



**HAL**  
open science

## Information technologies adoption and localized knowledge diffusion : an empirical study

Rachel Bocquet, Olivier Brossard

► **To cite this version:**

Rachel Bocquet, Olivier Brossard. Information technologies adoption and localized knowledge diffusion : an empirical study. *Revue d'économie régionale et urbaine*, 2008, 3, pp.0-1. hal-01293648

**HAL Id: hal-01293648**

**<https://univ-tlse2.hal.science/hal-01293648>**

Submitted on 12 Sep 2016

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

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

## **Adoption des tic, proximité et diffusion localisée des connaissances \***

### **Information technologies adoption and localized knowledge diffusion : an empirical study**

**Rachel BOCQUET**

Université de Savoie  
IREGE

9, rue de l'Arc-en-Ciel - BP 240  
74942 Annecy-Le-vieux Cedex  
rachel.bocquet@univ-savoie.fr

**Olivier BROSSARD**

IEP Toulouse et  
LEREPS-Université Toulouse 1  
Manufacture des Tabacs  
21, allée de Brienne  
31000 Toulouse  
olivier.brossard@univ-tlse1.fr  
Tél. : 00 33 (0) 5 61 12 87 07  
Fax : 00 33 (0) 5 61 12 87 08

**Mots-clés** : diffusion localisée des connaissances, proximité, diffusion  
technologique, adoption des TIC, complémentarité des pratiques  
organisationnelles

**Keywords** : localized knowledge spillovers, proximity, technology diffusion, ICT  
adoption, complementary organizational practices

Classification JEL : O33, R30

Adoption des TIC, proximité et diffusion localisée des connaissances

## Résumé

*Une enquête sur les entreprises de Haute-Savoie montre que l'adoption des TIC est influencée non seulement par les facteurs traditionnels de la diffusion technologique (effets rang, stock-ordre et épidémique, pratiques organisationnelles), mais aussi par des effets de diffusion localisée des connaissances. Les données permettent plusieurs avancées. Tout d'abord, nous étudions l'adoption de véritables TIC alors que la plupart des études récentes ont privilégié des mesures du stock de capital informatique ou de l'automatisation des tâches. Ensuite, nous construisons des variables qui permettent de remplacer le traditionnel effet épidémique par différents effets de proximité. Pour finir, nous examinons différents canaux de transmission de la connaissance entre firmes géographiquement proches, depuis le simple spillover non-intentionnel jusqu'à des interactions plus maîtrisées. Notre méthodologie empirique traite les biais habituellement rencontrés dans les équations d'adoption technologique ainsi que dans les tests de la complémentarité organisationnelle.*

## Summary

*We use a specially designed survey on French firms to provide empirical evidence suggesting that IT adoption is not only influenced by the traditional factors of technology diffusion (rank, stock-order, epidemic effects and organizational practices) but also by localized knowledge spillovers. We make several advances. Firstly, we study the adoption of authentic Information and Communication Technologies while the recent empirical literature has been mainly focused on computer capital stocks or automation tools. Secondly, we construct measures to replace the traditional epidemic effect by different proximity variables. Thirdly, we examine different channels of knowledge transmission among nearby firms, from unintended knowledge spillovers to well-regulated arrangements. Our econometric methodology is designed to deal with potential biases that are encountered when implementing technology adoption equations. In particular, we explicitly deal with the problem of simultaneous technological choices, using bivariate adoption equations.*

- 1 -

## Introduction

Il existe désormais un consensus clair sur les déterminants de la diffusion des technologies et en particulier sur les déterminants de la diffusion ou de l'adoption des TIC. D'une part, la littérature sur la diffusion technologique a démontré l'existence des effets de rang, de stock-ordre et épidémiques (KARSHENAS et STONEMAN, 1995, GEROSKI, 2000). D'autre part, la théorie de la supermodularité (MILGROM et ROBERTS, 1990) fournit une interprétation très robuste de l'adoption des TIC en les expliquant par un effet de complémentarité avec les pratiques organisationnelles et stratégiques. En croisant ces deux approches théoriques, plusieurs études empiriques ont proposé des équations d'adoption intégrant un ensemble très complet de déterminants potentiels du choix technologique (Par exemple, KARSHENAS et STONEMAN, 1993 ou BOCQUET *et al.*, 2007). Les effets de proximité y sont assimilés à des effets de contagion mimétique mesurés par le taux d'adoption dans un certain voisinage.

Cependant, le concept de diffusion localisée de la connaissance peut remettre en cause partiellement cette vision du processus de diffusion des technologies. En effet, les effets de proximité ne peuvent pas être réduits à de simples effets de contagion informationnelle localisée. À ce titre, la perspective ouverte par la littérature sur la

Rachel BOCQUET, Olivier BROSSARD

géographie de l'innovation nous semble intéressante au regard de deux arguments. D'une part, elle montre l'influence de la proximité sur la diffusion des connaissances ce qui signifie que les effets de proximité pourraient influencer à la fois l'innovation et la diffusion des innovations, c'est-à-dire la diffusion de technologies nouvelles. D'autre part, la proximité n'est pas seulement une notion géographique mais aussi une notion relationnelle. Il devient alors important d'examiner les différents canaux de transmission de la connaissance entre firmes « proches ». Les flux de connaissance peuvent être médiatisés par une large variété de mécanismes économiques (de marché et hors marché) depuis les classiques externalités jusqu'à des arrangements plus formalisés et mieux maîtrisés par leurs parties-prenantes. Il faut souligner ici, comme l'ont suggéré BRESCHI et LISSONI (2001) qu'il convient d'utiliser le concept de LKS (*Localized Knowledge Diffusion*) avec la plus grande prudence. En outre, nous ne postulons pas que les effets de diffusion localisée des connaissances qui influencent l'innovation ont forcément un impact sur la diffusion des TIC. Nous disons simplement que cette influence est plausible. Nous proposons ici des arguments théoriques pour défendre cette idée qui sera ensuite testée empiriquement.

L'objectif de ce papier est donc de s'inspirer de cette approche pour introduire de nouveaux déterminants dans les équations d'adoption des TIC, de façon à tester l'influence de différentes formes de proximité sur la diffusion technologique. Plus précisément, il s'agit de tenter de répondre aux trois questions suivantes : 1) L'adoption d'une TIC spécifique est-elle influencée par la proximité géographique de firmes ayant déjà adopté la même TIC ? 2) Si c'est le cas, est-ce dû à des externalités de connaissance plutôt qu'à des formes d'apprentissage passant par le marché ? 3) Les firmes apprennent-elles simplement en se situant dans le voisinage d'autres firmes, ou bien leur faut-il une forme plus forte de proximité telle que la proximité épistémique ?

Nos données sont issues d'une enquête menée en 2002 auprès des entreprises de Haute-Savoie de plus de 20 salariés. Les résultats empiriques indiquent que l'adoption des TIC n'est pas seulement la conséquence d'externalités localisées de connaissance, mais résulte aussi d'un processus d'internalisation des flux de connaissance par l'intermédiaire de différents outils délibérément utilisés dans le but de s'approprier la connaissance technologique.

Notre méthodologie économétrique est conçue pour traiter les biais habituellement rencontrés dans les équations d'adoption technologique ainsi que dans les tests de la complémentarité des pratiques organisationnelles. Tout d'abord, nous traitons explicitement le problème de simultanéité des choix technologiques en estimant des équations d'adoption bivariées. Ensuite nous prenons en compte le risque de multi-colinéarité entre les mesures des pratiques organisationnelles soit en construisant des clusters de pratiques non corrélés entre eux, soit en intégrant des variables organisationnelles croisées. Enfin, puisque nos données sont en coupe, nous traitons le problème de l'hétérogénéité en intégrant systématiquement des variables de contrôle justifiées par la théorie.

L'article est organisé de la manière suivante : dans la section I, nous décrivons les fondements théoriques de notre étude empirique de l'adoption des TIC. La section II

Adoption des TIC, proximité et diffusion localisée des connaissances

passé en revue les résultats empiriques les plus importants concernant à la fois les modèles traditionnels et ceux, plus récents, qui commencent à intégrer des effets de proximité. Les données et le modèle économétrique sont présentés dans la section III. Les résultats sont discutés dans la section IV et conduisent aux principales conclusions.

- 2 -

## **Diffusion localisée des connaissances et adoption des TIC : discussions théoriques**

La littérature qui analyse les déterminants de l'adoption des technologies nouvelles en propose deux grands types<sup>1</sup>. Le premier type est constitué de facteurs qui affectent directement les coûts et les bénéfices de l'adoption d'une nouvelle technologie. Dans cette approche, trois effets sont habituellement mis en avant : les effets de rang, les effets de stock-ordre et les effets épidémiques (KARSHENAS et STONEMAN, 1993). Le second type est issu d'une approche qui porte l'accent sur la complémentarité entre les TIC et certaines pratiques organisationnelles et les gains d'efficacité associés (MILGROM et ROBERTS, 1990). Notre objectif est d'introduire les effets de diffusion localisée des connaissances comme troisième type de déterminants de l'adoption des TIC. Ceux-ci doivent en effet jouer un rôle important si l'on considère que la décision d'adopter (ou non) est forcément influencée par les connaissances dont on dispose sur ses bénéfices. Dans cette section, nous rappelons brièvement les fondements théoriques des deux premiers types de déterminants<sup>2</sup>, puis nous discutons de l'intérêt de prendre en compte les effets de diffusion localisée des connaissances.

### **2.1. L'approche traditionnelle de l'adoption des technologies**

L'adoption des technologies est influencée par des effets de rang, de stock-ordre et épidémiques (KARSHENAS et STONEMAN, 1995 ; GEROSKI, 2000). Les effets de rang sont associés à l'hétérogénéité des entreprises qui génère des différences dans les bénéfices apportés par l'adoption. En effet, les décisions d'adoption sont avant tout déterminées par un arbitrage entre les profits supplémentaires espérés grâce à l'adoption et les coûts du changement de technologie. Or les coûts et les bénéfices du changement technologique sont propres à chaque firme et dépendent donc de grandes variables qui les différencient : la taille, les politiques de prix et de services des fournisseurs, le statut juridique et capitalistique de l'entreprise, la nature de son environnement concurrentiel et ses capacités d'apprentissage et de changement<sup>3</sup>.

Les effets de stock-ordre expriment l'influence ambiguë de la concurrence sur le processus de diffusion des technologies. Ils ont fait l'objet d'analyses théoriques notamment par REINGANUN (1981), FUDENBERG et TIROLE (1985) et QUIRMBACH (1986). L'effet d'ordre existe lorsque le profit de l'adoption est plus important pour les firmes qui sont les toutes premières à adopter la nouvelle technologie (les *first movers*) : cela peut être dû au fait qu'elles sont alors en position de pré-empter les surprofits (FUDENBERG et TIROLE, 1985), de prendre place sur les sites géographiques

Rachel BOCQUET, Olivier BROSSARD

les plus avantageux, ou d'être les premières à avoir accès à une main-d'œuvre qualifiée disponible seulement en quantités limitées (IRELAND et STONEMAN, 1985). L'effet de stock conduit à reconnaître que le bénéfice de l'adoption décroît avec le nombre d'utilisateurs de la nouvelle technologie. Ceci peut provenir de la baisse du prix du produit final consécutive à l'augmentation de l'offre, ou bien aussi de l'augmentation du coût des facteurs de production. Ces deux effets impliquent que la probabilité d'adoption sera d'autant plus élevée que le nombre d'utilisateurs et/ou le stock de la nouvelle technologie déjà installée sont faibles. Cependant, lorsqu'il y a une forte incertitude sur les bénéfices futurs de la nouvelle technologie, ou bien lorsque l'on est confronté à des technologies à effets de réseau, ces prédictions peuvent être totalement inversées.

*Les effets épidémiques* sont liés aux caractéristiques de l'information sur la nouvelle technologie. Ils dépendent fortement de la façon dont se diffuse cette information. Les modèles à effets épidémiques intègrent souvent deux sources d'information : a) une source partagée diffusant des informations générales sur la nouvelle technologie ; b) une source provenant des rencontres entre les adopteurs potentiels et les utilisateurs de la technologie, grâce à laquelle est diffusée une information plus spécifique sur l'usage efficace de la nouvelle technologie (GEROSKI, 2000). La proximité d'une source d'information technologique ou bien l'interaction avec des utilisateurs informés peuvent donc favoriser l'adoption des nouvelles technologies. Cet « effet épidémique » doit être différencié de la notion de diffusion localisée des connaissances que nous introduisons plus bas car il porte seulement sur la diffusion d'informations et non pas de connaissances.

Dans leur théorie de la supermodularité, MILGROM et ROBERTS (1990, 1995) relie la diffusion des TIC à l'émergence de nouveaux modes d'organisation des entreprises caractérisés par des processus de décision plus décentralisés, de fortes incitations à l'amélioration de la qualité, et des relations étroites avec les clients et les fournisseurs. Cela implique que la diffusion des TIC est stimulée par l'adoption de nouvelles pratiques organisationnelles complémentaires. Formellement, la théorie de la supermodularité est basée sur une reformulation de la fonction de production de la firme intégrant, à côté des facteurs traditionnels capital et travail, des inputs constitués de pratiques organisationnelles et stratégiques. Lorsque cette fonction de production élargie est supermodulaire, un choc exogène ayant une influence positive sur l'adoption de la pratique  $y_j$  conduira à l'adoption de toutes les autres pratiques complémentaires, même si ce choc n'a pas d'influence directe sur elles. En conséquence, la supermodularité se traduit par une corrélation des pratiques et des techniques adoptées. Il est dès lors possible d'adopter une stratégie empirique basée sur la révélation des préférences : si les firmes choisissent leurs technologies et leurs pratiques par optimisation, et s'il y a des complémentarités entre ces dernières, l'adoption des TIC devrait être positivement influencée par l'adoption de pratiques organisationnelles et stratégiques complémentaires.

ATHEY et STERN (1998) rappellent que ce type de test pourrait être fragilisé par plusieurs biais. L'un d'entre eux serait dû au fait que les choix technologiques sont souvent simultanés. C'est la raison pour laquelle nous avons collecté, dans le cadre de notre enquête, de l'information concernant plusieurs types de TIC qui peuvent

## Adoption des TIC, proximité et diffusion localisée des connaissances

être utilisées simultanément. Cela nous a permis d'estimer des modèles Probit bivariés et d'évaluer la corrélation conditionnelle entre ces différents outils d'information et de communication. D'autre part, si les sources observables de l'hétérogénéité des firmes en matière d'adoption des TIC ne sont pas incluses dans les régressions, il y aura des biais dus à des variables manquantes. Une forme particulière de ce biais (hautement probable dans le cas de l'adoption des technologies) pourrait se produire si une pratique ou une technologie est omise. En conséquence, si l'on veut traiter ce problème d'endogénéité, il est nécessaire d'introduire des régresseurs représentant les choix de technologies, d'organisation et de stratégie. Pour finir, un traitement complet de l'hétérogénéité nécessiterait une base de données disposant non seulement d'une dimension temporelle, mais aussi d'un ensemble complet de variables de contrôle représentant les facteurs exogènes qui influencent l'adoption des TIC. Lorsque l'on ne dispose pas d'une telle dimension temporelle, la seule stratégie valable consiste à trouver des arguments théoriques solides pour décrire de manière exhaustive les sources de l'hétérogénéité.

Nous pensons que les théories de la diffusion technologique décrites ci-dessus ne fournissent pas encore un panorama assez complet des facteurs susceptibles d'influencer l'adoption des TIC. En effet, elles ne prennent pas en compte le rôle central de la proximité géographique et des effets d'agglomération en tant que vecteurs de la diffusion des connaissances. Les effets épidémiques sont réduits à des externalités informationnelles se propageant entre des firmes « proches », sans que cette notion de proximité soit vraiment précisée. Or, il est important de tenter de préciser à quelle distance se produisent de telles externalités. De même, il est intéressant de savoir quels peuvent être les vecteurs empruntés par ces connaissances circulant entre firmes proches : le terme d'« externalité de connaissance » a tendance à être employé de manière abusive lorsque l'on constate des effets de proximité dont l'origine n'est pas bien identifiée. La littérature récente sur la géographie de l'innovation et les *localized knowledge spillovers* (LKS) donne justement des arguments très utiles pour enrichir les modèles de diffusion technologique.

## 2.2. La diffusion localisée des connaissances et ses effets potentiels sur l'adoption des TIC

Deux types d'arguments permettent de justifier l'idée selon laquelle les mécanismes de diffusion localisée des connaissances pourraient jouer un rôle important dans le processus d'adoption des TIC. Le premier repose sur une critique des approches traditionnelles de la diffusion et insiste sur la complexité du phénomène d'adoption (BOCQUET *et al.*, 2007). D'une part, avant d'investir dans les TIC, les adopteurs potentiels ont en effet besoin d'acquérir de la connaissance sur les technologies disponibles de manière à pouvoir sélectionner les plus profitables. D'autre part, s'il est vrai que les TIC n'exigent pas forcément l'acquisition de savoirs nouveaux à l'échelle de la firme, leur mise en œuvre demeure un processus complexe au plan organisationnel. Un second argument est fourni par les travaux en économie de l'innovation qui accordent un caractère central à l'étude des flux localisés de connaissance. De ce point de vue, il peut être très fructueux d'utiliser les avancées de cette littérature pour les transposer à l'étude des déterminants de



Rachel BOCQUET, Olivier BROSSARD

l'adoption des TIC. Il s'agit alors de voir si les effets de proximité qui influencent l'innovation peuvent aussi avoir un effet sur la diffusion d'une grappe d'innovations particulières, constituée par les différents types de TIC. Notre objectif ici est de mettre en perspective les différents types d'effets de proximité discutés dans cette littérature pour distinguer ce qui, dans le cas de l'adoption des TIC, relèverait d'un pur effet géographique de ce qui proviendrait d'un effet relationnel plus complexe.

Selon la littérature traitant de la géographie de l'innovation, les firmes peuvent acquérir des connaissances moins coûteuses lorsqu'elles se localisent dans le voisinage d'autres firmes ou d'institutions détenant des connaissances transférables. Une manière de caractériser la nature de cet effet de proximité consiste à identifier les différents types d'« externalités de proximité » (TORRE et RALLET, 2005). C'est ainsi que procèdent les travaux se référant au concept de LKS pour lesquels il existe des rendements croissants localisés provenant de deux sortes d'externalités (GRILICHES, 1992). Les premières sont qualifiées de « technologiques » : les firmes utilisant des technologies proches et situées à proximité les unes des autres bénéficieraient de transferts gratuits de connaissances parce que l'information concernant les nouvelles pratiques, les nouveaux outils ou les nouvelles applications auraient tendance à se diffuser entre les firmes (GRILICHES, 1992 ; JAFFE, 1989). Les secondes sont qualifiées de « pécuniaires ». L'agglomération spatiale permet des gains monétaires liés à la disponibilité d'une main-d'œuvre qualifiée, à la qualité des infrastructures, ou encore au soutien des institutions de gouvernance économique locales. Dans ces conditions, les innovations sont produites à un coût plus faible et cela se traduit par des surpluses plus élevés (ANTONELLI, 2000).

BRESCHI et LISSONI (2001) soulignent combien il est difficile de distinguer ces deux formes d'externalités et leurs impacts sur les processus de diffusion des connaissances, en particulier dans les études empiriques. Deux raisons principales expliquent ces difficultés. Tout d'abord, les méthodologies standards<sup>4</sup> ne permettent pas de décider clairement si les choix de localisation sont dus à des différences de dotation en ressources et infrastructures ou bien à de véritables externalités (de connaissance). En effet, il se peut que les flux de connaissance localisés transitent par des interactions marchandes non observées par l'économètre, et il est toujours difficile de séparer les externalités « pécuniaires » des externalités strictement « technologiques » (GEROSKI, 1995). De plus, les études inscrites dans la tradition des *Regional studies* plus directement centrées sur les effets d'agglomération sont confrontées à une difficulté similaire lorsqu'il s'agit de distinguer les externalités marshalliennes des externalités plus spécifiques d'urbanisation. Une stratégie pour contourner ces difficultés pourrait dès lors consister à tenter d'observer de manière plus approfondie les attributs de la connaissance et les canaux de sa diffusion (GEROSKI, 1995). Cette stratégie semblerait d'autant plus pertinente que la diffusion localisée des connaissances est de plus en plus souvent considérée comme étant en relation avec des pratiques stratégiques et organisationnelles spécifiques et qui tendent à en renforcer l'efficacité (ANTONELLI, 2000 ; RALLET et TORRE, 2005). Ainsi, une bonne partie de ce que l'on a longtemps pris pour des fuites involontaires de connaissances pourrait très bien être en fait constituée d'échanges volontaires de savoirs organisés dans le cadre d'interactions locales bien maîtrisées par leurs acteurs.



## Adoption des TIC, proximité et diffusion localisée des connaissances

L'importance des connaissances tacites dans les processus d'innovation a souvent été évoquée comme le facteur principal permettant d'expliquer l'agglomération des activités innovantes. On suppose généralement que le coût de transfert des savoirs fortement contextuels s'accroît avec la distance parce que la transmission se fait mieux dans le cadre d'interactions répétées et en face-à-face (FELDMAN et AUDRESTCH, 1999). En ce sens, la proximité géographique est vue comme une contrainte de co-localisation (HOWELLS, 2002) et « l'existence d'externalités directes de proximité géographique semble être considérée comme une propriété naturelle » (TORRE et RALLET, 2005, p. 52). Toutefois, un nombre croissant de travaux tend à relativiser ce point de vue en soulignant que la dimension tacite n'est pas une propriété naturelle de la connaissance, mais plutôt une caractéristique acquise par l'information échangée à l'intérieur des (ou entre les) organisations. BRESCHI et LESSONI (2001) soulignent que le savoir technologique peut être codifié par l'intermédiaire d'un vocabulaire approprié et qu'il peut ensuite être transmis par l'intermédiaire de messages tacites entre les membres d'une organisation ou d'une communauté. Ceci conduit à faciliter l'interaction entre ses membres car ils partagent les mêmes routines (logique d'appartenance) et les mêmes systèmes de représentations ou croyances (logique de similarité) (RALLET et TORRE, 2005). Le concept de communautés épistémiques à l'intérieur desquelles les membres communiquent en développant un vocabulaire propre au travers d'expériences communes résume bien cette idée (STEINMULLER, 2000). Dans ce contexte, le caractère tacite des messages échangés est, comme le soulignent BRESCHI et LISSONI, plutôt un facteur empêchant l'accès à la connaissance pour ceux qui ne font pas partie de la communauté, même s'ils sont proches géographiquement.

D'autres études montrent que des firmes non agglomérées géographiquement peuvent néanmoins faire des économies en adoptant des méthodes en juste-à-temps ou en recourant à l'externalisation. Elles sont plus à même d'allouer les ressources économisées pour supporter l'effort d'innovation, même si elles sont loin des autres producteurs (SUAREZ-VILLA et WALROD, 1997). En ce sens, la proximité ne doit pas être comprise comme une pure notion géographique, mais aussi comme un concept caractérisant les relations entre organisations. Par exemple, dans les « communautés organisées », il n'y a pas de raison de penser que les acteurs proches géographiquement comprennent mieux les messages des membres de la communauté. Des obligations de réciprocité peuvent forcer les membres de la communauté à refuser les contacts avec des entités se situant en dehors de la communauté. De ce point de vue, le processus de « *learning-by-interacting* »<sup>5</sup> (LUNDVALL, 1988) ne repose pas tant sur la proximité des acteurs que sur leur capacité à créer des représentations communes : le même langage, les mêmes codes et conventions. En bref, le rôle d'un environnement partagé, basé sur des relations interpersonnelles anciennes, et permettant des transferts de connaissances entre firmes distantes est largement souligné dans la littérature.

Un autre point important concerne les flux de connaissances apparemment non maîtrisés qui peuvent être véhiculés par des mécanismes de marché, tels que le marché du travail (circulation des salariés qualifiés) ou bien le « marché du savoir » (échanges de droits de propriété intellectuelle). Certaines études montrent, en effet que, contrairement à ce que l'on a d'abord pensé, la mobilité des salariés ne génère

Rachel BOCQUET, Olivier BROSSARD

pas de pures externalités de connaissance : les salariés très qualifiés ont en fait tendance à *vendre* leurs connaissances avec leurs compétences. En ce sens, le savoir technologique reste principalement un bien privé (ZUCHER *et al.*, 1998<sub>b</sub> ; ZUCKER *et al.*, 1998<sub>a</sub>). D'autres études utilisant l'approche par les fonctions de production d'innovation ou les comptages de citations de brevets concluent que les flux de connaissance en provenance des universités et centres de recherche proches ne sont pas de pures externalités : ils sont médiatisés par des programmes de formation, des services de consultance et des contrats d'échange de connaissances qui sont plutôt des arrangements de marché dans lesquelles les connaissances échangées sont loin d'être gratuites (MANSFIELD, 1995).

Finalement, si nous voulons mieux comprendre l'influence des flux localisés de connaissance sur la diffusion des TIC, nous avons besoin d'études empiriques qui distinguent les différents canaux de transmission de ces flux entre firmes proches. Nos données nous permettent de faire une contribution dans cette direction, en tentant de répondre aux trois questions suivantes : 1) L'adoption d'une TIC spécifique est-elle stimulée par la présence d'entreprises proches et ayant adopté la même TIC ? 2) Si c'est le cas, est-ce dû à des externalités de connaissance plutôt qu'à des phénomènes d'apprentissage médiatisés par des marchés ? 3) Est-ce que les firmes apprennent simplement du fait qu'elles sont proches géographiquement ou bien leur faut-il une sorte de proximité plus profonde telle que la proximité épistémique discutée plus haut ?

Il convient ici de relativiser par avance la portée des résultats présentés plus loin dans la partie empirique. Nous obtenons des effets de proximité significatifs, mais cela ne signifie certainement pas que d'autres effets de diffusion de la connaissance opérant à *distance* ne sont pas présents. En effet, dans le cas des TIC étudiées, à savoir les EDI, les ERP et les sites Web, de nombreux *vecteurs de diffusion non localisée des connaissances* existent : les organisations professionnelles édictant des normes de codification pour les EDI ; des grands cabinets de consultants spécialisés pour les ERP ; les compétences internes où les sociétés de service informatique pour les sites Web<sup>6</sup>. Cependant, il est possible que les nouvelles normes de codification des données soient transmises par des antennes locales des organisations professionnelles. De même, pour les PME de Haute Savoie que nous étudions, les consultants sollicités ne sont pas forcément issus des grands cabinets dont le siège est éloigné de l'entreprise : il s'agit très souvent au contraire de sociétés de conseils, notamment en organisation et en informatique, situées à proximité. Dans le cas de la mise en place des ERP et des sites Web, les enseignants-chercheurs et étudiants en gestion et en informatique issues des écoles et universités proches sont très souvent sollicités. Enfin, il existe de nombreux organismes de développement local qui jouent un rôle de médiation très important dans la diffusion de ces technologies parce qu'ils sont explicitement chargés de favoriser la diffusion des TIC. Tous ces éléments pourraient expliquer pourquoi nous trouvons que les effets de proximité ont une influence statistiquement significative sur l'adoption des TIC par les PME de Haute-Savoie.

Adoption des TIC, proximité et diffusion localisée des connaissances

- 3 -

## La littérature empirique

Dans cette section, nous présentons une sélection d'études empiriques récentes qui traitent des déterminants traditionnels de la diffusion des TIC, puis nous nous concentrons plus spécifiquement sur les études qui tentent d'enrichir les équations d'adoption avec des effets de diffusion localisée des connaissances.

### 3.1. Les équations d'adoption sans effet de diffusion localisée des connaissances

Les effets de rang ont été détectés à de nombreuses reprises, mais ils semblent agir dans un sens qui n'est pas toujours clair. Par exemple, HANNAN et Mc DOWEL (1984, 1987) ont obtenu une corrélation positive entre le degré de concentration du marché et la probabilité d'adoption des distributeurs automatiques. De la même manière, Karshenas et STONEMAN (1993) ont obtenu un impact positif significatif de la taille des firmes sur la probabilité d'adopter des machines à commande numérique dans l'industrie britannique. Cependant, ils n'ont pas obtenu d'effet significatif de la concentration du marché. L'effet de la concentration et de la part de marché a même un impact négatif dans l'étude de Levin et al. (1987) portant sur l'adoption des scanners optiques dans les épiceries aux États-Unis. De la même manière, le statut capitalistique de la firme a un effet ambigu, non significatif dans l'étude de KARSHENAS et STONEMAN (1993), positif et significatif dans celle de HANNAN et MC DOWEL (1984).

Qu'en est-il des effets de stock-ordre et des effets épidémiques ?

La variable utilisée par KASHERNAS et STONEMAN (1993) pour capturer l'effet de stock est le nombre de détenteurs de la technologie à la date  $t-1$  au sein du secteur auquel appartient la firme. Ils mesurent par ailleurs l'effet d'ordre en calculant l'espérance de la variation du nombre d'adopteurs. Comme ils utilisent un modèle de durée, l'effet épidémique est quant à lui mesuré par l'effet du temps dans la fonction de hasard de base. Les auteurs n'obtiennent pas l'effet de stock négatif attendu, sans doute parce que l'effet épidémique le domine. Ils n'obtiennent pas non plus d'effet d'ordre positif. Seul l'effet épidémique est significatif et de sens attendu. C'est aussi le cas dans l'étude de BARTOLONI et BAUSSOLA (2001) sur l'industrie manufacturière italienne où il est mesuré beaucoup plus simplement par le nombre d'adopteurs courants. De manière similaire, en utilisant un panel composé de 438 usines métallurgiques italiennes observées entre 1970 et 1996, BATTISTI *et al.* (2004) montrent que les premiers adopteurs de logiciels de conception informatisée bénéficient de profits plus élevés que les adopteurs plus tardifs (effet d'ordre) et qu'il se produit aussi un effet de contagion lié au nombre croissant d'utilisateurs de ces technologies (effet épidémique). Cet effet épidémique ne fonctionne pas, dans leur échantillon, lorsqu'il s'agit de la diffusion non pas d'une technologie mais d'une pratique organisationnelle (la mise en place d'équipes de conception mobilisant clients et fournisseurs).

Rachel BOCQUET, Olivier BROSSARD

CANEPA et STONEMAN (2004) proposent une comparaison internationale des dynamiques de diffusion des nouvelles technologies de production et indiquent que, dans la plupart des pays étudiés, les deux déterminants principaux de l'adoption sont les effets de rang et les effets épidémiques. De la même façon, HOLLENSTEIN (2004) utilise un modèle probit ordonné pour estimer des équations d'adoption des TIC sur un échantillon d'entreprises suisses, et obtient, là encore, un impact significatif des effets de rang et de l'effet épidémique.

Nous pouvons maintenant proposer une brève synthèse des études empiriques de la dynamique de diffusion technologique qui prennent explicitement en compte l'hypothèse de complémentarité de MILGROM et ROBERTS. La plupart du temps, il s'agit d'étudier l'impact sur la productivité de l'adoption jointe de nouvelles technologies et de nouvelles pratiques organisationnelles. Lorsqu'il y a complémentarité entre ces technologies et ces pratiques, on peut en déduire que la diffusion des technologies s'explique par la diffusion des nouvelles pratiques organisationnelles (et inversement).

Une des toutes premières études du genre a été menée par ARORA et GAMBARDELLA (1990) à partir d'un échantillon de 81 firmes de l'industrie chimique et pharmaceutique situées aux États-Unis, en Europe et au Japon. Leur étude a mis en évidence l'existence d'une complémentarité entre les différentes pratiques de partenariat externe. Cependant, le nombre trop réduit de variables de contrôle de cette étude (effets taille ; *dummies* de pays ; approximation du stock de connaissances internes) ne permettait pas de traiter correctement le biais d'hétérogénéité propre à ce type de test. STONEMAN et KWON (1994) ont quant à eux approfondi les résultats de KARSHENAS et STONEMAN (1993) en montrant que la décision d'adopter dépend des effets de complémentarité entre technologies. Ils ont ainsi montré que les caractéristiques et le processus de diffusion d'une technologie particulière peuvent avoir un impact important sur la diffusion d'une autre technologie.

ICHNIOWSKI, SHAW et PRENNUSHI (1997) ont étudié l'effet des nouvelles pratiques de gestion des ressources humaines dans des équations de productivité appliquées à un panel de 36 chaînes de production d'acier américaines, avec un total de 2190 observations mensuelles de la productivité de ces chaînes. Ils montrent que ces nouvelles pratiques ont tendance à s'agglomérer au sein des mêmes firmes et qu'elles ont alors un impact positif sur la productivité. Leurs résultats sont particulièrement robustes car ils utilisent des modèles à effets fixes les autorisant à prendre en compte l'hétérogénéité inobservable des chaînes de production. De plus, ils s'appuient sur une mesure étroite de la productivité – le rapport entre le temps de fonctionnement normal de la chaîne et le temps de fonctionnement prévu – de sorte que les facteurs susceptibles d'expliquer les différences de productivité des chaînes de production peuvent être identifiés de manière quasi exhaustive.

Dans le même esprit, GREENAN et GUELLEC (1998) montrent que, dans l'industrie manufacturière française, un indicateur synthétique de l'intensité des flux de communication entre les postes de travail a un effet positif sur la productivité des entreprises. Ils trouvent aussi que cette productivité est positivement influencée par

Adoption des TIC, proximité et diffusion localisée des connaissances

un effet de complémentarité entre les innovations organisationnelles et les innovations technologiques. De la même façon, un nombre important de travaux français basés sur l'exploitation de la très riche enquête COI<sup>7</sup> a obtenu des résultats intéressants sur l'adoption des TIC et le changement organisationnel<sup>8</sup>.

BRESNAHAN *et al.* (2002) ont testé l'effet sur la productivité de deux variables de complémentarité : a) un terme d'interaction entre le stock d'ordinateurs et le stock de capital humain ; b) un terme d'interaction entre ce même stock d'ordinateurs et une mesure de la décentralisation des prises de décision sur le lieu de travail. Ces deux variables ont un impact positif significatif sur la productivité individuelle des entreprises US entre 1987 and 1994. Il semble donc y avoir une complémentarité entre l'informatisation, la décentralisation des décisions et une utilisation plus forte de la main-d'œuvre qualifiée<sup>9</sup>. GREYTON *et al.* (2004) fournissent des résultats similaires dans une étude sur la croissance de la productivité en Australie. Pour finir, dans un travail très innovant, HOLLENSTEIN (2004) teste la possibilité d'une causalité inverse selon laquelle les pratiques organisationnelles nouvelles seraient adoptées parce que les TIC l'ont été. Cette hypothèse est vérifiée dans le cadre des entreprises suisses étudiées mais il montre que les pratiques organisationnelles mettent plus de temps à s'ajuster que l'équipement en TIC.

### 3.2. Les tests empiriques intégrant des effets de proximité

Les analyses empiriques des déterminants de l'adoption des TIC ont tenté depuis peu d'introduire des variables assimilables à des effets de proximité. Il en était déjà ainsi des premières études se concentrant sur l'effet épidémique et montrant que la présence de détenteurs de TIC dans le voisinage d'une entreprise augmente la probabilité qu'elle adopte elle-même des TIC. Les études plus récentes ont réaffirmé ce résultat (par exemple, HOLLENSTEIN, 2004). Cela suggère que l'agglomération des firmes favorise la diffusion des nouvelles technologies, mais les variables mesurant les effets épidémiques sont trop grossières pour que l'on soit sûr qu'il s'agit là d'un pur effet de proximité géographique. En effet, le nombre de détenteurs de TIC dans le voisinage peut aussi être le reflet de l'intensité de la concurrence dans la zone considérée. Cette confusion est souvent renforcée par l'agglomération sectorielle des activités qui implique que les firmes proches géographiquement sont des concurrents directs appartenant aux mêmes secteurs. En conséquence, savoir si l'adoption est stimulée par l'information et la connaissance sur les TIC générées localement ou bien par la présence de concurrents équipés reste une question à trancher. De plus, la proximité géographique ne saurait contribuer à la diffusion de la connaissance simplement en l'essaimant dans l'atmosphère locale. Il doit y avoir des *vecteurs* permettant cette diffusion localisée des connaissances, c'est-à-dire des réseaux locaux, des interactions locales entre détenteurs des technologies nouvelles et adopteurs potentiels. C'est pourquoi quelques études plus récentes ont essayé d'intégrer des mesures plus précises de l'influence de la localisation des firmes sur l'adoption des nouvelles technologies.

Rachel BOCQUET, Olivier BROSSARD

BATTISTI *et al.* (2004) montrent ainsi que la mise en place de pratiques de co-conception requiert des efforts coordonnés de la part des clients et des fournisseurs, ceci pouvant conduire à retarder l'adoption. Selon eux, l'imitation des innovations organisationnelles est difficile parce que les savoir-faire nécessaires sont tacites et encastés dans les organisations. Au-delà, ils mesurent l'effet des économies d'agglomération sur l'adoption des TIC. La variable retenue correspond à l'indice de développement économique des provinces dans lesquelles sont localisées les firmes. Ils confirment l'impact significatif des économies d'agglomération tant sur l'adoption des logiciels de conception (CAD) que sur les pratiques de co-conception (JOD).

GALLIANO et ROUX (2003) proposent un modèle de l'adoption des TIC centré sur les déterminants spatiaux et organisationnels. Elles montrent l'impact positif de la codification des connaissances et de l'existence de pratiques organisationnelles formalisées sur l'adoption des TIC. Ceci est vérifié à la fois pour les pratiques relatives aux relations internes et externes. Parmi les déterminants spatiaux, la localisation des firmes dans des aires périurbaines a un impact positif sur l'adoption des TIC, ce qui est interprété par les auteurs comme un effet d'agglomération. Dans un travail plus récent encore, GALLIANO et ROUX (2007) montrent que la dispersion organisationnelle et géographique des firmes exerce un impact sur l'intensité d'usage des TIC.

FORMAN *et al.* (2005) testent quant à eux l'idée selon laquelle l'adoption d'Internet est plus probable dans les aires rurales parce qu'elle permet de compenser partiellement l'absence des externalités d'agglomération positives. Néanmoins, ces auteurs montrent aussi que les technologies de type Intranet sont plus utilisées dans les aires urbaines.

Ces quelques études décrites dans les sections 2.1. et 2.2. ont été conduites sur des échantillons de grande taille qui les rendent fiables, mais aucune ne tente une approche véritablement exhaustive de l'ensemble des facteurs pouvant influencer l'adoption des TIC. Le risque de subir un biais lié à l'hétérogénéité inobservée est donc grand. Parallèlement, les équations d'adoption traditionnelles intègrent les effets de diffusion (rang, stock-ordre et épidémiques) ainsi que les effets de complémentarité liés aux pratiques stratégiques et organisationnelles. Toutefois, elles n'intègrent pas les effets de diffusion localisée des connaissances et en disent trop peu sur la nature des processus de diffusion de la connaissance qui résultent d'un simple effet de contagion mimétique. L'étude empirique que nous proposons a pour originalité d'introduire des variables inspirées de ce questionnement dans des équations d'adoption traditionnelles appliquées aux TIC. En particulier, nous centrons notre test empirique sur deux points qui font controverse dans l'analyse des processus de diffusion localisée des connaissances : 1) Tout d'abord, nous essayons d'évaluer si le traditionnel effet épidémique révèle des *spillovers* non maîtrisés de connaissances ou bien s'il ne s'agit pas plutôt d'un apprentissage localisé passant par des processus de marché ; 2) Ensuite, nous évaluons si l'influence de la proximité dans le processus de diffusion localisée des connaissances est due à un effet géographique simple (proximité géographique) ou bien s'il ne s'agit pas plutôt d'un



Adoption des TIC, proximité et diffusion localisée des connaissances

effet combinant proximité géographique et proximité relationnelle (de type proximité épistémique ou organisée par exemple).

- 4 -

## Données et modèle empirique

### 4.1. Données

Le test empirique est basé sur des données d'entreprises issues d'une enquête par questionnaire conduite en 2002<sup>10</sup>. Nous avons également construit une matrice de distances (en temps de trajet) à l'aide du site internet Michelin<sup>11</sup>. Cette matrice représente le temps de trajet routier nécessaire pour se rendre d'un établissement de notre échantillon à un autre. Le questionnaire a fait l'objet d'un pré-test auprès de dirigeants d'entreprise pour clarifier certaines questions et identifier les possibles biais de réponse liés à des problèmes de formulation. Notons toutefois, que le biais managérial n'a pas pu être totalement contrôlé en l'absence d'un questionnaire à destination des salariés. Les questionnaires ont été envoyés à l'établissement principal ou à la direction<sup>12</sup> de chaque entreprise de plus de 50 salariés localisée dans le département français de la Haute-Savoie (458 établissements). L'unité d'observation retenue est l'établissement<sup>13</sup>, ce qui implique la présence d'établissements de moins de 50 salariés bien que nous ayons interrogé uniquement des entreprises de plus de 50 salariés. Les répondants étaient les dirigeants des établissements. En raison de leur position hiérarchique, ils étaient les plus à même à décrire l'équipement en TIC ainsi que les orientations stratégiques et organisationnelles de l'entreprise. Ces dirigeants ont également été amenés à préciser les caractéristiques de leur entreprise, la nature de leur environnement concurrentiel et les principaux motifs associés à leur décision d'adoption des TIC. La plupart des variables concerne l'année 2002 et la période antérieure.

Nous avons finalement obtenu 136 questionnaires exploitables. La population mère comprend 458 établissements (entreprises) répartis en 4 secteurs d'activité (industrie, commerce, service et construction) et en 4 classes d'effectifs (moins de 50 salariés, de 50 à 99 salariés, de 100 à 199 salariés, 200 salariés et plus). Comme le montre le tableau 1 en annexe, l'échantillon est représentatif des établissements localisés en Haute-Savoie. Si nous comparons maintenant la structure de l'échantillon à la population des entreprises françaises de plus de 50 salariés<sup>14</sup> (Tableau 2 en annexe), elle est conforme en termes d'effectif mais diffère selon les secteurs d'activité. Nous observons en effet une surreprésentation du secteur industriel dans notre échantillon. Celle-ci est logiquement expliquée par la spécialisation du département étudié autour de la mécanique industrielle et du décolletage.

En ce qui concerne les taux d'adoption à l'échelle départementale, nous constatons qu'ils sont très proches de ceux observés en France. Ils sont, dans la plupart des cas, légèrement supérieurs à la moyenne nationale à l'exception de l'EDI et des outils de veille (Cf. Tableau 3 en annexe). La nature du tissu industriel peut fournir un premier élément d'explication à cette observation. Il est en effet composé d'une



Rachel BOCQUET, Olivier BROSSARD

majorité d'entreprises opérant dans des activités à forte valeur ajoutée, fortement internationalisées et affichant de bonnes performances en matière d'innovation. Un autre argument concerne la proximité de la Suisse, nation qui se situe clairement au-dessus des autres nations européennes en matière d'adoption technologique (HOLLENSTEIN, 2004). Cette proximité a probablement contribué à accélérer le processus de diffusion en Haute-Savoie. On regrette de ne pas pouvoir mener la comparaison avec d'autres nations en l'absence d'indicateurs conformes à notre menu de TIC. À titre d'exemple, la comparaison internationale menée par CANEPA et STONEMAN (2004) ne concerne que la diffusion des AMT entre 1997 et 1998. De même, l'enquête 2002 de l'OCDE ne nous fournit pas des indicateurs comparables. À l'avenir, la publication des résultats de la nouvelle enquête COI (2006) permettra sans doute des comparaisons systématiques au regard des nombreux changements introduits dans la version 2006 (tels que la révision du menu des TIC, l'intégration d'indicateurs TIC normalisés à l'échelle européenne ainsi que l'introduction de nouveaux secteurs d'activité).

## 4.2. Le modèle empirique

Définissons  $\Pi_j^t$  comme le profit net pour une firme  $t$  d'adopter une Technologie de l'Information et de la Communication  $j$  choisie parmi  $J$  technologies disponibles.

Notons :

$$\Pi_j^t = \pi(\gamma_j^{1,t}) - \pi(\gamma_j^{0,t}) \quad (1)$$

où  $\pi(\gamma_j^{1,t})$  est le profit net associé à l'adoption de la TIC  $j$  et  $\pi(\gamma_j^{0,t})$  est le profit net lorsque la TIC  $j$  n'est pas adoptée.

Comme les fonctions de profit ne sont pas observables,  $\Pi_j^t$  est une variable latente. Nous observons seulement :

$$\begin{cases} \gamma_j^t = 1 \\ \gamma_j^t = 0 \end{cases} \quad \text{si} \quad \begin{cases} \Pi_j^t > 0 \\ \Pi_j^t \leq 0 \end{cases} \quad (2)$$

Selon la littérature théorique et empirique (Cf. partie 2), l'adoption technologique dépend d'une large variété de facteurs observables. À ce titre, nous devons dresser la liste exhaustive de toutes les variables associées pour pouvoir mener une analyse *ceteris paribus* et éviter tout biais dû à des variables omises. Nous pourrions dès lors tester l'impact de nos variables de proximité dans un ensemble où les traditionnels effets de diffusion auront été contrôlés (effets de rang, de stock-ordre) et où l'influence des orientations stratégiques et organisationnelles a bien été introduite.

Ainsi, la probabilité d'adopter la  $j^{\text{ème}}$  TIC peut prendre la forme suivante :

$$P(\gamma_j^t = 1) = F(\alpha + \beta'_R X_R^t + \beta'_{SO} X_{SO}^t + \beta'_S X_S^t + \beta'_O X_O^t + \beta'_P X_P^t + \varepsilon_t) \quad (3)$$

où  $F$  est la fonction de répartition d'une loi de probabilité continue définie sur  $[0 ; 1]$  et :

Adoption des TIC, proximité et diffusion localisée des connaissances

$X_R$ ,  $X_{SO}$ ,  $X_S$  et  $X_O$  sont les variables de contrôle :

$X_R$  définit les effets de rang

$X_{SO}$  représente les effets de stock-ordre

$X_S$  représente l'information relative aux stratégies des firmes

$X_O$  est un vecteur des pratiques organisationnelles présentes dans la firme

$X_P$  capture les effets de proximité

$\varepsilon$  est le terme d'erreur considéré comme normalement distribué

Toutefois, l'équation (3) ne devrait pas conduire à une estimation parfaitement appropriée. En effet, la théorie de la supermodularité prédit que les pratiques organisationnelles forment un système où le bénéfice d'une pratique est renforcé par la présence d'autres pratiques. Ceci a une conséquence importante : la combinaison d'une seule pratique organisationnelle avec la  $j^{\text{ème}}$  TIC pourrait ne pas être profitable alors que la combinaison de  $j$  avec cette pratique organisationnelle et une autre pourrait générer des gains d'efficacité. ATHEY and STERN (1998) ont d'ailleurs bien montré que la non prise en compte de tels effets croisés conduirait à d'importants biais dans les estimations. Pour résoudre ce problème, nous avons introduit les pratiques organisationnelles dans l'équation (3) dans un vecteur d'effets croisés noté  $V$ . Nous testons la forme la plus simple de complémentarités multiples en faisant interagir les pratiques organisationnelles par paires <sup>15</sup>.

L'équation d'adoption technologique devient alors :

$$P(y_j^t = 1) = F(\alpha + \beta'_R X_R^t + \beta'_{SO} X_{SO}^t + \beta'_S X_S^t + \delta' V^t + \beta'_P X_P^t + \varepsilon_t) \quad (4)$$

Des effets croisés pourraient également se produire entre les choix stratégiques des firmes. Par exemple, une stratégie basée sur la recherche « d'économies de variété plutôt que des économies d'échelle » devrait être plus cohérente (et profitable) si elle est associée avec des techniques marketing de segmentation (et non du marketing de masse) ou encore avec n'importe quelle autre pratique basée sur une plus grande proximité avec les clients. Encore une fois, en raison du trop faible nombre d'observations, nous avons décidé de ne pas tester ces effets en introduisant toutes les variables stratégiques croisées dans les régressions. Au lieu de cela, nous avons construit des combinaisons cohérentes de pratiques (c'est-à-dire des classes de pratiques stratégiques statistiquement significatives, définies dans la section 4.4) et nous les avons introduites dans les régressions (vecteur  $X_S$ ).

Toutefois, l'équation (4) souffre d'une autre restriction : elle exige que toutes les technologies soient indépendantes. Cette hypothèse est abusive au regard des arguments issus de la théorie de la complémentarité. Comme le montrent STONE-MAN et KWON (1994), la complémentarité concerne d'abord les technologies elles-mêmes. Les caractéristiques et le processus de diffusion d'une technologie particulière peuvent avoir un impact important sur la diffusion d'une autre technologie.

Rachel BOCQUET, Olivier BROSSARD

Le tableau 1 montre d'ailleurs que nos répondants ont adopté une combinaison de technologies plutôt qu'une seule technologie. Cette observation doit être prise en compte pour conduire les estimations. Ainsi, au lieu d'estimer l'adoption de chaque type de technologie, indépendamment des autres, nous avons estimé des systèmes d'équations. Pour deux TIC,  $j$  et  $k$ , nous avons :

$$\begin{cases} P(\gamma_j^t=1)=\lambda_j'W_j^t+\varepsilon_j^t \\ P(\gamma_k^t=1)=\lambda_k'W_k^t+\varepsilon_k^t \end{cases} \quad (5)$$

où  $W$  représente le vecteur des variables associées,  $\varepsilon_j$  et  $\varepsilon_k$  sont les termes d'erreur qui suivent une distribution bivariée normale de moyenne zéro et de variance unitaire, et  $\rho$  est le coefficient de corrélation.

Ce système peut être étendu si l'adoption concerne plus de deux TIC. C'est le cas dans notre échantillon dans la mesure où les entreprises peuvent adopter des outils EDI, des sites internet dédiés aux clients (INTC), ou des progiciels de gestion (ERP). Nous pourrions ainsi privilégier une modélisation trivariée. Toutefois, comme le montre le tableau 1, si toutes les combinaisons de ces trois technologies sont bien représentées dans notre échantillon, le nombre d'observations relatif à certaines combinaisons de TIC est trop faible. Dans notre cas, nous sommes contraints de renoncer à l'analyse trivariée en raison des problèmes de convergence qu'elle impliquerait dans l'analyse économétrique. Dès lors, nous avons fait le choix d'une analyse bivariée. Cette procédure présente l'avantage d'être plus flexible que les premières (équation (4)). Elle permet de prendre en compte la grande hétérogénéité des variables associées et la complexité des complémentarités potentielles entre les TIC et les pratiques organisationnelles. Elle permet également de tester si les décisions d'adopter certains types de TIC sont corrélées par paires. Ceci peut être fait par un simple test de corrélation (coefficient  $\rho$ ) : si  $\rho$  est statistiquement différent de zéro, les adoptions de TIC ne sont pas indépendantes et ne peuvent pas être estimées séparément.

L'estimation de l'équation (5) exige la technique du maximum de vraisemblance. La section suivante définit les variables dépendantes  $\gamma^t$  et les variables associées  $W^t$  introduites dans les régressions (Voir le tableau A5 en annexe pour la présentation des variables mobilisées).

### 4.3. Mesures : les variables dépendantes

Nos données d'enquête décrivent plusieurs TIC par les entreprises. Nous avons demandé à nos répondants si leur entreprise disposait d'un accès à Internet ; d'un réseau Intranet ; d'un réseau Extranet, d'un réseau local (LAN) ; d'un système d'échanges de données informatisées (EDI) ; d'un progiciel de gestion (ERP) ; d'un logiciel de veille ; d'un site Internet dédié aux clients et aux fournisseurs (INTC). Certaines de ces technologies sont présentes dans la plupart des entreprises. C'est le cas de l'accès à Internet, du réseau local LAN, de l'Intranet ou de l'Extranet. D'autres, au contraire, font figure d'exception dans notre échantillon (logiciel de veille). Dans ce cas, leur probabilité d'adoption ne peut être correctement estimée. C'est pourquoi, nous avons décidé de centrer notre étude sur l'adoption des systèmes EDI, des

Adoption des TIC, proximité et diffusion localisée des connaissances

progiciels de gestion et des sites internet dédiés aux clients et aux fournisseurs. Ces variables sont respectivement désignées par EDI, ERP et INTC. Leur valeur est de 0 si la technologie n'est pas présente dans l'entreprise et de 1 si elle est présente dans l'entreprise au moment de l'enquête. Le tableau 1 montre clairement que, pour ces trois technologies, l'adoption multiple est un phénomène fréquent.

**Tableau 1 : tableau croisé de l'adoption des différentes TIC**

	ERP = 0		ERP = 1	
	INTC = 0	INTC = 1	INTC = 0	INTC = 1
EDI = 0	13	15	12	27
EDI = 1	7	17	11	27

NB : Chaque cellule donne le nombre de firmes qui correspond au cas étudié : par exemple, 13 entreprises n'ont pas adopté d'ERP, ni d'INTC, ni d'EDI.

On observe que seulement 47 entreprises sur les 129 qui composent notre échantillon n'ont adopté aucune technologie ou une seule technologie. Les autres ont adopté au moins deux technologies parmi les trois étudiées. Cette observation confirme la pertinence d'une approche multivariée pour mener le test empirique.

#### 4.4. Mesures : les variables indépendantes

*L'effet de rang.* Les deux variables traditionnelles pour mesurer l'effet de rang ont été introduites. INDEP prend la valeur 1 si l'établissement interrogé est indépendant et 0 dans le cas contraire, s'il appartient à un groupe. EFFS est un indicateur de taille et désigne le nombre d'employés de l'établissement (Annexe 4).

*L'effet stock-ordre.* Comme nous l'avons déjà souligné dans la section I, il est difficile de distinguer empiriquement les effets de stock et d'ordre. Une mesure satisfaisante exigerait de l'information sur le *timing* de l'adoption technologique. En l'absence d'une telle information, nous avons créé une variable qui ne différencie pas les deux effets. Pour chaque type de TIC (EDI, ERP and INTC) et pour chaque firme de notre échantillon, nous avons calculé le pourcentage d'entreprises qui ont adopté les mêmes technologies parmi l'ensemble des entreprises opérant dans le même secteur d'activité. Ces pourcentages sont respectivement notés MSEDI, MSERP and MSINTC.

*Les dispositifs organisationnels.* Notre questionnaire nous a permis de décrire les principaux dispositifs organisationnels adoptés par les entreprises visant à : a) formaliser les relations avec les clients et les fournisseurs ; b) créer des incitations pour motiver les salariés ; c) introduire des processus de décision décentralisés. Il s'agit là des trois types de dispositifs organisationnels considérés comme essentiels dans la théorie de la supermodularité. Les trois variables CCCF, INCITA and DECENTR correspondent ainsi aux dispositifs organisationnels présents dans les entreprises étudiées (Cf. Annexe 4). Nous les avons introduites sous la forme de variables croisées par paires. Nous avons testé toutes les combinaisons possibles

Rachel BOCQUET, Olivier BROSSARD

entre ces trois variables. A titre d'exemple, la variable DECENTR  $\times$  INCITA est égale à 1 si l'entreprise a au moins un dispositif favorisant la décentralisation du processus de décision *et* un dispositif encourageant la motivation des salariés.

*Les stratégies.* La construction de variables stratégiques à partir de données déclaratives peut s'avérer délicate. Nous avons donc choisi d'exploiter deux séries de questions. La première concerne les motivations associées à la décision d'adoption : « *lors de votre dernier investissement en TIC, évaluez l'importance de chacun des motifs suivants* <sup>16</sup> ? » La seconde est relative aux usages des TIC dans l'entreprise. Nous savons si l'entreprise a eu recours à des prestataires pour atteindre une bonne maîtrise de la nouvelle technologie et si elle partage ses technologies avec des partenaires internes et/ou externes. De même, nous sommes capables d'identifier si l'entreprise exerce un contrôle de l'usage des TIC par les salariés. Compte tenu du grand nombre d'items relatifs à ces questions, nous n'avons pas testé directement les effets croisés de toutes les combinaisons possibles dans les régressions. Nous avons conduit deux analyses en composante principale <sup>17</sup>. Puis nous avons effectué une classification non hiérarchique basée sur les scores factoriels pour classer nos 136 entreprises. Le nombre optimal de classes a été déterminé selon les trois critères usuels : (1) la minimisation du rapport variance intra-classes/variance inter-classes (test de Fisher) ; (2) le nombre de firmes dans chaque classe, et (3) la pertinence des classes identifiées au regard de l'interprétation économique. Trois classes d'entreprises ont pu ainsi être déterminées. La première classe regroupe les entreprises qui n'ont ni priorité stratégique, ni motivation associée à l'investissement en TIC. Elles ne partagent pas leur équipement en TIC avec des partenaires. Elles ne font pas non plus appel à des prestataires pour l'installation, l'usage ou la maintenance de leurs outils technologiques. Aucun contrôle n'est opéré sur les salariés. Cette classe représente 40 % des entreprises frappées d'inertie stratégique. La seconde classe représente quant à elle un peu plus de 40 % des entreprises. Leur principal objectif associé à l'adoption des TIC est d'améliorer leur capacité d'apprentissage et de coordination comme en témoignent les principaux motifs évoqués : valorisation de l'image de l'entreprise, gains de parts de marché, meilleure communication interne, meilleure coordination avec les partenaires externes, mise aux normes de la profession, acquisition de nouveaux savoirs, accroissement de la motivation des salariés et introduction de nouveaux modes de management. Elles ne contrôlent pas les usages des TIC par les salariés. La dernière classe comprend 20 % des entreprises qui déclarent avoir pour principal objectif la réduction des coûts, des délais et des stocks. Comme attendu, elles contrôlent les usages des TIC par les salariés dans une perspective de minimisation des coûts. Nous avons finalement créé trois variables muettes, COMP0, COMP1, COMP2, pour décrire l'appartenance des entreprises à ces trois classes.

*Les effets de proximité.* Dans les équations d'adoption, l'effet de diffusion localisée des connaissances est traditionnellement assimilé à l'effet épidémique (Cf. section II). Il s'agit dès lors de mesurer le taux d'adoption de l'entreprise dans un voisinage donné. Son impact est généralement positif sur les probabilités d'adoption des technologies. Toutefois, l'étude d'un tel effet souffre souvent d'une définition trop large de la notion de « voisinage ». Force est de constater que des entreprises relativement éloignées sont la plupart du temps assimilées à des entreprises

Adoption des TIC, proximité et diffusion localisée des connaissances

voisines. De plus, le taux d'équipement est une variable proxy relativement imparfaite de l'effet épidémique dès lors qu'elle n'intègre pas l'impact (négatif) des voisins non adopteurs. En outre, l'utilisation de zones administratives comme définition du voisinage conduit le plus souvent à des effets de bord dus au fait que les observations situées de part et d'autre des frontières administratives sont considérées comme éloignées alors qu'elles sont en fait proches. Ce n'est pas le cas lorsque l'on utilise des matrices de distance.

Comme nous avons construit une matrice de distances entre nos répondants, nous avons pu comptabiliser précisément le nombre d'établissements qui ont adopté (ou non) une technologie donnée, dans une zone de distance géographique donnée autour de chaque établissement de notre échantillon. Soucieux de mobiliser une définition réaliste de la proximité géographique, nous avons décidé de définir la « zone de proximité » sur la base d'un cercle représentant un trajet de 15 minutes en voiture autour de l'entreprise considérée<sup>18</sup>. Ce seuil de 15 minutes est le plus raisonnable pour un département de la taille de la Haute-Savoie. Il correspond en effet à une distance kilométrique de 15 à 30 kilomètres selon le type de route. Or la répartition géographique des activités en Haute-Savoie est organisée en 4 grands bassins économiques : le Chablais (Thonon-les-Bains) ; la vallée de l'Arve (Cluses/Scionzier) ; le Genevois (Archamps) ; et le bassin annécien. Il y a donc d'emblée une concentration géographique des activités avec en outre des spécialisations sectorielles marquées dans certaines zones (par exemple décolletage/mécatronique dans la Vallée de l'Arve). Nous avons calculé la matrice des distances entre les centres économiques de ces 4 zones. Cela donne une idée des distances-temps pertinentes pour éviter un chevauchement des zones de proximité décrites dans le tableau 2 ci-dessous :

**Tableau 2 : Les distances-temps entre les quatre zones de proximité**

	<b>Chablais (Thonon)</b>	<b>Arve (Scionzier)</b>	<b>Bassin annécien (Annecy)</b>	<b>Genevois (Archamps)</b>
<b>Chablais (Thonon)</b>	0	1h02	1h14	51mn
<b>Arve (Scionzier)</b>		0	43mn	30mn
<b>Bassin annécien (Annecy)</b>			0	35mn
<b>Genevois (Archamps)</b>				0

On constate ainsi que le choix d'un critère de 30mn ou au delà conduirait à considérer que des entreprises de la vallée de l'Arve et du Genevois appartiennent à la même zone de proximité. Or il s'agit bien là de clusters d'activité bien distincts.

La variable de proximité technologique  $PROXITECH_{j,t}$  est alors définie comme suit : nous avons compté le nombre d'entreprises localisées à moins de 15 minutes autour de l'entreprise  $t$  et ayant fait le même choix concernant la TIC  $j$ <sup>19</sup>. Nous avons alors divisé le chiffre obtenu par le nombre d'entreprises localisées dans le cercle de

Rachel BOCQUET, Olivier BROSSARD

15 minutes autour de l'entreprise observée. PROXITECH représente ainsi les effets de diffusion localisée des connaissances mais ne nous renseigne pas sur les voies de cette diffusion.

Nous souhaiterions tester si une stratégie active et coûteuse d'acquisition des connaissances doit être mise en œuvre pour obtenir ce savoir localisé ou si ce dernier se diffuse librement et sans coût autour de l'entreprise  $t$ . Il est assez difficile de décrire d'une manière exhaustive les multiples moyens par lesquels une entreprise peut acheter de la connaissance. Toutefois, les théories de l'innovation reconnaissent que les fusions et acquisitions sont un des meilleurs vecteurs d'acquisition d' (au moins) une partie des connaissances possédées par l'entreprise cible. Ces théories démontrent également qu'une politique active en matière de R & D augmente de manière significative la capacité d'apprentissage de l'entreprise. Notre enquête nous permet de saisir ces deux déterminants majeurs. Nous avons demandé à chaque entreprise si elle avait acquis une autre entreprise au cours des cinq dernières années ; et nous avons également donné la possibilité à nos répondants de citer, parmi un menu, les trois priorités stratégiques suivies par l'entreprise. Le développement de la R & D était l'une des priorités stratégiques proposée dans notre menu. Sur cette base, nous avons donc créé la variable muette  $KBUY_t$  égale à 1 si l'entreprise  $t$  a acquis une autre entreprise au cours des cinq dernières années et si elle a placé la R & D comme un objectif stratégique prioritaire. Les variables croisées  $KBUY_t \times PROXYTECH_{j,t}$  et  $(1 - KBUY_t) \times PROXITECH_{j,t}$  ont été introduites pour vérifier si les effets d'apprentissage localisés sont plus forts pour les entreprises qui ont acheté de la connaissance, par le développement de leur budget R & D ou par la mise en œuvre d'une stratégie de croissance externe.

Un dernier argument que nous voudrions tester, en lien avec le concept de proximité épistémique discuté en section I, est de savoir si la diffusion localisée des connaissances nécessite des représentations partagées entre les entreprises. Dans ce but, nous avons construit une dernière variable de proximité épistémique sur la base de l'hypothèse suivante : des représentations partagées émergent en priorité entre des entreprises concernées par des problèmes similaires dans la production et la distribution de leurs produits et services. Ainsi, la proximité épistémique caractérise principalement des entreprises qui appartiennent au même secteur d'activité. La variable de proximité épistémique  $PROXITECHSECT_{j,t}$  peut être ainsi définie comme suit : pour chaque entreprise  $t$  et chaque TIC  $j$ , nous avons calculé le nombre d'entreprises localisées à moins de 15 minutes et équipées d'une même TIC  $j$  et appartenant au même secteur d'activité<sup>20</sup> que l'entreprise  $j$ . Nous avons alors divisé le chiffre obtenu par le nombre d'entreprises localisées à moins de 15 minutes autour de l'entreprise  $j$ .

## - 5 - Les résultats

Nous estimons le système de choix défini dans l'équation (5), en mobilisant un modèle probit bivarié. Dans la mesure où trois types de TIC sont observés, trois systèmes de choix sont estimés (EDI/ERP, EDI/INTC, ERP/INTC). Cependant,



Adoption des TIC, proximité et diffusion localisée des connaissances

comme le coefficient de corrélation conditionnelle n'est significatif que dans le cas du couple EDI/ERP, nous ne retenons, pour la variable dépendante INTC, que les résultats du modèle Probit univarié.

Nous testons trois spécifications de notre équation d'adoption : la spécification (1) inclut l'effet de proximité technologique. La spécification (2) inclut le même effet que l'on croise avec la variable muette d'achat de connaissances. La spécification (3) introduit l'effet de proximité technico-sectoriel (dite « épistémique »). Les résultats des trois spécifications sont présentés dans les tableaux 3, 4 et 5 ci-après.

Précisons dès maintenant la robustesse des trois modèles. En mobilisant la procédure de WHITE (1982), nous traitons les éventuels problèmes d'hétéroscédasticité. Nous calculons dès lors, pour chacun des modèles, le pourcentage de prédictions correctes : plus de 70 % des prédictions sont correctes dans tous les systèmes de choix et dans toutes les spécifications. Les pseudo-R2 et log-vraisemblances sont aussi à des niveaux satisfaisants. Ces résultats nous permettent de conclure au bon pouvoir explicatif de notre modèle.

Commentons maintenant les résultats en débutant par l'étude du lien statistique entre les fonctions de choix de chaque type de TIC : le coefficient de corrélation *Rho* est significativement différent de 0 seulement pour l'adoption d'un EDI et d'un ERP. Cela suggère que ces technologies sont interdépendantes. Ceci n'est pas surprenant car nous sommes en présence de technologies complémentaires : les progiciels de gestion intégrée (ERP) nécessitent en effet le support d'un bon système d'échange de données pour être parfaitement efficaces (IACOVOU *et al.*, 1995). Le *Rho* n'étant pas significatif pour les couples EDI/INTC et ERP/INTC, nous avons choisi de reporter les résultats d'un probit simple sur la variable INTC.

En ce qui concerne les effets de rang, un fort niveau d'indépendance décroît significativement la probabilité d'adoption de l'EDI dans les spécifications (1) et (2), et des trois types de TIC dans la spécification (3). En fait, les entreprises indépendantes subissent des coûts de recherche et d'apprentissage plus importants que les entreprises qui appartiennent à un groupe. Ces dernières peuvent en effet acquérir de l'information et des connaissances, bénéficier du support financier et logistique de la maison mère. Les entreprises indépendantes font également face à plus de risques, ce qui freine l'adoption. Cet effet négatif est conforme aux résultats de HANNAN et MC DOWELL (1984). La taille de l'entreprise n'a un effet positif significatif que dans le cas de l'adoption des sites internet dédiés aux clients et aux fournisseurs dans la spécification (1).

L'effet stock-ordre est significatif pour l'ERP et les sites Internet dans toutes les spécifications. Il n'est pas significatif dans le cas de l'EDI. Son signe est toujours positif. Nous obtenons ici le même résultat que STONEMAN et KARSHENAS qui n'ont jamais obtenu l'effet négatif attendu. Conformément aux arguments évoqués en section II, cette inversion de signe peut traduire un comportement de *second mover* de la part des entreprises étudiées.

Nos résultats montrent également l'effet significatif de deux pratiques organisationnelles croisées, DECENTR  $\times$  INCITA et DECENTR  $\times$  CCCF, sur l'adoption des

Rachel BOCQUET, Olivier BROSSARD

sites Internet (INTC). Toutefois, seule la dernière combinaison de pratiques a un impact positif sur la probabilité d'adoption d'un site Internet. De plus, comme nous l'avons déjà souligné, un test *t* sur les paramètres  $\beta_{210}$ ; nous a permis de conclure que le choix d'adopter un ERP est corrélé avec celui d'un EDI. On note aussi un impact positif de deux orientations stratégiques (COMP1 and COMP2) sur l'adoption d'un EDI. Rappelons que la variable de référence COMP0 est égale à 1 lorsque les entreprises n'ont pas d'orientation stratégique clairement définie. Par opposition, les autres entreprises peuvent formuler une stratégie orientée vers l'apprentissage et la coordination (COMP1) ou vers la minimisation des coûts (COMP2). Tous ces résultats tendent à conforter l'hypothèse de complémentarité. Toutefois, ils suggèrent aussi que l'adoption des TIC en lien avec la recherche de pratiques complémentaires est un phénomène empirique complexe. En effet, toutes les pratiques « innovantes » ne sont pas forcément complémentaires à tous les types de TIC (BOCQUET *et al.*, 2007).

Nous avons, ensuite, remplacé l'effet épidémique traditionnel par différentes mesures des effets de proximité.

La première mesure PROXITECH (Tableau 3, Spécification 1) est proche de celle traditionnellement mobilisée pour capter l'effet épidémique. La seule différence réside dans la définition retenue de la zone de proximité qui se limite à un périmètre de 15 minutes (équivalent à 15-30 km) autour de l'établissement. Cette variable PROXITECH a un impact positif significatif sur l'adoption d'un ERP et d'un site Internet (INTC), suggérant que les entreprises tendent à faire les mêmes choix que leurs voisins concernant ces deux technologies. On peut donc conclure à une diffusion localisée des connaissances dans cette zone de voisinage de 15 minutes, mais sans savoir par quelle(s) voie(s) elle s'opère <sup>21</sup>. Pour tenter de le préciser, deux hypothèses nouvelles sont testées (tableaux 4 et 5).

Adoption des TIC, proximité et diffusion localisée des connaissances

**Tableau 3 : Spécification (1) : Équation d'adoption des TIC avec l'effet de proximité technologique**

	EDI/ERP (Probit bivarié)		INTC (Probit simple)
	Équation EDI	Équation ERP	
Effs	0.07 (0.18)	0.07 (0.17)	0.37 (0.21)*
Indep	-0.96 (0.28)***	-0.34 (0.26)	-0.10 (0.29)
Stock-order	1.49 (5.33)	2.54 (1.43)*	2.81 (1.70)*
comp1	1.19 (0.30)***	0.01 (0.25)	-0.09 (0.34)
comp2	1.46 (0.36)***	0.31 (0.39)	-0.30 (0.40)
decentr xincita	-0.31 (0.32)	-0.13 (0.35)	-0.77 (0.37)**
incita xcccf	0.53 (0.42)	0.19 (0.44)	0.40 (0.51)
decentr xCCCCF	-0.19 (0.38)	0.27 (0.39)	1.59 (0.60)***
PROXITECH	0.65 (0.70)	2.27 (0.92)**	3.85 (0.92)***
Constante	-1.53 (2.66)	-2.50 (0.88)***	-3.84 (1.30)***
Observations	123	123	123
Pseudo log de vraisemblance	-128.88		-46.86
Chi2 de Wald	77,40***		33,93***
% de prédictions correctes	79 %		83 %
Rho	-0.40 (0.17)**		NF

Estimations robustes des écarts-types entre parenthèses  
 \* significatif à 10 % ; \*\* significatif à 5 % ; \*\*\* significatif à 1 %

Premièrement, nous cherchons à évaluer si le fait d'avoir un budget R & D important ainsi qu'une stratégie de fusions et acquisitions active différencie les entreprises en ce qui concerne leur capacité à absorber des connaissances locales. Dans ce but, nous avons introduit la spécification (2). Un test du Chi2 nous permet d'évaluer si les coefficients de  $KBUY_t \times PROXYTECH_{j,t}$  et  $(1 \times KBUY_t) \times PROXITECH_{i,t}$  sont significativement différents, pour chaque équation d'adoption. Nous voyons que le coefficient de  $KBUY_t \times PROXYTECH_{j,t}$  est significativement plus fort pour l'adoption d'un ERP ainsi que pour celle d'un site Internet dédié aux clients et aux fournisseurs (INTC). Ce résultat suggère que, pour ces technologies, les entreprises qui mènent une stratégie active de fusions-acquisitions et de développement de la R & D bénéficient plus fortement de la diffusion localisée des

Rachel BOCQUET, Olivier BROSSARD

connaissances. Ainsi, conformément au point de vue défendu par BRESCHI et LISSONI (2001), les gains associés à cette diffusion ne doivent pas être interprétés comme de « pures » externalités, puisque les entreprises qui développent une stratégie active d'achat de connaissances bénéficient d'effets de diffusion plus forts. Il est aussi possible de considérer que ce résultat va dans le sens de la théorie de l'« absorptive capacity » développée par COHEN et LEVINTHAL (1990). Il faut cependant nuancer cette interprétation car il se peut que la variable  $KBUY_t \times PROXYTECH_{j,t}$  soit significative sur ERP et INTC parce que les EDI et les sites Web servent à résoudre les problèmes de coordination induits par les acquisitions.

Deuxièmement, nous introduisons un indicateur de proximité épistémique dans la spécification (3) (Tableau 5). Nous considérons que la proximité géographique n'est pas une condition suffisante pour permettre un véritable échange de connaissances entre des entreprises voisines. Des problèmes communs et des représentations partagées sont de nature à renforcer les flux de connaissances entre les entreprises partageant la même localisation *et* les mêmes caractéristiques productives et technologiques. Nous avons argumenté plus haut que la proximité sectorielle pouvait être une variable proxy satisfaisante pour saisir la notion de communauté épistémique. Nous proposons dès lors de remplacer l'effet de proximité technologique (PROXITECH) de la spécification (1) par une mesure de proximité techno-sectorielle (PROXITECHSECT) dans la spécification (3). Nous voyons que l'impact de cette nouvelle variable est plus fort pour l'équation d'adoption d'un ERP, indiquant le rôle de la proximité épistémique pour cette technologie. Par opposition, il n'y a pas d'augmentation du coefficient pour les équations relatives à EDI et INTC. Nous pouvons ainsi conclure, à la lumière de ces observations, que la proximité épistémique est un dispositif qui renforce la diffusion des connaissances localisées pour une seule TIC : les progiciels de gestion (ERP). Les relations de face à face restent indispensables pour certains types d'interactions, en particulier lorsque les processus de résolution de problèmes impliquent des applications dédiées telles que les ERP. La proximité géographique est nécessairement complémentaire à la proximité épistémique (RALLET et TORRE, 2005) dans les phases de co-production de connaissances tacites et contextualisées.

Adoption des TIC, proximité et diffusion localisée des connaissances

**Tableau 4 : Spécification (2), Équation d'adoption des TIC avec un effet croisé « proximité technologique et achat de connaissances »**

	EDI/ERP		INTC
	Équation EDI	Équation ERP	
Effs	0.11 (0.18)	0.06 (0.18)	0.33 (0.21)
Indep	-0.98 (0.28)***	-0.35 (0.26)	-0.17 0.29
Stock-order	1.28 (5.32)	2.52 (1.40)*	2.99 (1.70)*
comp1	1.19 (0.31)***	0.02 (0.26)	-0.13 0.35
comp2	1.41 (0.36)***	0.40 (0.39)	-0.23 0.40
decentr xincita	-0.29 (0.32)	-0.11 (0.37)	-0.79 (0.40)**
incita xcccf	0.59 (0.44)	0.08 (0.47)	0.32 (0.52)
decentr xCCCCF	-0.19 (0.41)	0.30 (0.39)	1.70 (0.59)***
KBUY xPROXITECH (a)	-0.03 (0.83)	2.88 (0.94)***	4.35 0.89***
(1 -KBUY) x PROXITECH (b)	0.86 (0.72)	2.12 (0.92)**	3.27 0.99***
Constante	-1.41 (2.64)	-2.54 (0.88)***	-3.79 (1.31)***
Observations	123	123	123
Test du Chi2 (différence des coeff. des variables (a) et (b))	2.55	2.82*	4.95**
Pseudo log de vraisemblance	-124.74		-45.55
Chi2 de Wald	83.66***		45.88***
% de prédictions correctes	76 %		83 %
Rho	-0.42 (0.17)**		NF

Estimations robustes des écarts-types entre parenthèses  
 \* significatif à 10 % ; \*\* significatif à 5 % ; \*\*\* significatif à 1 %

Rachel BOCQUET, Olivier BROSSARD

**Tableau 5 : Spécification (3), Équation d'adoption des TIC avec un effet de proximité techno-sectorielle**

	EDI/ERP		INTC
	Équation EDI	Équation ERP	
Effs	0.05 (0.17)	0.13 (0.17)	0.25 (0.19)
Indep	-1.00 (0.28)***	-0.48 (0.26)*	-0.68 (0.27)**
Stock-order	1.50 (5.58)	2.46 (1.34)*	3.01 (1.39)**
comp1	1.15 (0.31)***	0.13 (0.27)	-0.09 (0.30)
comp2	1.41 (0.37)***	0.50 (0.37)	-0.35 (0.40)
decentr xincita	-0.28 (0.32)	0.12 (0.36)	-0.70 (0.40)*
incita xcccf	0.45 (0.41)	-0.07 (0.44)	0.07 (0.54)
decentr xCCCF	-0.18 (0.37)	0.24 (0.38)	1.61 (0.62)***
PROXITECHSECT	0.59 (1.99)	3.07 (1.32)**	3.48 (1.11)***
Constante	-1.15 (2.66)	-1.50 (0.82)*	-1.78 (1.03)*
Observations	123	123	123
Pseudo log de vraisemblance	-132.11		-61.27
Chi2 de Wald	63.18***		32.40***
Rho	-0.30 (0.16)*		NF
% prédictions correctes	74 %		76 %

Estimations robustes des écarts-types entre parenthèses  
 \* significatif à 10 % ; \*\* significatif à 5 % ; \*\*\* significatif à 1 %

## - 6 - Conclusion

Nous avons construit un modèle empirique pour expliquer l'adoption des Technologies de l'Information et de la Communication à l'échelle des entreprises. Dans nos équations d'adoption des TIC, nous avons introduit trois séries de déterminants. La première série concerne *les effets de rang et de stock-order* issus de la théorie de la diffusion technologique. La seconde série de déterminants fait référence aux *effets de supermodularité* suggérés par MILGROM et ROBERTS (1990). La

## Adoption des TIC, proximité et diffusion localisée des connaissances

dernière série de variables explicatives provient de la littérature dédiée à la géographie de l'innovation et elle vise à capter les différents *effets de proximité* sur l'adoption des TIC. Contrairement aux études précédentes, nous avons remplacé l'effet épidémique par trois variables pour tenter de différencier les *knowledge spillovers* (i. e externalités de connaissance « pures ») des autres modes de diffusion des connaissances.

Cette étude a été rendue possible grâce à l'exploitation économétrique de données d'établissements issus d'une enquête ad-hoc. Bien que notre base de données soit limitée au regard du nombre d'observations (136 entreprises) et de leur nature (en coupe), les biais d'endogénéité ont été résolus en mobilisant d'une part, une liste exhaustive de variables de contrôle et d'autre part, un modèle probit bivarié.

Nous avons cherché à comprendre le phénomène d'adoption de TIC « réelles » (ERP, EDI, et sites Web dédiés aux clients et fournisseurs), à la différence des études empiriques précédentes qui focalisent davantage sur le stock d'ordinateurs ou sur les outils d'automatisation de la production. Finalement, nos données nous ont fourni un ensemble de mesures suffisamment précises pour étudier la complémentarité entre les pratiques stratégiques, organisationnelles et technologiques, alors que la plupart des études n'ont jamais associées ces trois dimensions.

Les résultats économétriques confirment l'impact significatif des traditionnels effets de rang et de stock-ordre. Concernant ces deux déterminants, nos résultats sont conformes aux prédictions de la théorie de la diffusion technologique. Les résultats relatifs à l'hypothèse de complémentarité nous semblent particulièrement intéressants. Ils suggèrent que la supermodularité ne signifie pas « *plus de tout* », plus de TIC avec plus de pratiques stratégiques et organisationnelles innovantes. Pour un type de TIC particulier, nous avons montré que seulement certains dispositifs organisationnels et certains choix stratégiques sont complémentaires.

Cependant, le point essentiel du présent article concerne l'analyse des effets de proximité sur l'adoption des TIC. Dans un premier temps, nous avons montré l'impact positif sur la diffusion de localisée des connaissances d'une stratégie active d'achat de connaissances (par l'intermédiaire des fusions et acquisitions et du budget R & D). Dans un second temps, nous avons mis en évidence la complémentarité entre la proximité géographique et la proximité épistémique dans des situations de résolution de problèmes relatifs à des technologies dédiées (ERP). Nos résultats montrent que les flux involontaires et localisés de connaissances suggérés par la littérature pourraient tout aussi bien être des flux bien maîtrisés obtenus grâce à des stratégies d'achat de la connaissance et/ou des interactions ayant lieu au sein de communautés épistémiques combinant proximité géographique et représentations communes (BRESCHI et LISSONI, 2001).

Ces résultats interpellent les théories de la diffusion technologique qui semblent encore incapables de saisir la complexité des choix de pratiques et de technologies. De ce point de vue, il serait intéressant de pouvoir mobiliser un modèle explicatif non pas de l'adoption technologique en général mais de l'adoption de certains types



Rachel BOCQUET, Olivier BROSSARD

de technologies en lien avec leurs propriétés organisationnelles et stratégiques spécifiques. Finalement, en ce qui concerne le lien entre les théories de la géographie de l'innovation et de la diffusion technologique, nos résultats suggèrent que la diffusion des connaissances n'est pas seulement le résultat d'un processus d'agglomération géographique. Les entreprises doivent mettre en œuvre des stratégies affirmées d'achat de connaissances si elles veulent acquérir le savoir localisé. Une stratégie de développement de la R & D affirmée conduit à une meilleure exploitation des connaissances localisées. De même, les entreprises qui ont conduit des stratégies de fusions et acquisitions bénéficient d'une meilleure diffusion des connaissances à l'échelle locale. Enfin, les connaissances localisées relatives à l'ERP se diffusent mieux lorsque la proximité géographique est renforcée par la proximité technico-sectorielle. Ce résultat n'est pas surprenant dans la mesure où l'adoption d'un ERP ne signifie pas les mêmes contraintes pour un constructeur d'automobiles que pour une entreprise de l'agro-alimentaire. Pour une telle technologie spécifique, les flux de connaissances entre des entreprises voisines circulent d'autant plus facilement qu'elles partagent des problèmes communs, relatifs à la même activité, aux mêmes produits et services.

## ANNEXES

### Annexe 1 : Structures de la population mère et de l'échantillon

	Population mère		Échantillon		
	Colonne (1), N	Colonne (2), %	Colonne (3), N	Colonne (4), %	Colonne (5) : Colonne (3)/ Colonne (1)
<b>Secteurs d'activité</b>					
Industrie	215	46.9	71	52.2	33
Commerce	108	23.6	27	19.9	25
Services	104	22.7	31	22.8	29.8
Construction	31	6.8	7	5.1	22.6
Total	458	100	136	100	29.7
Khi2 = 2,17, ddl = 3, $\alpha$ level = 0,54					
<b>Effectif (nombre de salariés dans l'établissement principal)</b>					
Moins de 50	79	17.2	25	18.4	31.6
De 50 à 99	213	46.5	51	37.5	23.9
De 100 à 199	98	21.4	36	26.5	36.7
200 et plus	68	14,8	24	17.6	35.3
Total	458	100	136	100	29.7
Khi2 = 4,80, ddl = 3, $\alpha$ level = 0,19					
La colonne (5) donne le taux de réponse selon l'effectif et le secteur d'activité.					

Adoption des TIC, proximité et diffusion localisée des connaissances

**Annexe 2 : Comparaison de la structure de l'échantillon par rapport aux établissements français de plus de 50 salariés**

	France		Haute-Savoie (Échantillon)	
	Colonne (1), N	Colonne (2), %	Colonne (3), N	Colonne (4), %
<b>Secteurs d'activité</b>				
Industrie	11140	36	71	<b>52.2</b>
Commerce	6760	21.8	27	19.9
Services	10640	34.3	31	<b>22.8</b>
Construction	2440	7.9	7	5.1
Total	30980	100	136	100

Chi2 = 16,71, ddl = 3,  $\alpha$  level = 0,01

**Effectif (nombre de salariés dans l'établissement principal)**

Moins de 100	16260	52.5	76	55.9
De 100 à 249	9490	30.6	46	33.8
250 et plus	5230	16.9	14	10,3
Total	30980	100	136	100

Chi2 = 0,62, ddl = 1,  $\alpha$  level = 0,19

Sources : Insee, Tef 2004

**Annexe 3 : Taux d'adoption des TIC en 2002 (% des entreprises ayant adopté une TIC)**

ICT	Taux d'adoption en 2002 (%)	
	Département de la Haute-Savoie <sup>22</sup>	France (1)
Lan/Wan	85,3	75,3
Intranet	57,4	41,2
Extranet	26,5	15
Internet	89	89 ; 5
EDI	47,1	59
Sites Internet dédiés aux clients et aux fournisseurs	66,9	66,8
Logiciels de veille	27,2	34,7

(1) Données collectées par le SESSI, l'INSEE et le SCEES sur la base d'un échantillon de 5000 entreprises françaises de plus de 20 salariés dans l'industrie, le commerce et les services industriels. Cette étude fournit une information détaillée sur l'équipement TIC des entreprises françaises (y compris sur le e-commerce) en 2002 ([www.sessi.fr](http://www.sessi.fr)).

<b>Annexe 4 : Description des variables</b>	
Variables	Définitions
<i>Technologies de l'information et de la communication (Variables dépendantes)</i>	
INTC	= 1 si un site Internet dédié aux clients et aux fournisseurs a été adopté (=0 dans le cas contraire)
EDI	= 1 si la technologie EDI a été adoptée (=0 dans le cas contraire)
<b>ERP</b>	<b>= 1 si un progiciel de gestion (ERP) a été adopté (=0 dans le cas contraire)</b>
<b>Variables de rang</b>	
INDEP	= 1 si l'établissement est indépendant (= 0 dans le cas contraire)
EFFS	= 0 si l'effectif de l'établissement est inférieur à 50 ; = 1 si compris entre 50 et 100 ; = 2 si compris entre 100 et 500 ; = 3 supérieur à 500 salariés
<b>Variables de stock-ordre</b>	
MSEDI	Taux d'équipement en EDI dans le secteur d'activité de l'établissement concerné
MSINTC	Taux d'équipement en sites Internet dédiés aux clients et aux fournisseurs dans le secteur d'activité de l'établissement concerné
MSERP	Taux d'équipement en ERP dans le secteur d'activité de l'établissement concerné
<b>Pratiques organisationnelles (ref : Avoir un outil d'évaluation de la rentabilité des TIC)</b>	
CCCF2	= 1 si l'établissement a au moins une pratique de contractualisation avec ses fournisseurs et ses clients (=0 dans le cas contraire)
INCITA	= 1 si l'établissement a au moins une pratique organisationnelle centrée sur les processus incitatifs (= 0 dans le cas contraire)
DECENTR	= 1 si l'établissement a au moins une pratique organisationnelle centrée sur les processus de décentralisation des décisions (= dans le cas contraire)
<b>Nature du comportement stratégique (ref : Ne formuler aucune priorité stratégique)</b>	
COMP1	= 1 si l'adoption des TIC est motivée par une stratégie orientée vers l'apprentissage et la coordination (= 0 dans le cas contraire)
COMP2	= 1 si l'adoption des TIC est motivée par une stratégie orientée vers la minimisation des coûts, des délais et des stocks (= 0 dans le cas contraire)
<b>Variables de proximité</b>	
PROXITECH	= Pourcentage des établissements ayant fait le même choix d'équipement pour une TIC donnée (EDI ou ERP ou INTC) dans une zone de 15 minutes en voiture autour de l'établissement concerné
PROXITECHSECT	= Pourcentage des établissements ayant fait le même choix d'équipement pour une TIC donnée (EDI ou ERP ou INTC) et appartenant au même secteur d'activité, dans une zone de 15 minutes en voiture autour de l'établissement concerné
KBUY	= 1 si l'établissement a récemment acquis une autre entreprise et si le dirigeant a cité le développement de la R & D comme une priorité stratégique (=0 dans le cas contraire)

Adoption des TIC, proximité et diffusion localisée des connaissances

## Bibliographie

- ANTONELLI C., 2000, « Collective Knowledge Communication and Innovation : The Evidence of Technological Districts », *Regional Studies*, vol. 34, n° 6, pp. 535-547.
- ANTONELLI C., 1989, « The Role of Technological Innovations in Mixed Model of International Diffusion of Process Innovations : The Case of Open-end Spinning Rotors », *Research Policy*, vol. 18, pp. 273-288.
- ARTHUR B., 1989, « Competing Technologies, Increasing Returns and Lock-In by Historical Small Events », *Economic Journal*, vol. 99, pp. 116-131
- ARORA A., GAMBARDILLA A., 1990, « Complementarity and External Linkages : The Strategies of the Large Firms in Biotechnology ». *Journal of Industrial Economics*, vol.38, n° 4, pp. 361-379.
- ASHEIM B. T, GERTLER M. S, 2005, « The geography of Innovation : Regional Innovation Systems », in Fagerberg J., Mowery D.C., Nelson R. (eds), *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, pp. 291-317
- ATHEY S., STERN S., 1998, « An Empirical Framework for Testing Theories about Complementarity in Organizational Design », *National Bureau of Economic Research, Working Paper 6600*.
- BAPTISTA R., 1999, « The Diffusion of Process Innovations ; a Selective Survey », *International Journal of Economics of Business*, vol. 6, pp. 107-130.
- BATTISTI G., COLOMBO M.G., RABBIOSI L., 2004, « Antecedents or consequences of innovation activities : a causality test », *University Politecnico of Milano, Working Paper*.
- BARTOLONI E., BAUSSOLA M., 2001, « The Determinants of Technology Adoption in Italian Manufacturing Industries », *Review of Industrial Organization*, vol. 19, n° 3, pp. 305-328.
- BOCQUET R., BROSSARD O., SABATIER M., 2007, « Complementarities in Organizational Design and the Diffusion of Information Technologies : An Empirical Analysis », *Research Policy*, vol. 36, n° 3, pp. 367-386.
- BOCQUET R., BROSSARD O., 2007, « The Variety of ICT Adopters in the Intra-Firm Diffusion Process : Theoretical Arguments and Empirical Evidence », *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 18, n° 4, pp. 409-437.
- BRESCHI S., LISSONI F., 2001, « Knowledge Spillovers and Local Innovation Systems : A Critical Survey », *Industrial and Corporate Change*, December 2001, vol. 10, n° 4, pp. 975-1005.
- BRESNAHAN T. F., BRYNJOLFSSON E., HITT L.M., 2002, « Information Technology, Workplace Organization, and the Demand for Skilled Labour : Firm-Level Evidence », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 117, n° 1, pp. 339-376.
- BRYNJOLFSSON E., HITT L.M., YANG S., 2002, « Intangible Assets : Computers and Organizational Capital », *Brookings Papers on Economic Activity*, n° 1, pp. 137-81.
- CANEPA A., STONEMAN P., 2004, « Comparative International Diffusion : Patterns, Determinants and Policies », *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 13, n° 3, pp. 279-98.

Rachel BOCQUET, Olivier BROSSARD

- COHEN W. M., LEVINTHAL, D. A., 1990, « Absorptive Capacity : a New Perspective on Learning and Innovation », *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, n° 1, pp. 128-152.
- COLOMBO M.G., MOSCONI R., 1995, « Complementarity and Cumulative Learning Effects in the Early Diffusion of Multiple Technologies », *Journal of Industrial Economics*, vol. 43, pp. 13-48.
- DAVID P.A., 1969, « A Contribution To the Theory of Diffusion », Stanford University : Centre for Research in Economic Growth, Research Memorandum, 71.
- DAVIES S., 1979, *The diffusion of Process Innovation*, Cambridge University Press, Cambridge.
- FELDMAN M. P., 1999, « The New Economics of Innovation, Spillovers and Agglomeration : A review of Empirical Studies », *Economics of Innovation and New Technologies*, vol. 8, pp. 5-25
- FELDMAN M. P., AUDRESCH D.B., 1999, « Innovation in Cities : Science-Based Diversity, Specialisation and Localised Competition », *European Economic Review* vol. 43 (Special issue), pp. 409-429
- FELDMAN M. P., FLORIDA R., 1994, « The Geographic Sources of Innovation : Technological Infrastructure and Product Innovation in the United States », *Annals of The Association of American Geographers*, vol. 84, n° 2, pp. 210-229.
- FORMAN CH., GOLDFARB A., GREENSTEIN SH., 2005, « How did Location Affect Adoption of the Commercial Internet ? Global Village vs. Urban Leadership ». *Journal of Urban Economics*, vol. 58, pp. 389-420.
- FUDENBERG D., TIROLE J., 1985, « Preemption and Rent Equalization in the Adoption of New Technology », *Review of Economic Studies*, vol. 52, pp. 383-401.
- GALLIANO D., ROUX P., 2003, « Espaces, organisations et TIC : les enseignements d'une comparaison inter-sectorielle », *Géographie, Economie et Société*, pp. 331-357.
- GALLIANO D., ROUX P., 2007, « Organisational Motives and Spatial Effects in Internet Adoption and Intensity of Use : Evidence from French Industrial Firms », *The Annals of Regional Sciences*, (forthcoming).
- GALLIANO D., ROUX P., FILIPPI M. 2001, «Organizational and Spatial Determinants of ICT Adoption: the Case of French Industrial Firms », *Environment and Planning*, vol. 33, pp. 1643-63.
- GEROSKI P. A., 2000, « Models of Technology Diffusion », *Research Policy*, vol. 29, pp. 603-626.
- GEROSKI P.A., 1995, « Markets for Technology : Knowledge, Innovation and Appropriability », in STONEMAN P (ed.). *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Blackwell, Oxford, pp. 90-131.
- GERTLER M.S., 1995, « Being there : Proximity, Organization, and Culture in the Development and Adoption of Advanced Manufacturing Technologies », *Economic Geography*, vol. 71, pp. 1-26.
- GREENAN N., 2003, « Organizational Change, Technology, Employment, and Skills, an Empirical Study of French Manufacturing », *Cambridge Journal of Economics*, vol. 27, n° 2, pp. 287-316.
- GREENAN N., GUELLEC D., 1998, « Firm Organization, Technology and Performance : an Empirical Study », *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 6, n° 4, pp. 313-347.

Adoption des TIC, proximité et diffusion localisée des connaissances

- GREENAN N., MAIRESSE J. 2006, « Les changements organisationnels, l'informatisation des entreprises et le travail des salariés. Un exercice de mesure à partir de données couplées entreprises/salariés », *Revue Economique*, vol. 57, n° 6, pp. 1137-1176.
- GRETTON P., GALI J., PARHAM D., 2004, « The Effects of ICTs and Complementary Innovations on Australian Productivity Growth », in OECD (ed.). *The Economic Impact of ICT. Measurement, Evidence and Implications*, Paris, pp. 105-130.
- GRILICHES Z., 1992, « The search for R & D Spillovers », *Scandinavian Journal of Economics*, vol. 94. Supplement, pp. 29-47.
- HANNAN T.H., MCDOWELL J.-M., 1984, « The Determinants of Technology Adoption : the Case of the Banking Firm », *Rand Journal of Economics*, vol. 15, pp. 328-335.
- HANNAN T.H., MCDOWELL J.-M., 1987, « Rival Precedence and the Dynamics of Technology Adoption : An empirical Analysis », *Economica*, vol. 54, pp. 155-171.
- HOLLENSTEIN H., 2004, « Determinants of the Adoption of Information and Communication Technologies : an Empirical Analysis Based on Firm-Level Data for the Swiss Business Sector », *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 15, n° 3, pp. 315-42.
- IACOVOU, CHARALAMBOS L., BENBASAT I., DEXTER A. S., 1995, « Electronic Data Interchange and Small Organization : Adoption and Impact of Technology », *MIS Quaterly*, vol., pp. 465-485.
- ICHNIOWSKI C., SHAW K., PRENNUSHI G., 1997, « The Effects of Human Resource Management Practices on Productivity : A Study of Steel Finishing Lines », *American Economic Review*, vol. 87, n° 3, pp. 291-313.
- IRELAND N., STONEMAN P., 1985, « Order effects, perfect foresight and intertemporal price discrimination », *Recherches économiques de Louvain*, vol. 51, n° 1, pp. 7-20.
- JAFFE A. B., 1989, « Real Effects of Academic Research », *American Economic Review*, vol.79, n° 5, pp.957-970.
- JAFFE A.B., TRAJTENBERG M., HENDERSON R. 1993, « Geographic Localisation of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 108, pp. 577-598.
- KARSHENAS M., STONEMAN, 1995, « Technological Diffusion », in STONEMAN P. (ed.). *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Blackwell, Oxford. pp. 265-297.
- KARSHENAS M., STONEMAN, 1993, « Rank, Stock, Order and Epidemic Effects in the Diffusion of New Process Technologies : an Empirical Model », *Rand Journal of Economics*, vol. 24, n° 4, pp. 503-528.
- LEVIN S.G., LEVIN S.L., MIESEL J.-B., 1987, « A Dynamic Analysis of the Adoption of New Technology : The Case of Optical Scanners », *Review of Economics and Statistics*, vol. 69, pp. 12-17.
- LOESCH A., 1954, *The Economics of Location*, Yale University Press, New Haven.
- LUNDEVALL B. A., 1988, « Innovation as an Interactive Process : From User-Producer Interaction to the National System of Innovation », in DOSI G, FREEMAN C., SILVERBERG G., SOETE L. (eds), *Technical Change and Economic Theory*, London.
- MALMBERG A., MALMBERG B., LUNDEQUIST P., 2000, « Agglomeration and Firm Performance : Economies of Scale, Localisation, and Urbanisation among Swedish Export Firms », *Environment and Planning A*, vol. 32, pp. 305-321.



Rachel BOCQUET, Olivier BROSSARD

- MANSFIELD E., 1995, « Academic Research Underlying Industrial Innovations : Sources, Characteristics, and Financing », *Review of Economics and Statistics*, vol. 77, pp. 55-65.
- MILGROM P., ROBERTS J., 1995, « Complementarities and Fit Strategy, Structure and Organizational Change in Manufacturing », *Journal of Accounting and Economics*, vol. 19, pp. 179-208.
- MILGROM P., ROBERTS J., 1990, « The Economics of Modern Manufacturing : Technology, Strategy and Organization », *American Economic Review*, vol. 80, n° 3, pp. 511-28.
- PARHI M., 2006, « Beyond the Firm-Specific Determinants of New Technology Diffusion : the Role of Demand-Side Uncertainties », The Danish Research Unit in Industrial Dynamics Summer Conference *Knowledge, Innovation and Competitiveness : Firms, Networks, Regions and Institutions*, Copenhagen, June 18-20.
- QUIRMBACH H., 1986, « The Diffusion of New Technology and The Market for an Innovation », *Rand Journal of Economics*, vol. 17, pp. 33-47.
- RALLET A., TORRE A., 2005, « Proximity and Localization », *Regional Studies*, vol. 39, n° 1, pp. 47-59.
- REINGANUM J., 1981, « On the Diffusion of new Technology : a Game Theoretic Approach », *Review of Economic Studies*, vol. 48, pp. 395-405.
- STEINMULLER E., 2000, « Does Information and Communication Technology Facilitate « Codification » of Knowledge ? », *Industrial and Corporate Change*, vol. 9, pp. 361-379.
- STONEMAN P., KWON M-J., 1994, « The Diffusion of Multiple Process Technologies », *The Economic Journal*, vol. 104, pp. 420-431.
- SUAREZ-VILLA L., WALROD W., 1997, « Operational Strategy, R & D and Intra-Metropolitan Clustering in a Polycentric Structure : the Advanced Electronics Industries of the Los Angeles Basin », *Urban Studies*, vol. 34, n° 9, pp. 1343-1380.
- WALKOWIAK E. 2006, « Renouveau de la main-d'œuvre et modernisation des entreprises », *Revue Economique*, vol. 57, n° 6, pp. 1205-1234.
- ZUCHER, DARBY, AMSTRONG, 1998a, « Geographically Localised Knowledge : Spillovers or Markets ? », *Economic Inquiry*, vol. 36, pp. 65-86.
- ZUCKER, DARBY, BREWER, 1998b, « Intellectual Human Capital and the Birth of US Biotechnology Enterprises », *American Economic Review*, vol. 88, pp. 290-306.

## Notes

- 1 - Voir, par exemple, KARSHENAS et STONEMAN (1995) ou HOLLENSTEIN (2004).
- 2 - Pour plus de détails sur ces déterminants on pourra se référer par exemple à KARSHENAS et STONEMAN (1993) ou à BOCQUET *et al.* (2007).
- 3 - Ces coûts d'apprentissage et de « *switching* » sont principalement déterminés par la qualification et l'expérience des employés de la firme ainsi que par l'âge et le degré de spécialisation de son stock de capital.
- 4 - Nous entendons par là les approches basées sur une fonction de production d'innovations (voir, par exemple, FELDMAN, 1999)
- 5 - Le modèle de « *learning-by-interacting* » (LUNDVALL, 1988 ; GERTLER, 1995) souligne que la production de connaissances tacites se fait simultanément avec l'échange d'informations entre les agents qui interagissent (producteurs, utilisateurs, clients) (voir, par exemple, ASHEIM et GRETTLER, 2005).



## Adoption des TIC, proximité et diffusion localisée des connaissances

- 6 - Nous remercions les rapporteurs anonymes de nous avoir suggéré cette précision.
- 7 - <http://www.enquetecoi.net/fr1997/Biblio.htm>
- 8 - On peut citer, sans pouvoir être exhaustif : GALLIANO *et al.* (2001), GREENAN (2003), GREENAN et MAIRESSE (2006), WALKOWIAK (2006).
- 9 - Dans une approche très similaire, BRYNJOLFSSON *et al.* (2002) observent de grandes entreprises des Etats-Unis entre 1987 et 1997, et construisent un échantillon apparié avec une enquête sur les pratiques organisationnelles conduite entre 1995 et 1996. Ils concluent que la combinaison entre l'adoption des TIC et la mise en œuvre de nouvelles pratiques organisationnelles a un effet positif sur la valeur boursière des entreprises observées.
- 10 - Bien qu'il s'agisse de l'enquête la plus riche sur le sujet, nous avons choisi de ne pas exploiter l'enquête française *Changements Organisationnels et Informatisation (COI)* menée en 1997 auprès de 4284 entreprises industrielles de plus de 50 salariés. Plusieurs raisons ont motivé notre choix et justifient le recours à un questionnaire ad-hoc. Premièrement, notre questionnaire nous a permis d'élargir le menu des TIC par rapport à celui retenu dans l'étude COI 1997. Ce dernier se limite à des mesures de l'usage des ordinateurs et des outils d'échange informatisé de données. Deuxièmement, d'un point de vue théorique, il était important d'étendre la liste des pratiques organisationnelles et stratégiques et d'introduire explicitement les effets potentiels d'apprentissage et de diffusion. Troisièmement, à la différence de l'étude COI 1997, tous les secteurs (industrie, commerce, services et construction) sont bien représentés dans notre enquête. Il faut noter que la nouvelle enquête COI 2006 s'est enrichie sur chacun de ces aspects et devrait maintenant permettre des études similaires sur des échantillons de taille bien supérieure au nôtre.
- 11 - 123 établissements sur 136 nous ont communiqué leur raison sociale et ont pu être ainsi qualifiés selon ce critère temps de trajet.
- 12 - L'établissement principal est celui qui accueille le plus grand nombre de salariés. Dans les rares cas où la direction n'était pas localisée dans l'établissement principal, nous avons sélectionné la direction comme unité d'observation.
- 13 - Ceci suppose que la décision d'adoption des TIC se situe bien au niveau de l'établissement. Comme l'ont déjà justifié KARSHENAS et STONEMAN (1993), il ne s'agit pas d'une hypothèse empirique irréaliste.
- 14 - Pour comparer les distributions en termes d'effectifs, nous avons modifié notre classification, conforme à celle de l'INSEE (moins de 100 salariés, de 100 à 249 salariés, 250 et plus).
- 15 - Ce choix est largement contraint par la petite taille de notre échantillon. Il aurait sans doute été préférable d'introduire indépendamment chaque pratique organisationnelle avec toutes les combinaisons possibles. Mais ceci nous aurait conduits à introduire trop de variables indépendantes. La technique du maximum de vraisemblance n'aurait pas pu être appliquée compte tenu du nombre trop faible d'observations.
- 16 - Les motifs proposés étaient les suivants: Gains de parts de marché, Réduction des stocks, Réduction des délais; Réduction des coûts; Valorisation de l'image de l'entreprise; Meilleure communication interne ; Amélioration de la productivité des salariés ; Meilleure coordination avec les partenaires externes ; Mise aux normes de la profession ; Acquisition de nouveaux savoirs ; Accroissement de la motivation des salariés ; Introduction de nouveaux modes de management.
- 17 - Une première analyse factorielle a été conduite sur les motifs associés au dernier investissement en TIC. Les deux premiers facteurs expliquent 65.8% de la variance totale: (1) Le premier représente les firmes dont la priorité stratégique est la rationalisation des coûts et le contrôle (56.1% de la variance totale); (2) Le second facteur concerne les entreprises dont le principal objectif est l'apprentissage et la coordination (9.7% de la variance totale). Une seconde analyse factorielle a été menée sur les items relatifs aux usages des TIC dans les entreprises. Nous avons obtenu trois facteurs capturant 54.8% de

Rachel BOCQUET, Olivier BROSSARD

- la variance totale. Ils soulignent trois principaux aspects: le partage des technologies avec d'autres partenaires internes ou externes, le recours à des prestataires externes lors de l'adoption et la volonté de contrôler l'usage des TIC par les salariés. Le premier facteur (25.7% de la variance totale) oppose les entreprises qui contrôlent l'usage des TIC par les salariés de celles qui n'exercent aucun contrôle. Le second facteur (17% de la variance totale) regroupe les entreprises qui partagent leurs EDI et ERP avec celles qui font appel à des prestataires externes au moment de l'implantation de ces mêmes technologies. Le troisième axe (12.1% de la variance totale) distingue les entreprises qui partagent les outils de veille de celles qui ont recours à des prestataires externes pour ces mêmes applications.
- 18 - Une estimation similaire a été conduite avec un seuil fixé à 35 minutes. Les résultats en sont très proches concernant les deux modèles bivariés estimant l'adoption des couples EDI/ERP et EDI/INTC. Un problème de convergence empêche cependant l'estimation du probit bivarié sur le couple INTC/ERP.
  - 19 - Le nombre d'entreprises ayant adopté la technologie si l'entreprise a elle-même adopté cette technologie; le nombre d'entreprises n'ayant pas adopté la technologie si l'entreprise elle-même n'a pas adopté cette technologie.
  - 20 - Pour définir les secteurs d'activité, nous avons utilisé les codes 'APE' de l'INSEE: les entreprises ont ainsi été affectées dans les différents secteurs selon la nature de leur produit ou service principal.
  - 21 - Les résultats sont très similaires lorsque le seuil de distance est porté à 35 minutes (disponibles à la demande)
  - 22 - Données provenant de notre étude

