisés notamment pour la production et le design.

descriptives nous ont permis d'étudier chaque variable séparément. Par exemple, pour mieux définir les types de réseaux, nous avons utilisé la technique d'analyse de fiabilité avant de procéder à l'analyse factorielle en composantes principales.

Le test de Student de comparaison de moyennes nous a permis par la suite de vérifier l'hypothèse 1 et de faire ressortir les types de réseaux et les différentes sources les plus utilisées par les entreprises plus innovantes. De plus, l'analyse de régression multiple a servi à évaluer l'apport relatif des différents types de sources d'information sur l'innovation. L'analyse de régression multiple exige toutefois certaines conditions relatives à la mesure des variables, à la normalité des variances résiduelles et, enfin, à la relation entre les variables indépendantes, conditions que nous avons vérifiées.

Enfin, pour comprendre pleinement la relation entre les réseaux à signaux faibles et l'intensité d'innovation, nous avons utilisé l'analyse MCP (moindres carrés partiels⁹) plutôt que d'autres techniques comme, par exemple, LISREL, dans la mesure où cette analyse n'est pas exigeante en ce qui a trait à la taille de l'échantillon, à l'échelle de mesure nécessaire et à la distribution des variances résiduelles. Par ailleurs, l'analyse MCP possède des avantages spécialement à la première étape du développement des théories (Higgins, Barclay et Duxbury, 2002). Ce qui cadre avec une recherche exploratoire comme la nôtre.

L'analyse MCP nécessite toutefois l'évaluation des mesures qui consiste à estimer la fiabilité de chaque indicateur, l'unidimensionalité ainsi que la validité discriminante des construits. D'une façon pratique, on prendra les indicateurs ayant un coefficient de saturation (*loading*) au moins égal à 0,5 comme le suggèrent Rivard et Huff (1988). Higgins, Barclay et Duxbury (2002) proposent toutefois que les indicateurs à faible pouvoir explicatif ne soient pas enlevés pour les mettre en relief et permettre la comparaison avec des études précédentes. L'évaluation de la significativité de la relation entre les construits est effectuée par la procédure de *jackknife* (Formell et Bookstein, 1982).

Nous avons aussi effectué des tests d'analyse de variance (ANOVA) pour mesurer l'importance de notre variable modératrice, la capacité d'absorption de l'organisation, alors que les tests de corrélation ont été menés pour estimer la relation entre les réseaux à signaux faibles et l'innovation technologique pour les entreprises à forte capacité de traiter et d'intégrer les informations nouvelles comparée à celles à faible capacité.

Enfin, pour des fins de vérifications des hypothèses H1 et H2, nous avons divisé notre échantillon en deux groupes d'entreprises, soit celles moins innovantes (par rapport à la moyenne) et celles plus innovantes. De même, pour les hypothèses H3 et H4 nous avons fait de même en distinguant les firmes ayant une plus faible capacité d'absorption (par rapport à la moyenne) de celles ayant une plus forte capacité d'absorption.

⁹ En anglais, *PSL* : *partial least square*.

RÉSULTATS

Nous discutons dans un premier temps des différents réseaux issues de nos analyses pour ensuite aborder les vérification des hypothèses.

Les réseaux à signaux faibles et forts et les réseaux intermédiaires

On peut voir au tableau 2 que, toutes catégories de sources confondues, les cinq premières sources perçues les plus importantes (sur une échelle perceptuelle de 1 à 4) sont, par ordre de niveau d'interaction décroissant, les clients (avec une moyenne de 3,32), les fournisseurs (3,06), les revues spécialisées (2,67), les brochures et catalogues (2,65), les sous-traitants. D'un autre côté, les cinq sources les moins fréquentées sont par ordre croissant, les organismes de normalisation (1,58), les alliances stratégiques (1,62), la grappe transport terrestre (1,64), les consultants en technologie (1,67) et les centres de recherches industrielles (1,74). Enfin, la place aussi moins importante accordée aux universités, collèges, centres de recherche et organismes de normalisation n'est pas inattendue et confirme plutôt l'idée que les PME recourent peu aux organismes publics et parapublics sauf pour les PME de haute technologie (Johnson et Kuen, 1987). L'analyse de fiabilité et l'analyse factorielle en composantes principales des sources d'informations ont permis de dégager les trois groupes de facteurs représentant, d'abord, les réseaux à signaux forts, ensuite, ceux intermédiaires composés de sources d'informations formelles et informelles et, enfin, ceux à signaux faibles. Cette répartition est relativement conforme à la documentation scientifique discutée plus haut.

Les réseaux à liens (signaux) forts (α de Crombach = 0.6623)¹⁰ sont composés des sources les plus fréquentées. Ce sont les sources d'affaires (clients, fournisseurs, sous-traitants, concurrents et institutions financières) à laquelle l'analyse factorielle nous a permis d'ajouter la grappe de transport terrestre et les alliances stratégiques.

Les réseaux intermédiaires, pouvant fournir des signaux aussi bien forts ou faibles selon la fréquence d'utilisation, la valeur de l'information obtenue et le type d'utilisateurs, sont formés des sources d'information formelles ou associatives et d'internet (α de Crombach = 0.8008).

Enfin, les réseaux à liens (signaux) faibles (α de Crombach = 0.7210) sont composés des sources les moins fréquentées ou avec lesquelles l'entrepreneur fait rarement affaires. Comme on l'a vu, ces réseaux comprennent les universités et collèges, les organismes gouvernementaux (y compris, ici, les organismes de normalisation), les centres de recherche et les consultants (voir aussi Smeltzer, Van Hook et Hutt, 1991). Cela correspond à la troisième série de colonnes du tableau 2.

Les résultats confirment à priori l'importance de la fréquentation des sources comme élément déterminant pour mesurer la force des signaux des réseaux. Toutefois, ce critère ne semble pas pouvoir mesurer à lui seul le concept de réseaux à signaux faibles et à signaux forts. On remarque par exemple que des sources faisant partie des réseaux d'affaires comme les alliances stratégiques, ou même l'appartenance à la grappe transport terrestre, contrairement à

¹⁰ L'alpha de Crombach évalue la consistance interne des mesures (la cohérence). Plus l'alpha tend vers 1, plus l'instrument mesure adéquatement le concept analysé en le distinguant d'un autre groupe.

ce que l'on pouvait s'y attendre¹¹, sont parmi les sources les moins fréquentées avec des moyennes respectivement de 1,62 et 1,64.

Tableau 2 : Fréquences moyennes d'utilisation des différentes sources

Sources composant les réseaux à signaux forts (α Crombach=0,6623)	Moyenne a	Écart type	Sources intermédiaires (composant les réseaux d'information formels et informels) (α Crombach=0,8008)	Moyenne a	Écart type	Sources composant les réseaux à signaux faibles (α Crombach=0,7210)	Moyenne a	Écart type
Clients	3,32	0,82	Revue spécialisée	2,67	0,82	Organismes gouvernementaux	2,00	0,78
Fournisseurs	3,06	0,81	Brochures, catalogues	2,65	0,81	Autres consultants	1,86	0,75
Sous-traitants	2,57	1,02	Journaux, télé, radio	2,33	0,86	Universités, cégeps	1,75	0,81
Institutions financières	2,43	0,77	Foires et expositions	2,28	0,82	Centres de recherches industrielles	1,74	0,69
Concurrents	1,89	0,60	Regroupement local d'entreprise, de gens d'affaires	2,20	0,86	Consultants en technologie	1,67	0,64
Grappe transport terrestre ^b	1,64	0,74	Internet	2,14	0,92	Organismes de normalisation	1,58	0,65
Alliances stratégiques	1,62	0,95	Association sectorielle	1,80	0,81			

a : échelle ordinale perceptuelle allant de 1=jamais de contact à 4 = toujours en contact

b: Groupe d'entreprises dans le secteur du transport terrestre

L'innovation technologique

Dans le cas des nouvelles technologies de production, on observe un niveau relativement élevé de pénétration dans les entreprises de l'échantillon (tableau 3). C'est la technologie du dessin assisté par ordinateur (DAO) qui trouve le plus d'utilisateurs (76,2 % d'entre elles). On note également un niveau élevé de diffusion des technologies de conception et de fabrication assistées par ordinateur (CFAO: 51,5 %), d'équipement de test (50 %) et de machine à contrôle numérique (MOCN : 43,8 %). Par contre, les autres technologies autant spécifiques que génériques sont moins utilisés. Il en est ainsi de la technologie de traitement de surface ou de traitement thermique dont l'utilisation demeure très limitée (11,5 %). On note également une utilisation relativement restreinte des robots industriels (opérationnels et en phase d'implantation confondus) avec 18,5 % d'utilisateurs.

Tableau 3 : Les technologies génériques ou spécifiques de production utilisées^a

Les technologies de production	N	%	Les technologies de production	N	%
Dessin assisté par ordinateur (DAO)	99	76,2	Système MRP-II	37	28,5
Conception et fabrication assistées par ordinateur (CFAO)	67	51,5	Système de soudage automatisé	32	24,6
Équipement de test	65	50,0	Prototypage rapide	29	22,3
Machine à contrôle numérique (MOCN)	57	43,8	Système KAISEN	25	19,2
Contrôle statistique de procédé	50	38,5	Robot industriel	24	18,5
Équipement contrôlé par automate programmable	47	36,2	Traitement de surface ou traitement thermique	15	11,5

a : les chiffres tiennent compte des valeurs manquantes

¹¹ Les alliances stratégiques ont souvent pour but d'échanger ou de compléter du savoir et du savoir-faire. La grappe de transport terrestre est une association de gens d'affaires dont l'objectif est justement de favoriser l'échanges d'information dans cette industrie.

On constate également une forte adoption des technologies génériques de gestion. Les plus utilisées sont les normes de qualité totale (70,8 % des entreprises échantillonnées) suivies de l'internet (68,5 %) et du système de flux tendus (Juste-à-temps : 43,1 %). La technologie d'échange de données informatisées (EDI) est la moins utilisée (37,7 %), probablement de plus en plus remplacée par des intranet.

Les entreprises échantillonnées déclarent en général faire de la R-D (79,2 %) de façon formelle ou informelle¹², soit dans l'entreprise même (102 entreprises ou 70,8 %), soit à l'extérieur, soit en association avec une autre entreprise ou un centre de recherche (6 entreprises ou 4,2 %) ou les deux (6 ou 4,2%). Un examen plus détaillé des types et étendues des activités de R-D montre aussi que la plupart des entreprises échantillonnées réalisent plus de R-D sur les produits (75,9 %) que sur les procédés (48,3 %). Le pourcentage d'entreprises faisant simultanément les deux types de R-D est moins élevé sans être négligeable (28,5 %).

Comme on l'a dit, nous avons partagé les entreprises en deux groupes, soit les entreprises les moins innovantes et celles les plus innovantes, par rapport à la moyenne. Cette moyenne a été constituée par sommation contingente¹³ ; elle est de 3,3. Au tableau 4, on trouve ainsi 58 entreprises moins innovantes, d'une part, et 52 plus innovantes, d'autre part. Il reste 37 entreprises qu'on n'a pu placer à cause d'informations manquantes.

Le tableau 4. Profils des entreprises les moins innovantes et celles les plus innovantes

Technologies et R-D	Les entreprises moins innovantes (N=58)		Les entreprises plus innovantes (N=52)	
	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
Nombre de technologies de production adoptées	2,45	1,42	6,79	1,80
Nombre de technologies de gestion adoptées	1,53	1,05	3,08	0,88
Étendu de la R-D	1,16	0,45	1,35	0,59

Au tableau 5, on peut voir que les entreprises les plus innovantes recourent en moyenne à beaucoup plus de technologies de production et de gestion. Elles réalisent aussi plus de R-D, sauf en ce qui a trait à la R-D de produits. Il demeure que les entreprises échantillonnées sont plutôt hétérogènes quant à leur niveau d'innovation.

Tableau 5. Les différences en technologies et en R-D selon les deux groupes d'entreprises

Technologies et R-D	Les entreprises les moins innovantes (N=58)		Les entreprises les plus innovantes (N=52)	
	N	%	N	%
Dessin assisté par ordinateur (DAO)	39	67,2	50	96,2
Conception et fabrication assistées par ordinateur (CFAO)	19	32,8	43	82,7
Équipement contrôlé par un automate programmable	10	17,2	35	67,3
Équipement de test	21	36,2	38	73,1
Machine à contrôle numérique (MOCN)	18	31	31	59,6
Contrôle statistique de procédé	6	10,3	41	78,8
Système MRP-II	7	12,1	24	46,2

¹² A noter qu'un bon nombre de PME réalisent de l'innovation même si elles n'ont pas un service spécifique pour cela ou même si elles n'ont pas d'ingénieurs ou de techniciens spécialisés à leur service. Voir à ce propos, par exemple, Santarelli et Sterlacchini (1990).

¹³ Soit le nombre de technologies de production utilisées (de 0 à 12 possible) plus le nombre de technologies de gestion utilisées (0 à 4) plus l'étendue de R-D (0 à 2), divisé par le nombre de variables non manquantes.

Système de soudage automatisé	5	8,6	25	18,1
Prototypage rapide	4	6,9	20	38,5
Système KAISEN	6	10,3	15	28,8
Robot industriel	3	5,2	20	38,5
Durcissement ou conditionnement thermique	4	6,9	11	21,2
Norme de qualité totale	30	51,7	48	92,3
Système de juste à temps	18	31	33	63,5
Échange de données informatisées (EDI)	8	13,8	33	63,5
Internet	33	56,9	46	88,5
R-D de produits	46	79,3	36	69,2
R-D de procédés	21	36,2	34	65,4
Spécialisation pour RD de produit soit RD de procédé	45	77,6	28	53,8
Recours à la fois au RD de produit et au RD de procédé	11	19	21	40,4

La capacité d'absorption de l'information par l'organisation

La capacité d'absorption de l'organisation est mesurée par le nombre de diplômés des cycles supérieurs (le niveau collégial¹⁴ et universitaire) ainsi que le nombre de personnes s'occupant de la R-D. Comme on l'a dit, ces mesures ont été également utilisées par Cohen et Levinthal, toutefois avant tout dans des grandes entreprises. Nous les avons retenues faute de mieux pour tenir compte notamment de l'innovation informelle. On peut supposer que cette mesure formelle indique aussi l'état des ressources participant à l'innovation informelle.

Tableau 6. Fréquence des entreprises employant des diplômés et effectif moyen des diplômés^a

Niveau d'études	Entreprises employant des diplômés		Effectif moyen de diplômés par entreprises	Écart-type
	Effectif moyen	%		
Niveau universitaire	110	82.1	9.5	44.6
Niveau collégial	126	88.7	10.33	24.15

a : les chiffres tiennent compte des valeurs manquantes

D'une façon générale, on est en présence d'entreprises manufacturières n'utilisant pas beaucoup d'employés diplômés¹⁵. La moitié d'entre elles ont à peine deux employés ou moins avec une formation universitaire et trois ou moins avec une formation collégiale. Toutefois, l'échantillon est très hétérogène puisque l'écart-type va jusqu'à 44,6 au niveau universitaires et 24,15 au niveau collégial (tableau 6). Tous types de diplômes confondus (collégiaux ou universitaires), elles emploient en moyenne 20,84 diplômés, soit 14,3 % de l'effectif total du personnel. En moyenne, elles disposent de 118 employés en période forte et 102 en période creuse. Par rapport à ces chiffres, les diplômés représentent en moyenne respectivement 17,7 % et 20,5 % de l'effectif total du personnel.

Par ailleurs, les activités de R-D impliquent directement relativement peu de personnel. Sur une base régulière, les entreprises allouent en moyenne de façon formelle l'équivalent de 2,94 personnes à cette activité. Toutefois, l'écart-type qui est de 5,0 montre une disparité relativement élevée entre les entreprises de l'échantillon.

¹⁴ Ibidem, note 7.

¹⁵ Ce qui confirme la faiblesse de la mesure de Cohen et Levinthal pour mesurer l'innovation informelle.

Pour les mêmes raisons évoquées précédemment avec le niveau d'innovation, on a partagé les entreprises en 2 groupes composés, d'une part, des entreprises à faible capacité d'absorption (par rapport à la moyenne) et, d'autre part, de celles à plus forte capacité d'absorption que la moyenne. La moyenne de la variable est de 25,1.

Le résultat (tableau 7) montre 65 entreprises à faible capacité d'absorption et 23 entreprises à forte capacité. Le reste (59 cas) relève des variables manquantes.

Tableau 7. Différences entre les entreprises à faible et à forte capacité d'absorption

Personnel de R-D et diplômés	Les entreprises à faible capacité d'absorption (N=65)		Les entreprises à forte capacité d'absorption (N=23)	
	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
Nombre de personnel de RD	1,3	0,97	8,6	8,24
Nombre de diplômés universitaires	2,8	2,28	38,6	101,26
Nombre de diplômés collégiaux	4,7	4,8	37,8	48,95

On constate que les entreprises à forte capacité d'absorption emploie en moyenne systématiquement plus de personnel en R-D ainsi que des diplômés (collégiaux et universitaires).

Vérification des hypothèses de recherche:

L'hypothèse H1 postule que les entreprises les plus innovantes ont davantage recours aux réseaux à signaux faibles. Pour tester cette hypothèse, nous allons distinguer le groupe d'entreprises les plus innovantes de celles qui le sont moins.

Les résultats du test T montrés au tableau 8 révèlent qu'à toutes les sources d'information, les entreprises les plus innovantes sont caractérisées par un niveau de fréquence d'interaction plus ou moins égal ou plus élevé par rapport aux entreprises moins innovantes sauf en ce qui a trait aux sources financières, aux organismes gouvernementaux et aux regroupements locaux d'entreprises et de gens d'affaires.

Tableau 8: Les types de sources utilisées par les entreprises les moins et les plus innovantes^a

Réseaux	Moyennes		t
	Les entreprises moins innovantes (N = 53)	Les entreprises plus innovantes (N = 49)	
Réseaux à signaux faibles			
Centres de recherches industrielles	1,69	2,09	3,17 ***
Universités, cégeps	1,65	1,98	2,04 **
Consultants en technologie	1,63	1,89	1,99 **
Organismes de normalisation	1,52	1,80	2,15 **
autres consultants	1,83	2,07	1,64 *
Organismes gouvernementaux	2,13	2,09	0,37
Réseaux intermédiaires (d'information formelles et informelles)			
Revue spécialisée	2,63	3,00	2,00 **
Journaux, télé, radio	2,26	2,50	1,18

Brochures, catalogues	2,65	2,96	3,20 ***
Regroupement local d'entreprises, de gens d'affaires	2,35	2,30	0,65
foires et expositions	2,35	2,54	1,32
Internet	2,04	2,57	3,19 ***
Association sectorielle	1,89	1,90	0,03
Réseaux à signaux forts			
Fournisseurs	3,02	3,18	1,77
Clients	3,30	3,51	1,56
Concurrents	1,93	1,94	0,30
sous-traitants	2,41	2,92	3,12 ***
Institutions financières	2,56	2,40	1,37
Alliances stratégiques	1,63	1,76	0,22
Grappe transport terrestre	1,51	1,91	2,46 **

a : échelle ordinale allant de 1=jamais de contact à 4 = toujours en contact. Les chiffres tiennent compte des valeurs manquantes.
 $p < 0,10$: * $p < 0,05$: ** $p < 0,01$: *** $p < 0,001$: ****

D'une façon générale, sur le total de vingt sources d'information, 10 présentent des différences significatives entre les entreprises (à 10 %). Ces cas font référence aux sources suivantes : les centres de recherches industrielles, les universités et cégeps, les consultants en technologie, les organismes de normalisation, les autres consultants, les revues spécialisées, les brochures et catalogues, l'internet, les sous-traitants ainsi que la participation à la grappe transport terrestre. Dans les cas, les entreprises les plus innovantes recourent plus à ces sources que les firmes les moins innovantes.

Mais les différences touchent principalement les sources considérées comme appartenant à réseaux à signaux faibles. En effet, cinq de ces six sources sont différentes de façon significative contre 3 sources sur 7 pour les autres sources d'informations et seulement 2 sur 7 en ce qui concernent les sources de réseaux à signaux forts. Les résultats obtenus confirment ici l'hypothèse H1.

Selon l'hypothèse H2, les réseaux à signaux faibles sont les plus susceptibles de mener à l'innovation technologique comparativement aux autres types de réseaux. Les coefficients de régression standardisés (BETA) obtenus par nos calculs reflètent les contributions relatives des différents types de réseaux. Le seul résultat significatif se trouve au plan des réseaux à signaux faibles qui présentent un résultat de 0,240 (avec $p < 0,05$) comparativement aux autres réseaux à signaux forts (0,076) et aux réseaux intermédiaires d'information (0,042).

Le test non paramétrique de Kolmogorov-Smirnov que nous avons appliqué confirme qu'il n'y a pas de différence significative entre la distribution des variances résiduelles et la distribution normale (z de Kolmogorov-Smirnov = 0,683 avec $p = 0,739$). Autrement dit, la distribution étudiée suit la loi normale. De plus, on constate qu'il y a relativement peu de dispersion autour de l'équation de régression avec un écart-type de 0,98 (la moyenne est 8,01).

Finalement, la nature des variables dépendantes utilisées (ordinales) nous permet d'effectuer l'analyse de régression. Les variables explicatives sont évidemment indépendantes entre elles puisqu'elles sont représentées par les facteurs obtenus de l'analyse factorielle en composantes principales. Ces conditions étant remplies, il s'agit maintenant de savoir si la régression est

significative dans son ensemble. L'utilisation de la distribution de Fisher indique effectivement un résultat significatif ($F=5,18$ avec $p<0,01$). Les conditions de faisabilité de la régression sont remplies et l'hypothèse H2 se trouve aussi confirmée.

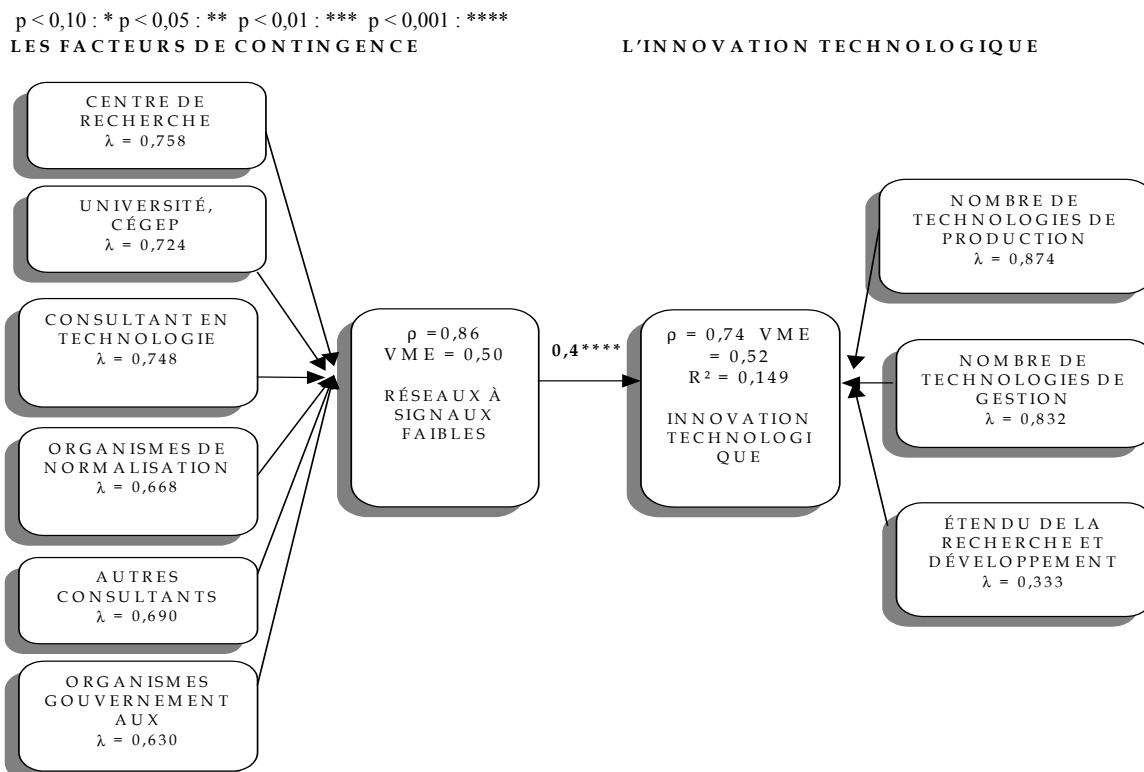
Ajoutons que nous avons trouvé une relation positive significative entre chacun des types de réseaux et l'innovation : le coefficient de Pearson est de 0,375 à un seuil de confiance de 99,9% ($p<0,001$) pour les réseaux à signaux faibles, de 0,273 à $p < 0,001$ pour les réseaux à signaux forts et de 0,271 à $p<0,01$ pour les autres réseaux. Autrement dit, tous les types de réseaux peuvent contribuer à l'intensité de l'innovation technologique., comme nous l'avons supposé en discutant de l'hypothèse de Hansen.

Pour comprendre pleinement la relation entre les différents types de réseaux et l'innovation technologique et mesurer ainsi la relation causale, il faut donc aller plus loin. C'est pour cela que nous recourons à l'analyse MCP sur deux niveaux différents tenant à l'étude de cette relation causale entre les réseaux à signaux faibles et l'innovation technologique définie d'une façon globale et, ensuite, détaillée.

Relation causale entre les réseaux à signaux faibles et l'innovation technologique au niveau global

Au premier niveau, cette analyse nous permet de constater que la relation entre les réseaux à signaux faibles et l'innovation technologique est consistante. Autrement dit, le recours aux réseaux à signaux faibles contribue à une innovation plus intense.

Figure 2 : Premier niveau de l'analyse causale par la méthode MCP (N=147)



En effet, l'évaluation des fiabilités de chaque indicateur révèle que tous les indicateurs (les facteurs de contingence) utilisés pour le construit « Réseaux à signaux faibles » sont tous consistants. On remarque qu'ils sont en forte corrélation avec le construit qui les renferme (les λ sont tous supérieurs à 0,50). Ce qui veut dire que plus de 50% de la variance de l'indicateur est expliqué par ce construit. Ces résultats suggèrent une fiabilité des mesures utilisées. Ce que confirme les analyses de fiabilité menée auparavant. Relativement à l'innovation technologique, les indicateurs utilisés sont aussi corrélés fortement avec ce construit sauf en ce qui a trait à l'étendue de la R-D. L'intensité de l'innovation technologique semble donc être faiblement traduite par l'étendue des activités de R-D, probablement à cause de la difficulté de tenir compte de la R-D informelle par les valeurs retenues, comme nous l'avons souligné.

Les valeurs des ρ révèlent que les construits « Réseaux à signaux faibles » et « Innovation technologique » traduisent chacun une seule dimension et elles sont supérieures à 0,7. Par ailleurs, on peut constater que les construits sont effectivement différents entre eux. Chaque construit partage plus de variance avec ses indicateurs qu'avec les autres construits du modèle. Pour une paire de construits donnée, la racine carrée des variances moyennes extraites (VME) (diagonale) pour chaque construit est supérieure au coefficient de corrélation de ce construit avec les autres construits, comme on peut le voir au tableau 9.

Tableau 9 : Coefficient de corrélation entre les construits et valeurs des variances moyennes extraites (VME) (diagonale) pour la figure 2

	Réseaux à signaux faibles	Innovation technologique
Réseaux à signaux faibles	0,704	
Innovation technologique	0,386	0,723

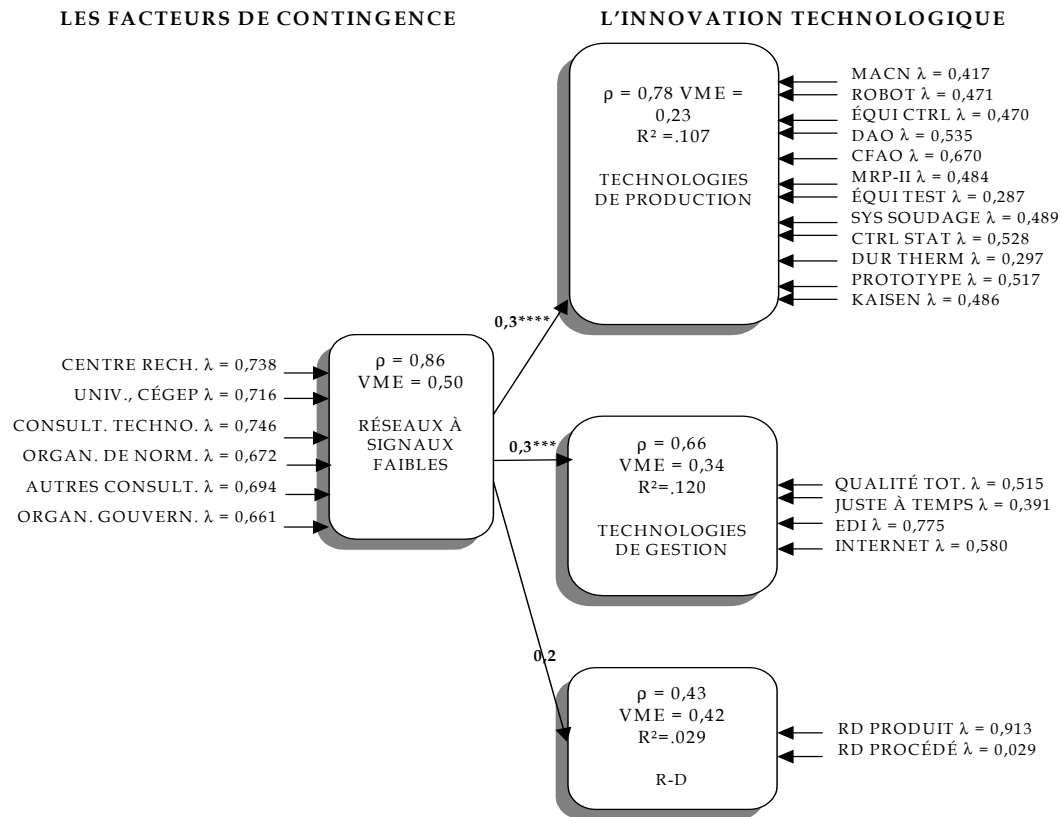
Relation causale entre les réseaux à signaux faibles et les différentes dimensions de l'innovation technologique

Pour résumer, si maintenant on fait le lien direct entre les réseaux à signaux faibles et les trois éléments évaluant le niveau d'innovation technologique, on peut voir que les relations entre les réseaux à signaux faibles et l'innovation technologique sont toutes significatives. Cependant, l'influence des réseaux à signaux faibles sur les technologies de production ainsi que celle sur les technologies de gestion sont les plus consistantes. Le recours à ce type de réseaux semble toutefois moins affecter les activités de R-D, comme nous l'avons vu et expliqué.

En effet, l'évaluation des fiabilités des indicateurs indique qu'ils sont tous consistants, confirmant les résultats précédents sur l'adéquation des mesures du concept de réseaux à signaux faibles. Les valeurs des coefficients ρ associés aux construits « réseaux à signaux faibles » ($\rho = 0,86$), « Technologies de production » ($\rho = 0,78$) et « Technologies de gestion » ($\rho = 0,66$) sont supérieures à 0,6 (Raymond, *et al.*, 1996). Ce qui montre que ces construits mesurent bien une seule dimension. Par contre, encore ici, le résultat est moins éloquent en ce qui a trait au construit « R-D » ($\rho = 0,43$), toujours pour les mêmes raisons de mesure.

Figure 3 : Deuxième niveau de l'analyse causale par la méthode PMC (N=147)

p < 0,10 : * p < 0,05 : ** p < 0,01 : *** p < 0,001 : ****



Au tableau 10, on montre que les construits sont tous différents entre eux. En effet, pour une paire de construits donnée, les valeurs des racines carrées des variances moyennes (VME) extraites sont toutes supérieures au coefficient de corrélation R^2 entre ces deux construits, comme le veut la théorie.

Tableau 10. Coefficient de corrélation entre les construits et valeurs des variances moyennes extraites (VME) (diagonale) pour la Figure 3

	Réseaux à signaux faibles	Technologies de production	Technologies de gestion	R-D
Réseaux à signaux faibles	0,704			
Technologies de production	0,327	0,481		
Technologies de gestion	0,346	0,426	0,582	
R-D	0,169	-0,008	0,003	0,646

Relation causale entre la variable modératrice et l'innovation technologique

Quant à l'hypothèse H3, l'analyse de variance révèle effectivement que les entreprises possédant une forte capacité de créativité et d'absorption de l'information sont davantage innovantes que celles qui en sont peu dotées, notamment en termes d'adoption de technologies de production et de gestion. En effet, au tableau 11, on peut voir que l'analyse de variance

montre que la forte capacité d'absorption permet plus de technologies ou d'innovation technologique. Seule l'étendue de la R-D n'est pas significatrice, comme nous l'avons vu.

Tableau 11. Différences au point de vue innovation selon la capacité d'absorption de l'organisation^a (coefficients de Fisher)

L'innovation technologique	Faible capacité d'absorption (65)	Forte capacité d'absorption (23)	F ANOVA
Innovation technologique en général	7,326	10,609	16,614 ****
• Technologie de production	4,000	6,348	15,193 ****
• Technologie de gestion	2,065	2,870	7,263 ***
• Étendu de la RD	1,262	1,391	1,117

p < 0,10 : * p < 0,05 : ** p < 0,01 : *** p < 0,001 : ****

a : les chiffres tiennent compte des valeurs manquantes

Enfin, le test de corrélation que l'on peut voir au tableau 12 soutient la vraisemblance de l'hypothèse H4 qui stipule que l'impact des réseaux généralement à faibles signaux sur l'innovation semble plus marqué chez les entreprises qui ont une plus grande capacité d'absorption par rapport à celles qui en ont moins.

Tableau 12 : Relation entre les réseaux à signaux faibles et la capacité d'absorption de l'information^a (coefficient de corrélation)

Relation réseaux à signaux faibles/ innovation technologique	Entreprises à faible capacité d'absorption (65)	Entreprises à forte capacité d'absorption (23)
Coefficient de corrélation	0,105	0,332 *

p < 0,10 : * p < 0,05 : ** p < 0,01 : *** p < 0,001 : ****

a : les chiffres tiennent compte des valeurs manquantes

CONCLUSION

Les entreprises les plus innovantes utilisent davantage des réseaux à liens faibles porteurs généralement de signaux faibles pour les utilisateurs. Cette étude confirme donc la prédominance de ces réseaux à signaux faibles par rapport aux autres types de réseaux et en particulier aux réseaux à liens forts généralement à signaux forts quant à l'influence sur l'innovation technologique. Elle remet ainsi en cause la croyance largement répandue dans la documentation scientifique selon laquelle ce sont les sources commerciales et les réseaux d'affaires en général qui sont les sources les plus cruciales pour les PME et que c'est surtout à travers des contacts permanents avec ce type de réseaux que les PME parviennent le mieux à innover. Elle suggère ainsi d'aller au-delà de ces sources à base de liens forts, qui peuvent constituer des *amorces* ou des *déclencheurs* et des soutiens pour soutenir la transformation de l'information en réalisation, mais qui demeurent insuffisantes, et de porter plus d'attention sur les liens avec les milieux de recherche et d'enseignement et du conseil avancé pour les entreprises dans la recherche d'information menant à l'innovation la plus intéressante.

L'analyse de la documentation scientifique associée à l'analyse factorielle effectuée ont permis de distinguer les réseaux généralement à signaux faibles, opérationnalisés par les sources avant tout technologiques, de ceux à signaux forts provenant des sources d'affaires, ainsi que les autres sources d'information. Ce qui nous conduit par la même occasion vers une catégorisation plus complexe des réseaux à liens faibles et donc à signaux plus faibles (par rapport aux réseaux à signaux forts) autre que celle basée uniquement sur la fréquence d'interaction (Granovetter, 1973). La fiabilité d'une telle mesure est confirmée par les résultats de l'analyse causale mesurée par la technique MCP qui nous a permis par ailleurs de constater que ce sont les technologies de production et de gestion qui sont les variables traduisant le mieux l'innovation technologique dans cette étude. Par contre l'étendue de la R-D a moins de poids sur notre variable dépendante. Les résultats obtenus confirment une fois de plus le caractère complexe de l'innovation dans les PME, notamment leur partie informelle et donc le besoin de mesures plus subtiles que le suggèrent Cohen et Levinthal au moins dans le cas des PME.

Bien que la prédominance des réseaux à signaux faibles et des sources technologiques soit ainsi bien établie, il ne faut toutefois pas négliger les sources d'affaires et dans une moindre mesure les autres sources d'informations qui sont complémentaires. Il serait intéressant de voir dans les recherches futures dans quelle proportion les entreprises devaient avoir recours à ces différents types de réseaux et comment on devrait les gérer pour mieux innover.

Bref, les résultats de cette étude indiquent que les réseaux à signaux faibles possèdent de plus forts potentiels pour générer et fournir l'information nouvelle tout en présentant des contraintes pour être transférées et adaptées aux besoins d'information complexe des PME. D'où l'importance, comme on l'a dit, des liens avec les réseaux à signaux forts pour interpréter et surtout compléter l'information afin de soutenir l'innovation. Ces résultats suggèrent ainsi que les PME gagneraient à mieux se relier aux réseaux à signaux faibles pour en faire des signaux de plus forts, comme la recherche à l'OCDE au début des années 1990 le suggérait (OECD, 1993).

RÉFÉRENCES

- Albernathy, W.J. et K.B. Clark (1985), « Innovation mapping the winds of creature destruction », *Research Policy*, vol. 14, n°1, p. 3-22.
- Alder, P.S. et A. Sbandar (1990), « Adapting your technological base : the organizational challenge », *Sloan Management Review*, vol. 32, no 1, p. 25-37.
- Alsène, E. (1988), « Le changement technologique dans l'entreprise », *Technologie de l'Information et Société*, vol. 1, no 1, p. 91-108.
- Amendola, M. et J. Gaffard (1988), *La Dynamique Économique de L'innovation*, Paris, Economica.
- Ansoff, H.I. (1975), « Managing strategic surprise by response to weak signals », *California Management Review*, vol. 18, no 2, p. 21-33.
- Birley, S., S. Cromie et A. Myers (1991), « Entrepreneurial networks : their emergence in Ireland and overseas », *International Small Business Journal*, vol. 9, no 4, p. 56-74.
- Brush, C. (1992), « Market place information scanning activities of new manufacturing ventures », *Journal of Small Business Management*, vol. 30, n°4, p. 41-53.
- Carrier, C. et D. Garand (1996), « *Le concept d'innovation : débats et ambiguïtés* », Communication présentée à la 5° conférence internationale de management stratégique, Lille 13-15 mai 1996.
- Choo, C.W. (1999), « The intelligent organization : mobilizing organizational knowledge through information partnerships », cahiers de recherche, Université de Toronto, Faculté des Études en Information, Toronto.
- Cohen, W. et D. Levinthal (1990), « Absorptive capacity : a new perspective on learning and innovation », *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, n°1, p. 128-152.
- Cohen, W. et D. Levinthal (1994), « Fortune favors the prepared firm », *Management Science*, vol. 40, n° 2, p. 227-251.
- Dewar, R. et J. Dutton (1986), «The adoption of radical and incremental innovations : an empirical analysis », *Management Science*, vol. 32, n°11, p.1422-1433.
- Elliasson, G. (dir.)(1990), *The Knowledge-Based Information Economy*, Stockholm, Almqvist & Wiksell International.
- Fine, G. et S. Kleinman (1979) « Rethinking subculture : an interactionist analysis ». *American Journal of Sociology*, vol 85, no 1, p. 1-20.
- Foray, D. (2000), *L'économie de la connaissance*, Paris, La Découverte.
- Friedkin, N. E. (1980), « A test of the structural features of Granovetter's Strength of weak ties theory », *Social Networks*, vol. 2, p. 411-422
- Granovetter, M.S (1973), « The strength of weak ties ». *American Journal of Sociology*, vol. 78, p. 1360-1380.
- Granovetter, M.S (1982), « The strength of weak ties : a network theory revisited », dans P.V. Marsden et N. Lin. (dir.) *Social Structure and Network Analysis*, Beverly Hills, Sage Publications, p. 105-130.
- Hansen, M. (1999), "The research-transfer problem: the role of weak ties in sharing knowledge across organization subunits", *Administrative Science Quarterly*, vol 44, n°1, p.82-109.
- Higgins, C., D. Barclay et L. Duxbury (2002), « An introductory to the partial least squares approach to causal modeling », à paraître.
- Krackhardt, D. (1992), " The strength of strong ties : the importance of philos in organizations " dans N. Nohria et R. G. Eccles (dir.), *Networks and Organizations : Structure, Form, and Action*, Boston, Harvard Business School Press, p. 216-239.
- Johannisson, B. (1986), « Network strategies, management technology for entrepreneurship and change », *International Small Business Journal*, vol. 5, no 1, p. 19-30.
- Johnson, L.K. et R. Kuen (1987), « The small business owner-manager's search for external information », *Journal of Small Business Management*, vol 25, n° 3, p. 29-39.
- Julien, P-A. (1995), « New technologies and technological information in small businesses », *Journal of Business Venturing*, vol 10, n°6, p. 459-475.
- Julien, P.A., L. Raymond, R. Jacob et C. Ramangalahy (1999), « Types of technological scanning in manufacturing SMEs : an empirical analysis of pattern and determinants », *Entrepreneurship and Regional Development*, vol. 11, no 4, p. 281-300.
- Julien, P.A. (2000), *L'entrepreneuriat au Québec*, Montréal, Les éditions Transcontinental.
- Lefebvre, É. (1990), « Le Dirigeant comme Facteur d'Adoption des Nouvelles Technologies des PME », Thèse de doctorat, École des Hautes études des commerciales.

- Larue de Tournemine, R. (1989), *Stratégie technologique et processus d'innovation*, Paris, Les Éditions d'Organisation.
- Médus, J.L. et J.C. Pacitto (1994), « L'innovation technologique dans les très petites entreprises », cahiers de recherche IRG, no 94-11, Université Paris 12.
- Miles, M. et A.M. Huberman (1991), *Analyse des données qualitatives: recueil de nouvelles méthodes*, Bruxelles, De Boeck Université.
- Nonaka, I. (1994), « A dynamic theory of organizational knowledge creation », *Organization Science*, vol. 5, no 1, p. 14-37.
- OCDE, (1992), *La technologie et l'économie: Les relations déterminantes*, Paris, OCDE.
- OCDE, (1993), *Les petites et moyennes entreprises : technologie et compétitivité*, par P.A Julien, C Drillhon et M.F. Estimé, Paris, OCDE.
- Pacitto, J.C., P.A. Julien et O. Meier (2002), « Les très petites entreprises sont-elles spécifiques ? », *Piccola Impresa*, (à paraître).
- Préfontaine, L. (1994), « Les Compétences Organisationnelles favorisant l'Innovation Technologique dans un Contexte de PME Manufacturières », thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal.
- Rivard, S. et S.L. Huff (1988), « Factors of success for end-user computing », *Communication de l'American C.M.*, vol. 31, n°5, p 552-561.
- Santarelli, E. et A. Sterlacchini (1990), « Innovation formal vs. informal R&D, and firms size : some evidence from Italian manufacturing », *Small Business Economics*, vol. 2, no 3, p.
- Smeltzer, L; H Van Hook et R. Hutt (1991), « Analysis of the use of advisors as information sources in venture startups », *Journal of Small Business Management*, vol. 29, n°3, p 10-20.
- Thom, N. (1990), « Innovation management in small and medium-sized firms », *Management International Review*, vol. 30, n°2, p. 181-192.
- Weick, K. (1993), « The colapse of sensemaking in organizations : the Mann Gulch disaster », *Administrative Science Quarterly*, vol. 38 n° 4 , p. 628-652.
- Woodward, W.J. (1988), « A social network theory of entrepreneurship : an empirical study », Thèse de doctorat, University Microfilms International.
- Yin, K.R. (1989), *Case Study Research: Design and Methods*, Beverly Hills, Sage Publications.