

Externalités spatiales, Organisation de la firme et Adoption de technologies :

Le cas de la traçabilité dans les firmes industrielles françaises

Danielle GALLIANO¹ et Luis OROZCO²
(Version préliminaire)

¹ Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), BP 52627, 31326 Castanet Tolosan cedex, France.
Tél : +33 (0)5 61 28 53 66 ; Fax : +33 (0)5 61 28 53 72 ; galliano@toulouse.inra.fr

² Université de Toulouse, LEREPS, 2, rue du Doyen Gabriel Marty, 31042, Toulouse cedex, France
Tél : +33 (0)5 61 12 87 16 ; Fax : +33 (0)5 61 12 87 08 ; luis.orozco-noguera@univ-tlse1.fr

Mots clés : *Traçabilité - Organisation de la firme – Adoption des technologies – Externalités spatiales - Firmes industrielles françaises*

Session thématique D2 : *Innovation, nouvelles technologies de l'information et des communications (TIC) et espaces*

Résumé : L'objectif de cette communication est d'analyser les facteurs qui influencent le comportement d'adoption d'un système informatisé de traçabilité par les firmes industrielles françaises et de montrer que ce comportement s'insère dans une articulation complexe et diversifiée entre les logiques industrielles et les logiques territoriales des firmes. La traçabilité des produits, capacité d'identifier l'origine et l'évolution des produits le long des filières industrielles, est devenu un important outil de gestion de la qualité des produits mais également un puissant instrument de codification des informations entre les firmes porté par le développement des TIC. Un modèle d'adoption de technologies, basé sur les déterminants liés aux caractéristiques propres de la firme et aux facteurs liés à son environnement, est testé sur une base de données originales représentatives de l'ensemble de l'industrie française. L'objectif est de mettre en évidence le rôle respectif des externalités industrielles et spatiales dans le comportement des firmes et de tester l'existence de spécificités sectorielles. Les résultats montrent que le processus d'adoption des firmes dépend de l'interaction entre leurs caractéristiques organisationnelles et celles de leur environnement. Des profils sectoriels d'adoption sont mis en évidence, basés notamment sur les formes très différenciées de mobilisation de l'environnement spatial.

1. Introduction

La traçabilité des produits renvoie à la capacité d'identifier l'origine et l'évolution des produits le long des filières industrielles. Elle est devenue un important outil de gestion de la qualité des produits et un puissant instrument de codification des informations entre les firmes. Le système de traçabilité se situe dans un contexte marqué par une double contrainte, celle du marché et de ses défaillances notamment face aux demandes du consommateur, mais aussi celle des règles institutionnelles et de processus de normalisation qui se sont multipliés dans les années récentes et qui peuvent être très divers selon les secteurs. Il s'inscrit aussi dans un contexte technologique marqué par le développement sans précédent des technologies de l'information et de la

communication. Les systèmes de traçabilité ont de plus en plus besoin des TIC qui permettent de mémoriser, transférer et accumuler les informations et connaissances (Lam, 2002).

Dans ce cadre, les enjeux de la traçabilité ont soulevé une littérature empirique abondante souvent dédiée à leur mise en œuvre dans une filière spécifique et notamment dans l'agro-alimentaire où les problèmes de sécurité sanitaire alimentaire sont les plus prégnants. Ces différents travaux mettent en évidence une grande diversité sectorielle dans les sources, les enjeux et les usages de la mise en place des systèmes de traçabilité. Or cette diversité des configurations sectorielles trouve aussi son origine dans leur niveau micro-économique et dans le comportement d'adoption par les firmes d'un système de traçabilité.

Dans ce cadre, l'objectif du papier est de mettre en évidence les déterminants du comportement d'adoption d'un système informatisé de traçabilité en faisant l'hypothèse que ce comportement s'insère dans une articulation complexe et diversifiée entre les logiques industrielles et territoriales des firmes.

Au-delà des caractéristiques organisationnelles internes des firmes, il s'agira de mettre en lumière les rôles respectifs des externalités industrielles (nature du secteur, structures de marché, spillovers sectoriels etc...) et des externalités spatiales (effets d'agglomération, économies de localisation, etc...) dans le comportement des firmes. Notre objectif est, au-delà du modèle général, d'analyser l'existence ou non de configurations sectorielles variées dans la mise en œuvre de la traçabilité.

Notre approche théorique s'insère dans les théories de l'innovation, ce qui nous permet les fondements organisationnels du processus d'adoption des nouvelles technologies, et plus précisément sur des travaux récents qui se trouvent à l'intersection de l'économie industrielle et de l'économie spatiale (Battisti et Stoneman 2005; Galliano et Roux 2008). Pour tester les hypothèses, nous utilisons les données individuelles issues de l'enquête thématique "TIC et Commerce électronique - 2002" réalisée par les grands organismes nationaux de la Statistique Française (Insee, Sessi et Scees). Cette enquête nous permet de disposer des informations concernant l'organisation interne et externe de la firme, ses pratiques en termes d'usage des TIC et de la traçabilité et ses relations au territoire. Du point de vue méthodologique, on utilise un modèle de type probit qui nous permet d'analyser les facteurs qui influencent les choix organisationnels des firmes en distinguant les firmes qui adoptent un système informatisé de traçabilité par rapport à celles qui n'adoptent pas.

Cette communication est organisée en 4 parties. La section suivante précise notre cadre théorique basé sur les modèles d'adoption et les spécifications du modèle empirique. La section 3 est consacrée à la présentation de nos données, du modèle économétrique et des variables utilisées. La section 4 présente les résultats du modèle général concernant les tendances de l'ensemble de l'industrie française et ceux concernant les 5 grands secteurs qui la composent. La dernière section permet de faire une synthèse des principaux résultats et de conclure en termes de perspectives.

2. Externalités spatiales, Organisation de la firme et adoption de technologies : le cadre théorique

Le système de traçabilité associe, par définition, un flux d'information à un flux physique et il permet de suivre les produits et leurs processus de transformation à la fois au sein de la firme et le long des filières jusqu'aux consommateurs. Porté par de fortes contraintes institutionnelles¹, par des logiques marchandes liées à la qualité et à la gestion des risques, et par la demande de

consommateurs, le processus de traçabilité a connu d'importants développements au cours des dernières années. Il se situe notamment dans un contexte technologique marqué par un développement important des technologies et des infrastructures TIC (Ménard et Valceschini, 2005). Les systèmes de traçabilité tendent de plus en plus à être basés sur des TIC, car ces technologies facilitent l'identification, l'enregistrement et la transmission d'informations et de connaissances. Buhr (2003) montre ainsi que les TIC et les systèmes d'information de la firme permettent, dans le cas de l'agro-alimentaire, de développer une gestion de la logistique et de la surveillance des produits alimentaires le long de la filière. Mais toutes les firmes n'ont pas adopté un système de traçabilité informatisé² et, parallèlement, les technologies utilisées et leur intensité d'usage sont diverses selon les firmes. Quels sont donc, au niveau micro-économique, les facteurs qui favorisent ou défavorisent l'adoption d'un système informatisé de traçabilité ? Après avoir précisé le cadre théorique dans la mouvance des modèles d'adoption de technologies (Battisti et Stoneman 2005 ; Galliano et Roux 2008), on présentera les différents déterminants du comportement d'adoption des systèmes de traçabilité informatisés en mettant en évidence les trois grands ensembles de variables liées aux structures organisationnelles de la firme, aux facteurs liés à son environnement industriel et ceux liés à l'environnement spatial.

¹ Par exemple le Règlement européenne 178/2002 qui stipule à partir du 1^{er} janvier 2005 la traçabilité des denrées alimentaires à toute les étapes de production (obligation sur les objectifs mais pas sur les moyens) ; le Règlement 2023/2006 du décembre 2006 relatif aux bonnes pratiques (dont la traçabilité) de fabrication des matériaux destinés à entrer en contact avec des denrées alimentaires ; la loi française de lutte contre la contrefaçon n° 2007-1544 du 29 octobre 2007, etc.

² La littérature empirique sur le secteur des IAA montre que la plupart des systèmes de traçabilité restent encore basés sur la forme papier (Van der Vorst et al. 2003; FoodTrace 2004; ACTA-ACTIA 2006), mais qu'ils deviennent de plus en plus intégrés dans le système d'information informatisé des entreprises

³ Dans le cas de l'agro-alimentaire, ACTA-ACTIA (2006) montre la tendance des grands opérateurs à intégrer les systèmes de traçabilité informatisés dans leur système de gestion de la production. Pour les PME, la traçabilité est gérée par des logiciels spécifiques et sur forme papier.

⁴ D'où la norme ISO/TS 16949, référentiel en termes de traçabilité

⁵ Log du C4, niveau 220 de la nomenclature française des secteurs.

2.1 Cadre théorique de l'adoption d'une traçabilité informatisée: Les modèles d'adoption

La littérature sur le processus d'adoption de technologies propose différents modèles qui expliquent la diffusion des technologies: les modèles d'équilibre dans lesquels la décision d'adoption est basée sur une analyse coût-bénéfice; et les modèles de type épidémique, qui prennent en compte les effets des spillovers informationnels sur la diffusion des technologies (voir Karshenas et Stoneman 1993).

Ainsi, *dans les modèles d'équilibre*, la décision de l'adoption est le résultat d'un calcul économique des agents qui anticipent les coûts et les bénéfices nets qu'ils retireront de l'adoption et de l'usage de ces technologies. Dans ces modèles l'hypothèse est que l'information sur les caractéristiques de la technologie est connue et partagée et que la différence des niveaux d'adoption entre acteurs résulte de leur hétérogénéité. Les bénéfices attendus de la technologie dépendront des caractéristiques propres des agents ("rank effects") mais aussi de leur position dans l'ordre d'adoption de la technologie par les agents ("stock and order effects"). Les effets de classement (rank effects) renvoient au fait que les agents diffèrent par leurs caractéristiques propres ; les firmes n'ont pas toutes les mêmes caractéristiques de taille, de ressources, de place sur le marché ou de localisation. Elles n'ont pas les mêmes besoins et donc les mêmes attentes vis à vis de la technologie. Par ailleurs, comme le notent de nombreux auteurs, les choix et les modes

d'adoption et les performances des technologies va fortement dépendre de leur cohérence avec les objectifs de la firme (Milgrom et Roberts, 1995) mais aussi de leur cohérence avec les structures organisationnelles. Les choix d'adoption des technologies génériques de type TIC ou outils de traçabilité, nécessitent souvent des innovations organisationnelles complémentaires pour la firme (Greenan 2003, Bocquet et al. 2007).

Quant à la *modélisation de type épidémique*, elle considère les spillovers informationnels sur la technologie comme premiers dans ce processus. Plus les adoptants sont nombreux, plus les adoptants potentiels disposent d'informations sur la nouvelle technologie, plus elle se diffusera rapidement. Ces modèles font l'hypothèse qu'un utilisateur potentiel devient utilisateur par contact avec un adoptant et plus le nombre d'adoptants est grand, plus la probabilité pour un non adoptant d'être en contact avec un adoptant sera élevée et plus la probabilité d'être « contaminé » sera forte.

En intégrant ces deux approches de la diffusion des technologies, certains auteurs obtiennent des modèles d'adoption de technologies qui intègrent à la fois les *rank effects* liés aux caractéristiques de la firme, les *stock and order effects* dans le cas de la diffusion inter-firmes, et les effets épidémiques. En reprenant le modèle de Galliano et Roux (2008) sur l'adoption des TIC et dans la mouvance des travaux de Battisti et Stoneman (2005), on peut ainsi caractériser le processus d'adoption de la technologie ou d'un processus informatisé de traçabilité, en considérant la variable discrète binaire qui prend la valeur 1 si l'entreprise dispose en t de la nouvelle technologie et la valeur 0 sinon. En t , une firme dispose de la nouvelle technologie si le bénéfice net qu'elle anticipe de son adoption relativement à sa non adoption est positif. d_i^t

Le bénéfice net espéré de l'adoption noté $\theta(x_i^t)$ est fonction des caractéristiques propres à la firme ainsi que de celles de son environnement dans ses différentes dimensions sectorielles ou géographiques (effets de classement). On fait ensuite l'hypothèse supplémentaire selon laquelle la firme peut adopter la nouvelle technologie sur la base d'un effet d'entraînement exercé par son environnement sectoriel et géographique. L'adoption de la nouvelle technologie par d'autres firmes du même secteur ou de la même zone géographique engendre des spillovers informationnels qui peuvent inciter la firme à adopter cette nouvelle technologie dès lors qu'ils réduisent l'incertitude entourant ses caractéristiques (effets épidémiques). Ces effets épidémiques sont notés e_i^t .

On considère au total que la firme i dispose de la nouvelle technologie en t , i.e. , si le retour espéré net par la firme (comparé à sa non adoption) est positif : $d_i^{n,t} = 1$

$$\pi(x_i^t, e_i^t) = \theta(x_i^t) + f(e_i^t) > 0$$

Le premier terme de l'expression caractérise les bénéfices nets anticipés par la firme alors que le second terme traduit un correctif à cette perception du fait de l'existence de spillovers informationnels sur les caractéristiques de la technologie.

2.2 Les facteurs explicatifs du comportement d'adoption d'un système informatisé de traçabilité

L'objectif de cette section est de caractériser les différents facteurs qui influencent le comportement d'adoption d'un système informatisé de traçabilité au sein de la firme. Les modèles théoriques d'adoption font apparaître deux grands ensembles de facteurs ; les effets de classements liés aux caractéristiques de la firme et de son environnement sectoriel et spatial et les

effets épidémiques. Concernant les caractéristiques internes des firmes, l'objectif est de faire apparaître les effets complémentaires entre les structures organisationnelles et les formes de management de la firme représenté par son système d'information qui détermine ses pratiques de codification (&1). Concernant l'environnement, on cherchera à mettre en évidence le poids respectif des externalités et des spillovers informationnels selon leur dimension sectorielle (&2) et leur dimension géographique (&3).

2.2.1 Les caractéristiques internes de la firme

On fait l'hypothèse que chaque firme possède des caractéristiques qui influencent ses besoins et capacités pour adopter une nouvelle technologie. Les effets de classement liés aux caractéristiques internes de la firme montrent que non seulement la taille mais aussi les modes de coordination internes et externes jouent un rôle dans le processus de traçabilité.

La taille de la firme : les firmes industrielles ont chacune différentes caractéristiques qui vont jouer sur leur comportement d'adoption. Parmi ces caractéristiques, *la taille de la firme*, devrait avoir un effet sur le processus d'adoption. La grande taille permet théoriquement un accès privilégié aux ressources financières, aux rendements d'échelle et à une main d'œuvre plus diversifiée en termes de compétences. Elle favorise également l'accès à l'information sur les nouvelles technologies. La grande firme a également un pouvoir de négociation plus important par rapport à ses fournisseurs. La taille peut ainsi jouer un rôle important voire déterminer les ressources investies dans des activités de traçabilité (Rábade et Alfaro 2006) et conditionner, comme le montrent Mancini et al. (2002), le développement de logiciels spécifiques pour la traçabilité. Plus généralement, la littérature sur les TIC s'accorde pour montrer le rôle majeur de la taille sur l'adoption de nouvelles technologies (Mansfield 1968; Karshenas et Stoneman 1993; Galliano et Roux 2006). Même si cette relation n'est pas toujours linéaire, les systèmes de traçabilité tendent à être adaptés à la taille de la firme et à sa complexité.

Organisation interne et externe : La traçabilité implique logiquement une coordination des différents acteurs de la filière (Souza-Monteiro et Caswell 2005 ; Charlier et Valceschini 2008). Les TIC sont des outils qui facilitent la communication et la coordination entre les firmes mais aussi entre les différents acteurs au sein de la firme. Ainsi, plus les coûts de surveillance et de coordination sont élevés, plus les rendements de l'utilisation de TIC sont supposés être importants. Ceci est notamment le cas dans les industries agro-alimentaires où la traçabilité, notamment quand elle est portée par des TIC, permet de réduire ce type de coûts (Buhr 2003). Au-delà de la taille, la littérature met en évidence l'importance d'autres facteurs liés à la structure de la firme qui peuvent jouer dans l'adoption de certaines technologies, comme par exemple celui d'une *forme organisationnelle multi-établissements*. La multi-localisation des unités de production dans différentes zones génère des coûts de communication et de coordination élevés. Les différents travaux empiriques montrent que le fait d'être multi-établissements (FME) joue positivement dans l'adoption des TIC (Fischer et Johansson 1994, Galliano et Roux 2008). Mais cette situation peut varier selon l'appartenance sectorielle car dans le cas de l'agro-alimentaire, Bouhsina et al. (2002) trouvent que le nombre d'établissements dans une firme joue négativement dans l'adoption d'un standard générique de qualité (ISO 9000 et HACCP).

Différentiation de produit : La littérature met largement en évidence l'importance du comportement du consommateur, et notamment le besoin de rassurer sur la qualité et la sécurité des produits, dans la mise en place de la traçabilité dans les filières. Dans ce cadre, les nouveaux produits doivent supporter des coûts en marketing et en publicité importants pour informer le consommateur (Verbeke 2005). Le *taux de publicité* de la firme peut apporter une information sur l'intensité du caractère identitaire de la firme (valorisation d'une image de marque, etc.) et

sur la recherche d'une différenciation des produits afin de cerner leur rôle dans le processus d'adoption de la traçabilité. Le taux de publicité constitue une variable qui peut permettre de mesurer une différenciation entre firme qui cherchent à utiliser ou pas leur image pour informer le consommateur et promouvoir leurs produits. Publicité et traçabilité peuvent ainsi être complémentaires ou substituables dans l'objectif de rassurer le consommateur. Verbeke (2005) suggère que la traçabilité n'est pas, en elle-même, l'indicateur le plus efficace pour générer la confiance du consommateur sauf si elle accompagne une autre marque de qualité tel un label. Dans ce cadre, notre objectif est de tester cette relation entre publicité et traçabilité et de déterminer si la firme qui investit une part importante de son chiffre d'affaire en publicité a une probabilité plus grande d'adopter un système informatisé de traçabilité.

Le type d'outils utilisés par la firme est un indicateur des choix de management de l'organisation et notamment de l'importance du degré de formalisation et de codification des pratiques et des savoirs. Ils traduisent la nature du système d'information à l'œuvre dans l'entreprise sur lequel s'appuie ou s'appuiera le système informatisé de traçabilité. Ces technologies peuvent structurer à la fois le système de traçabilité des produits au sein de la firme et avec ses partenaires. On peut identifier, à la suite de différents auteurs (Van der Vorst et al. 2003; ACTA-ACTIA 2006; Faraggi 2006), 3 principales fonctions des technologies de traçabilité dans la firme : i) l'identification et l'enregistrement des lots, ii) la gestion des données et iii) la transmission des données. Les technologies utilisées pour l'identification et l'enregistrement des lots peuvent aller du code barre classique aux outils plus sophistiqués tels que le RFID (Radio Frequency Identification Devices). Les technologies concernant la gestion des données de traçabilité sont plutôt celles de type ERP (Enterprise Resource Planning System) et Warehouse Management Systems (WMS). Pour la transmission des données, la tendance va à l'usage de formats standards de transmission électronique de données tels que l'EDI (Electronic Data Interchange) ou l'intranet et l'extranet. Dans le processus de traçabilité, ces deux fonctions, de gestion et de transmission des données, sont les deux étapes qui conditionnent le processus de codification. Notre hypothèse est que la présence de ces outils favorise l'implémentation du système de traçabilité dans l'entreprise.

2.2.2 Les facteurs liés à l'environnement sectoriel et marchand

Le secteur d'activité: L'influence du secteur d'activité renvoie à la fois aux déterminants techniques propres à l'industrie et aux modes de relations amont et aval aux seins des filières. Il renvoie à la nature du produit et au mode d'organisation de la filière entre les différents types d'acteurs, leur nombre et la nature diverse de leurs relations, qui interviennent dans le processus de production, de fabrication et de distribution du produit. Les informations sont plus ou moins standardisées ou codifiées selon de le type de produits et le type de coordination des acteurs dans la filière. Le mode de pression de l'aval notamment constitue un déterminant important dans les choix de modes de traçabilité.

Dans le cas de l'agro-alimentaire, par exemple, les firmes sont fortement influencées par la loi et les réglementations liées à la sécurité sanitaire des aliments. La responsabilité pénale en cas de crise est un déterminant important de la mise en œuvre de la traçabilité (Hobbs 2004). Ce secteur constitue un cas particulièrement exposé à cette multiplication des dispositifs de coordination et de normalisation des produits et des modes de production qui impliquent l'ensemble des acteurs de la filière de l'agriculteur au consommateur final. En générale, pour l'ensemble du secteur des biens de consommation, les risques liés à un rappel du produit (la critique des consommateurs, la perte des clients, les réactions des concurrents, etc. ; voir Gollety et al. 2005) représentent des incitations pour que les entreprises, en anticipant l'éventualité d'un tel rappel, mettent en place un système de traçabilité. Dans le cas de l'industrie pharmaceutique (30% des adoptants du secteur

des biens de consommation), la traçabilité est présente depuis longtemps du fait des contraintes et des exigences réglementaires, professionnelles et commerciales, notamment à cause de risques pour le consommateur mais également pour des questions de contrefaçon (d'où l'existence de l'agence française de sécurité sanitaire des produits de santé). D'autres industries comme celles de l'habillement et de la parfumerie, toujours dans le secteur des biens de consommation, utilisent la traçabilité notamment pour des questions de gestion de stocks, de logistique, de suivi du cycle de vie du produit et de lutte contre la contrefaçon (Faraggi 2006). Dans le secteur de l'automobile, la traçabilité reste historiquement très intégrée à l'assurance qualité qui renvoie aux aspects de logistique, comme par exemple retrouver des pièces pour les authentifier ou pour la gestion de flux, mais aussi aux besoins de prévention des crises liées aux risques d'un rappel généralisé (Viruéga 2005)⁴. Elle est également de plus en plus liée au développement de la conception modulaire des processus de production (Frigant et Lung 2002) et devient de plus en plus un véritable critère de sélection des fournisseurs par les constructeurs automobiles. On retrouve cette complexité croissante d'interactions, à encore une plus grande échelle, dans l'aéronautique. La forte exigence de rationalisation des procédures entre les différents acteurs intervenant dans la réalisation des produits (entre les différents sites de production et entre ceux-ci et le réseau de sous-traitance) oblige l'utilisation de plateformes TIC très sophistiquées (Kechidi 2006).

Les effets épidémiques sectoriels : La modélisation de type épidémique met l'accent sur l'importance des spillovers informationnels sur le processus d'adoption des technologies ; la rapidité et l'étendue de leur diffusion dépendront du nombre d'adoptants dans l'environnement de la firme ; plus une technologie est adoptée, plus l'information concernant cette technologie se diffuse et permet la diminution des risques liés à son adoption. Hollenstein (2004) montre que la capacité d'une firme à adopter une nouvelle technologie augmente si cette firme appartient à un secteur dont déjà un grand nombre de firmes utilisent cette technologie. Notre objectif est dans ce cadre de tester l'impact de ces effets épidémiques sectoriels sur la probabilité d'adoption d'un système de traçabilité par la firme.

Les déterminants marchands: Si la pression de l'aval constitue un effet sectoriel important au niveau des filières, le type de structure de marché et la pression concurrentielle que subit la firme peut également intervenir dans l'incitation à adopter de nouvelles technologies et un système de traçabilité efficient. La littérature théorique tend à montrer que la capacité et la rapidité à innover est favorisée pour les firmes ayant déjà une grande part de marché (Reinganum, 1989). Toutefois, les effets de la pression concurrentielle sur la capacité d'innovation des firmes restent ambigus dans la littérature ; une forte concurrence peut aussi inciter la firme à produire de l'innovation pour défendre sa part de marché.

2.2.3 Les facteurs liés à l'environnement géographique : effets d'agglomération et spillovers informationnels spatiaux

L'idée générale est que l'environnement dans lequel la firme est localisée influence sa capacité à innover et son comportement d'adoption de nouvelles technologies. La littérature concernant la dimension spatiale des processus d'innovation met ainsi en évidence les caractéristiques des zones de localisation favorables à l'adoption de technologies. Elles renvoient à l'existence d'économies externes liées à l'agglomération des firmes mais aussi aux effets épidémiques relatifs aux spillovers informationnels sur la technologie.

Concernant les économies d'agglomération, on distingue généralement les économies d'agglomération liées à une concentration urbaine et les économies d'agglomération découlant d'une concentration spatiale d'une activité industrielle spécifique (Malmberg et al., 2000,

Duranton, 1997). L'hypothèse, est que les *économies d'agglomération urbaine* permettent l'accès à une variété d'infrastructures et d'activités de service (informatique, fournisseurs de technologies, etc.) et à une main d'œuvre qualifiée et diversifiée, qui favorisent l'adoption de technologies par les firmes. La faible présence de ces facteurs dans les zones rurales, corrélée au niveau technologique plus faible des firmes, expliquerait le retard des firmes rurales dans les processus d'adoption de nouvelles technologies (Gale 1998). Les *effets d'agglomération industrielle* renvoient au degré de spécialisation des zones de localisation et à l'existence d'une main d'œuvre spécialisée et de fournisseurs adaptés aux besoins des firmes du secteur. Parallèlement, comme le note Antonelli (1999), le degré de spécialisation industrielle du site permet la construction de réseaux d'entreprises (fournisseurs, services dédiés etc...) qui favorise les besoins en traçabilité et parallèlement la diffusion des informations et des technologies. Dans le cas de l'agro-alimentaire, Rabade and Alfaro (2006) montrent que la localisation géographique des fournisseurs détermine le degré de coordination entre clients et fournisseurs de façon à créer des forts liens de collaboration.

Quant aux *effets épidémiques spatiaux*, ils renvoient à l'importance du nombre d'adoptants dans l'environnement de localisation de la firme dont la présence permet de réduire l'incertitude liée à la technologie. Il est toutefois souvent difficile de distinguer si l'adoption découle d'un pur effet mimétique « épidémique » ou d'un effet de réseau si la firme est en relation d'échange avec des firmes de son environnement (Vicente et Suire 2007). Ces effets épidémiques de nature géographique ont peu été testés dans la littérature empirique. Seuls Forman (2003) et Galliano et Roux (2008) trouvent un effet positif de cet environnement d'adoptants sur l'adoption d'Internet par les firmes.

Finalement, la question peut être ensuite d'analyser si la probabilité d'adoption d'un système de traçabilité dépend plus spécifiquement d'un effet d'entraînement porté par l'environnement sectoriel ou d'un effet spatial lié à l'environnement géographique de la firme. Cette question a été rarement traitée dans la littérature.

3. Les données et méthodes

3.1 Les données

Pour tester nos hypothèses, nous nous appuyons sur les données individuelles des entreprises issues de l'enquête *TIC et Commerce électronique* de 2002, réalisée par les Instituts Nationaux de la Statistique (Insee-Sessi et Scees). L'enquête nous renseigne sur l'existence et les usages d'un outil de traçabilité ainsi que celle des autres outils TIC, dans les firmes françaises. Cette enquête est fusionnée avec l'Enquête Annuelle d'Entreprises (EAE) et nous donne l'information sur les activités de la firme, ses caractéristiques structurelles, le nombre d'établissements et la localisation de leur siège social. Elle est également appareillée à l'enquête Liaisons Financières (LIFI) qui nous donne l'information concernant l'appartenance de la firme à un groupe. L'échantillon est représentatif, en taille et en secteur, des entreprises industrielles françaises. Il est constitué de près de 5000 firmes industrielles françaises soit, en données pondérées, plus de 22 000 entreprises. Finalement, nous mobilisons les données du fichier de zonage du territoire français (ZAUER, INSEE-INRA 1998), qui nous renseigne sur la nature des espaces de localisation et notamment sur la densité économique de la zone de localisation. La typologie obtenue permet de classer l'ensemble des communes françaises selon 7 catégories d'espaces que nous avons agrégés en 4 niveaux : zone urbaine, péri-urbaine, pôles ruraux et zone rurale isolée. Les statistiques descriptives de notre population sont données dans le tableau 1.

Table 1 : Caractéristiques des entreprises adoptantes par secteur

		Total	Industrie Hors IAA	IAA	Biens de consommation	Auto- mobile	Biens d'équipement	Biens intermédiaires
N. total d'entreprises de l'échantillon		22 970	20 115	2 856	4 767	542	5 098	9 707
N. entreprises adoptantes	en nbre	5 355	4 134	1 222	738	121	716	2 556
	en %	23,31	20,55	42,78	15,48	24,06	14,05	23,33
Taille	20 à 49	60,43	61,10	58,10	57,86	23,14	60,01	64,22
	50 à 99	16,51	16,22	16,12	15,45	23,14	16,87	16,59
	100 à 499	13,69	12,85	16,45	13,55	19,83	11,85	12,58
	500 ou +	9,34	9,36	9,25	13,01	33,88	11,27	6,63
Forme d'organisation								
	<i>Groupe</i>	71,00	70,66	72,10	72,50	93,40	73,33	68,38
	<i>Entrep.</i>	29,00	29,33	27,86	27,52	7,56	26,80	31,63
	<i>Indépendante</i>							
	<i>Monoétablissement</i>	62,66	64,48	56,47	50,13	64,07	63,28	69,05
	<i>Multi-établissement</i>	37,34	35,52	43,50	49,89	36,89	36,85	30,96
Système d'information de la firme								
<i>Outils de data management</i>	ERP	66,48	69,11	57,60	68,27	66,70	72,83	68,50
	GED*	23,51	25,06	18,23	29,87	42,84	23,99	23,17
	Workflow	22,79	24,58	16,74	26,97	51,46	31,47	20,72
	Datawarehouse-Datamining	24,79	25,25	23,24	29,71	40,55	21,73	24,25
<i>Outils de communication</i>	EDI	64,06	60,91	74,62	54,54	82,74	61,39	61,67
	Intranet	54,39	55,32	51,20	56,04	70,31	58,53	53,57
	Extranet	18,11	19,96	11,83	28,77	29,56	16,10	18,07
Zone du siège	Urbain	58,68	62,41	46,00	75,91	75,52	73,88	54,77
	Péri-Urbain	10,15	20,74	20,25	22,43	12,31	14,93	12,71
	Rurale	10,15	07,81	18,03	7,20	0	7,79	8,37
	Rurale isolée	10,42	09,51	13,50	4,60	10,50	5,77	11,91

Source : Enquête TIC et Commerce électronique (2002 apparié à l'EAE. INSEE, SESSI, SCEES

* Gestion Electronique des Documents.

La statistique descriptive montre déjà l'importance des caractéristiques structurelles et organisationnelles de la firme dans son comportement d'adoption d'un système de traçabilité informatisé (taille, appartenance à un groupe, etc.). Elle montre aussi les spécificités sectorielles et surtout celle de l'agro-alimentaire par rapport aux autres secteurs d'activité du système productif français. Les IAA représentent le secteur industriel qui a le plus adopté un système de traçabilité informatisé. Les firmes de ce secteur sont surtout de taille moyenne, mono-établissement, et ayant un important usage des outils de type EDI. On trouve parallèlement le secteur de l'automobile, composé surtout de grandes firmes, appartenant pour l'essentiel à des groupes et ayant un fort usage de nombreux outils de data management et de communication. Les adoptantes sont essentiellement urbaines dans les cas des biens de consommation, d'équipement et de l'automobile et plus diversifiées dans leur localisation pour les IAA et les biens

intermédiaires.

3.2 La méthode

Sur la base des données individuelles des firmes, on réalise un modèle probit, ce qui nous permet de prendre en compte les déterminants du choix organisationnel des firmes, en différenciant entre ceux qui adoptent, ou pas, un outil de traçabilité. Au-delà d'une description statistique de la traçabilité dans l'ensemble du système productif français, notre objectif est de tester, grâce au modèle économétrique, les facteurs qui favorisent l'utilisation d'un système informatisé de traçabilité. Les estimations ont été réalisées après la pondération des observations, afin de corriger les biais d'échantillonnage et de produire des résultats représentatifs de l'ensemble de la population. Les modèles de type Probit sont utilisés pour expliquer une variable dépendante dichotomique dont le modèle latent est le suivant (Greene 2003):

$$y_i^* = \beta x_i + \varepsilon_i$$

où x_i est un vecteur de variables endogènes, β le vecteur des paramètres et ε_i , l'erreur résiduelle, qui suit une distribution normale. La variable latente est continue et inobservée et on observe les variables binaires de telles que :

$$y_i = 1 \text{ si } y_i^* > 0 \text{ et } y_i = 0 \text{ si } y_i^* \leq 0$$

3.3 Les variables

Cette section présente la nature des différentes variables utilisées dans le modèle (variable expliquée et variables explicatives). Ces variables explicatives sont divisées en trois catégories : les caractéristiques internes de la firme, les caractéristiques liées à son environnement sectoriel et marchand et les caractéristiques liées à son environnement spatial.

La variable dépendante : Dans cet article, on estime la probabilité d'adopter un outil de traçabilité informatisé. On utilise une variable dichotomie qui prend la valeur 1 si adopte et 0 si non. A partir de l'enquête TIC et commerce électronique 2002, on utilise la variable outil de traçabilité, définie dans le questionnaire de l'enquête, comme « un outil qui permet de suivre en temps réel, la localisation et l'historique d'un produit » et qui repose sur « des dispositifs informatiques, tels que les codes à barres, puces et étiquettes électroniques, et s'appuie sur différentes technologies d'identification des produits ».

Les variables explicatives liées aux caractéristiques internes de la firme.

Plusieurs variables sont identifiées dans la littérature pour tester les caractéristiques internes de la firme et, en premier lieu, *la taille de la firme*. Les firmes sont réparties en 4 classes de tailles à partir du nombre d'employés (de 20 à 50 ; de 50 à 100 ; de 100 à 500 ; et plus de 500). Par ailleurs, *l'appartenance ou non à un groupe de sociétés* nous indique si la firme appartient à un réseau organisationnel plus large qui favorise la probabilité d'utiliser des TIC et des systèmes de traçabilité, même si cette intégration dépend de la division fonctionnelle et du degré de centralisation des décisions au sein du groupe. L'organisation spatiale de la firme est testée par le fait que l'entreprise soit ou non multi-établissements. La différenciation des produits est captée par le taux de publicité mesuré par la part des dépenses de publicité dans le chiffre d'affaires de la firme.

Pour pouvoir caractériser le système d'information de la firme, nous avons essayé d'identifier le

lien entre les outils de gestion et de communication de la firme avec ses pratiques de traçabilité. L'enquête TIC et commerce électronique nous fournit un ensemble de données sur le système d'information de la firme et notamment sur l'existence d'outils de gestion de l'information (ERP, GED, Workflow et Datawarehouse) et sur ses modes de communication internes et externes (EDI, Intranet, Extranet).

Les variables explicatives liées à l'environnement sectoriel et marchand de l'entreprise : le secteur de l'activité principale de l'entreprise met en évidence l'ensemble des contraintes techniques et économique relatives au secteur auquel la firme appartient. Calculé au niveau 60 de la nomenclature d'activité Française (NAF), on retient les cinq grands secteurs industriels que constituent les IAA, les biens de consommation, l'automobile, les biens d'équipements et les biens intermédiaires. Concernant l'environnement concurrentiel, on utilise le logarithme de l'indicateur de concentration C4 calculé sur les parts de marché cumulées des 4 premières firmes du marchés. Cet indicateur est complété par le taux d'exportation de la firme (log des exports sur le chiffre d'affaires) qui permet de capter son degré d'ouverture sur les marchés internationaux qui peuvent avoir un rôle incitatif sur le comportement de traçabilité. Concernant les effets épidémiques sectoriels, on utilise le taux moyen d'adoption de la traçabilité par les firmes du secteur (logarithme du taux).

Les variables explicatives liées à l'environnement spatial de l'entreprise : Concernant l'environnement spatial, on utilise la *localisation du siège social*, selon le zonage ZAUER (INSEE-INRA), pour différencier quatre types of locations selon la densité des salariés et des migrations entre zones. Ce sont les pole urbains; les zones péri-urbaines, les pôles ruraux et les zones rurales isolées (cf INSEE-INRA 1998). Concernant les effets d'agglomération industrielle, on utilise un indicateur de type Glaeser et al (1992) ie le rapport du poids des effectifs salariés de l'activité dans les effectifs totaux du département sur le même ratio calculé pour la France (en log.). Si ce ratio est supérieur à 1 on considérera que l'activité est plus spécialisée dans le département que sur le territoire national. Pour les effets épidémiques spatiaux on utilise le *niveau d'adoption d'un outil de traçabilité informatisé dans la même zone géographique*, c'est-à-dire le log du taux moyen utilisation de la traçabilité par les firmes localisées dans le même département.

4. Les résultats

Cette partie présente les résultats du modèle général testé sur l'ensemble de l'industrie française et des modèles sectoriels menés sur les 5 grands secteurs industriels qui composent le système productif français : les IAA, les biens de consommation, l'automobile, les biens d'équipement et les biens intermédiaires. On s'attachera dans une première partie à mettre en évidence le rôle des caractéristiques structurelles de la firme sur son comportement de traçabilité et, dans une seconde étape, de cerner le rôle des différentes facettes de leur environnement. Au-delà des tendances générales, l'objectif est de mettre en évidence l'existence de spécificités sectorielles dans l'articulation des facteurs liés à l'environnement industriel et spatial.

4.1 Les caractéristiques internes de la firme

Concernant l'impact des structures organisationnelles, si le modèle général montre l'importance globale de la taille et de l'appartenance à un groupe dans la probabilité d'adoption d'un système de traçabilité, les résultats par secteurs révèlent des différences marquées. Ainsi, la taille ne joue pas toujours linéairement pour les différents secteurs. La probabilité d'adoption est croissante avec la taille pour les BC, l'automobile et dans une moindre mesure pour les biens d'équipement. Pour ces secteurs, les entreprises qui ont adopté sont avant tout des grandes entreprises. Par

contre, le rôle de la taille est non linéaire pour les IAA et la grande taille joue même un rôle négatif pour les biens intermédiaires. Ce résultat est conforté par le rôle négatif que joue souvent le fait que l'entreprise soit multi-établissements. Il est également renforcé par le fait que le degré de publicité, qui tendrait à mettre en évidence l'importance de l'image de marque dans la stratégie de l'entreprise, joue un rôle souvent négatif sur la traçabilité dans l'industrie. Ceci à l'exception des biens d'équipements qui ont un rôle très positif et significatif de la publicité dans leur processus de traçabilité.

Notons que le cas des IAA est assez divergeant. La probabilité d'une informatisation du système de traçabilité est ainsi corrélée à la croissance de la taille de l'entreprise avec une décroissance pour les firmes de plus de 500 salariés ; les entreprises les plus petites ayant encore recours à des formes de traçabilité papier. Parallèlement, le fait que l'entreprise soit mono ou multi-établissements ne joue pas significativement dans le processus de traçabilité contrairement à la plupart des secteurs industriels. Le fait que la firme soit multi-établissements a souvent pour intérêt, dans l'agro-alimentaire surtout, de permettre de conjuguer des externalités urbaines et rurales (Galliano et Roux 2006) et cela ne nuit pas à l'adoption d'outils. Par ailleurs, contrairement au reste de l'industrie, le degré de publicité, qui traduit l'intensité des stratégies de valorisation de marque est positif et non significatif.

Ainsi, il semblerait que le modèle industriel soit plus spécifiquement celui de l'entreprise porteuse de produits standards, sans recours à la publicité, et insérée dans des relations verticales propres à sa filière ou à son groupe d'appartenance. On retrouve ces caractéristiques pour les biens intermédiaires, les biens de consommation et dans une moindre mesure l'automobile. Pour les IAA, la traçabilité tendrait à être autant formalisée et développée dans des produits génériques ou des produits insérés dans des filières à circuits longs intégrées verticalement (processus B-to-B) que pour des produits valorisant la marque. Ce dernier aspect pouvant être porté par les pratiques de valorisation des produits plus spécifiques de type AOC, IGP.

Tableau 2 : Les déterminants de l'adoption de traçabilité par secteur

	Variable endogène : Adoption d'un outil de traçabilité						
	Total	Industrie hors IAA	IAA	Biens de consommation	Automobile	Biens d'équipement	Biens intermédiaires
I. Caractéristiques internes de la firme							
Taille	ref	ref	ref	ref	ref	ref	ref
20<50							
50<100	0.130 ***	0.100 ***	0.185 **	0.260 ***	0.912 ***	0.146 ns	0.058 ns
100<500	0.206 ***	0.139 ***	0.445 ***	0.568 ***	0.697 **	-0.083 ns	0.115 ns
>500	0.135 **	0.053 ns	0.374 **	0.626 ***	1.261 ***	0.277 *	-0.268 ***
Appartenance à un groupe	0.173 ***	0.169 ***	0.224 ***	0.165 ***	0.590 **	0.261 ***	0.173 ***
Organisation multi-établissement	-0.083 ***	-0.072 ***	0.018 ns	0.091 ns	-0.606 **	-0.115 *	-0.131 ***
Taux de publicité	-0.645 ns	-3.842 ***	0.038 ns	-2.061 **	-22.653 ns	7.018 ***	-8.633 ***
Système d'information : Outils de data management	0.292 ***	0.302 ***	0.290 ***	0.379 ***	-0.731 ***	0.304 ***	0.277 ***

- ERP	0.350 ***	0.335 ***	0.379 ***	0.376 ***	0.362 ns	- 0.039 ns	0.504 ***
- GED	0.512 ***	0.521 ***	0.260 ***	0.416 ***	1.533 ***	0.837 ***	0.473 ***
- Workflow	0.311 ***	0.367 ***	0.201 **	0.213 ***	0.003 ns	0.105 ns	0.461 ***
- Datawarehouse							
Outils de communication	0.262 ***	0.269 ***	0.301 ***	- 0.008 ns	0.219 ns	0.238 ***	0.364 ***
- EDI							
- Intranet	0.292 ***	0.262 ***	0.396 ***	0.047 ns	-0.302 ns	0.313 ***	0.380 ***
- Extranet	0.176 ***	0.168 ***	0.184 ns	0.366 ***	0.929 ***	- 0.256 ***	0.279 ***
II. Externalités industrielles (sectorielles et marchandes) :							
Secteur d'activité:	ref.	-	-	-	-	-	-
- IAA	-0.702 ***	-	-	-	-	-	-
- Biens de consommation	-0.659 ***	-	-	-	-	-	-
- Automobile	-0.747 ***	-	-	-	-	-	-
- Biens d'équipement	-0.385 ***	-	-	-	-	-	-
- Biens intermédiaires	-	- 0.035 *	-	- 0.043 ns	0.026 ns	0.229 ***	- 0.156 ***
Niveau de concurrence dans le secteur	0.065 ***		0.138 **				
Taux d'ouverture aux marchés internationaux	0.188 ***	0.193 ***	0.125 ns	0.567 ***	- 0.422 ns	- 0.152 ns	0.197 *
Effets épidémiques sectoriels	0.003 ***	0,006 ***	0.003 ***	0.003 ns	0.012 ns	0.010 ***	0.002 ***
III. Externalités spatiales :							
Econ urbaines : zone du siège	ref	ref	ref	ref	ref	ref	ref
- Urban	0.118 ***	0.144 ***	0.160 **	- 0.012 ns	- 0.730 **	0.001 ns	0.181 ***
- Peri-urban	0.021 ns	- 0.056 ns	0.408 ***	0.137 ns	-	0.122 ns	-0.165 ***
- Pole rural	-	- 0.066 ns	-	- 0.141 ns	0.140 ns	- 0.022 ns	- 0.089 ns
- Rurale isolée	0.136 ***		0.269 ***				
Effets d'agglomération industrielles	0.026 *	0.043 ***	0.086 ***	- 0.213 ***	0.089 ns	- 0.027 ns	0.091 ***
Effets épidémiques spatiaux	0.0002 ns	0.0003 ns	0.002 ns	- 0.0005 ns	0.002 ns	0.003 ***	- 0.001 ns
Constante	- 1.274 ***	- 1.866 ***	- 1.645 ***	-1.628 ***	-1.854 ***	-1.753 ***	- 1.828 ***
Nombre d'observations	22 963	20 109	2 853	4 766	503	5 096	9 706
R2	0.175	0.150	0.159	0.172	0.387	0.166	0.155

Source : Enquête TIC et Commerce électronique (2002 apparié à l'EAE. INSEE, SESSI,

SCEES

Enfin, pour *le type d'outils* la gestion de la traçabilité et la transmission des informations tout le long des filières avec les partenaires amont et aval nécessite d'une part une série d'outils complémentaires pour capter et traiter l'information (prologiciels de gestion de la production de type ERP, logiciels de supply chain management, etc..) et, d'autre part des outils de transmission des informations (Extranet, EDI, Intranet, etc...). Comme nous l'avons vu (tableau 1) l'outil dominant de la traçabilité reste l'ERP (66,48% des adoptants) et le moyen de communication l'EDI (64,06%). Toutefois ces outils sont également plus ou moins utilisés par les entreprises non adoptantes ce qui est moins le cas pour les autres outils tels que GED et surtout le Workflow qui sont plus spécifiquement orientés vers un usage de traçabilité. En termes de technologies de communication, on retrouve l'Intranet et l'EDI pour l'agro-alimentaire et pour l'industrie (hors biens de consommation et automobile) qui constituent les outils de communication et de coordination privilégiés qui favorisent la probabilité d'adoption d'un système informatisé de traçabilité. L'automobile reste un secteur assez spécifique fortement orienté vers le système Workflow pour le data management et l'Extranet comme outil de communication ; les autres outils jouent soit un rôle négatif sur sa probabilité d'adoption (dans le cas de l'ERP) ou non significatif pour les autres. Ces différentes configurations tendent à mettre en évidence le fait que la traçabilité, avant d'être un outil informatique de transmission de données sur les productions de l'entreprise est aussi une pratique organisationnelle complexe et systémique qui touche l'ensemble de l'organisation interne et externe de l'entreprise (Brereton et al. 2007).

4.2 Les effets de l'environnement industriel et spatial

Les premiers résultats du modèle tendraient à montrer que les effets respectifs des environnements industriel et spatial ne s'opposent pas mais se complètent. Ainsi, on peut regrouper deux grands ensembles de secteurs. D'une part, on trouve les biens de consommation, l'automobile et dans une moindre mesure les biens d'équipement, qui sont peu sensibles aux externalités quelle que soit leur nature, industrielle ou spatiale. Et d'autre part, on trouve l'agro-alimentaire et les biens intermédiaires qui sont plus sensibles aux externalités qu'elles soient de nature industrielle ou spatiale.

L'environnement industriel joue de manière différenciée selon les secteurs. Ainsi le degré de concurrence sur le marché de la firme joue un rôle négatif et significatif pour les IAA et les biens intermédiaires. Par contre, il ne joue pas pour les biens de consommation et l'automobile qui produisent de la traçabilité en dehors des contraintes de marché. Le taux d'exportation, et donc l'ouverture aux marchés internationaux, joue positivement dans le processus de traçabilité pour les entreprises des biens de consommation et intermédiaires et n'est pas significatif pour les autres. On note par ailleurs que

Concernant l'environnement spatial, le modèle général fait apparaître le rôle des processus d'agglomération urbaine et des économies de localisation dans le processus de traçabilité. Ce sont surtout les firmes péri-urbaines qui ont une probabilité positive et significativement plus forte que les autres à adopter des outils de traçabilité. Par contre, l'ensemble des localisations dans les zones rurales joue un rôle négatif sur la probabilité d'adoption de systèmes informatisés de traçabilité. Ce résultat est convergent avec ceux mis en évidence par la littérature sur les processus d'adoption d'innovation ou de technologies qui tendraient à montrer l'influence des externalités urbaines sur l'innovation. Les effets épidémiques spatiaux sont, par contre, non significatifs.

Les IAA et les BI ont des profils d'adoption très proches et les économies d'agglomération urbaines et surtout les économies d'agglomération industrielle jouent de façon positive et significative sur leur probabilité d'adoption. Pour les IAA, le modèle est un peu différent du fait de la localisation privilégiée de ces industries dans les zones rurales et les firmes agro-alimentaires sont fortement influencées par les externalités spatiales liées à la localisation de leur siège. Ainsi, une localisation dans un pôle rural, et dans une moindre mesure dans une zone péri-urbaine, est plus favorable qu'une localisation dans un pôle urbain. Seule la localisation en zone rurale isolée nuit encore à l'adoption de processus informatisés de traçabilité. Ce résultat semble lié à la fois au faible niveau technologique des produits et des qualifications surtout en zone rurale isolée (Gale 1998) et à l'intérêt pour ces firmes de valoriser leurs caractéristiques territoriales. On note l'influence non significative des spillovers informationnels spatiaux sur le comportement d'innovation qui ne jouent pas non plus pour les BI. Le niveau d'adoption de traçabilité dans la zone de localisation de la firme ne joue pas significativement sur sa probabilité d'adoption contrairement au degré d'adoption global des firmes de son secteur.

Pour les biens de consommation, l'automobile et les biens d'équipement, les résultats permettent de regrouper ces secteurs pour lesquels les différents processus spatiaux observés sont globalement non significatifs. On trouve seulement un effet peri-urbain négatif pour la traçabilité dans l'automobile et un rôle négatif des effets d'agglomération industrielle pour les BC ; les autres dimensions de l'environnement n'ayant aucun effet significatif sur leur comportement. Pour le BE, les effets d'agglomération quelle que soit leur nature sont aussi non significatifs ; seuls jouent les processus diffus de l'environnement avec un rôle positif des effets épidémiques spatiaux et sectoriels et surtout un effet d'entraînement fort de l'environnement concurrentiel.

Pour les BI et les IAA, ces résultats tendraient à confirmer l'importance des effets sectoriels et des processus d'intégration verticale le long des filières sur le comportement de traçabilité des produits. Les firmes ayant adopté un système de traçabilité sont ainsi plus sensible aux aspects sectoriels qu'aux dimensions marchandes (effet négatif et significatif du degré de concurrence sur le marché de la firme). Ces résultats sont renforcés par les effets épidémiques qui jouent un rôle marqué du point de vue sectoriel mais qui ne jouent pas au niveau spatial et par l'importance des processus d'agglomération industrielle qui traduisent le rôle des coordinations sectorielles au niveau local sur les processus de traçabilité. Il semblerait ainsi que les firmes ayant adopté un système de traçabilité sont peu sensible aux spillovers spatiaux et que les relations de proximité dans la traçabilité se matérialisent plus concrètement dans les processus d'agglomération industrielle.

5. Conclusion

Notre communication avait pour objectif l'analyse des déterminants du comportement d'adoption d'un processus de traçabilité par les firmes industrielles françaises en faisant l'hypothèse que ce comportement s'insère dans une articulation complexe et diversifiée entre les logiques industrielles et territoriales des firmes. Un modèle d'adoption de technologies, basé sur les déterminants liés aux caractéristiques propres de la firme et aux facteurs liés à son environnement, est testé sur une base de données originales, l'enquête *TIC et Commerce électronique* 2002, représentative de l'ensemble de l'industrie française. L'objectif est de mettre en évidence le rôle respectif des externalités industrielles et des externalités spatiales dans le comportement des firmes et de tester l'existence de spécificités sectorielles.

En terme de résultats, le modèle général concernant l'ensemble de l'industrie française montre bien l'importance conjuguée des caractéristiques organisationnelles de la firme et des effets

d'entraînement de son environnement dans la mise en œuvre d'un processus de traçabilité. Toutefois, les différents éclairages des sous-secteurs qui composent le système productif français montrent bien la diversité des systèmes de contraintes qui supportent la traçabilité dans chaque secteur. Ainsi, les contraintes incitatives à la mise en place d'un processus de traçabilité semblent plus de nature interne et liées aux formes organisationnelles pour des secteurs tels que les biens de consommation et l'automobile. Les biens d'équipement renvoient aussi à de fortes caractéristiques organisationnelles (très grande taille, forte image de marque et système d'information spécifique) mais alliées à un environnement marqué par la concentration des marchés. Les facteurs incitatifs semblent, par contre, plus de nature externe pour les IAA et les biens intermédiaires. Pour ces deux secteurs, la traçabilité est associée à un rôle actif des externalités industrielles et spatiales qui se conjuguent notamment par le rôle positif et significatif que jouent les effets d'agglomération industrielle.

Chaque secteur est donc au carrefour de contraintes et de spécificités à la fois internes et externes qui influencent leurs processus de traçabilité. En tant qu'outil de coordination, le processus de traçabilité est particulièrement sensible aux modes de coordination des acteurs le long des filières, aux processus d'intégration verticale mais surtout aux formes de pressions de l'aval ou de l'amont qui renvoient à l'analyse des rapports de pouvoirs et aux modes de diffusion des informations et des connaissances au sein de filières.

6. Références

- ACTA-ACTIA, 2006, "Identification et catégorisation des systèmes et outils de traçabilité existant dans différentes filières agricoles", *Rapport Final du réseau thématique ACTA-ACTIA « Systèmes et outils de traçabilité »*. ACTA Informatique, < <http://www.acta-informatique.fr>>, (May 11, 2007).
- Antonelli C., 1999, *The microdynamics of technological change*. Routledge
- Battisti G, et Stoneman P, 2005, "The intra-firm diffusion of new process technology". *International Journal of Industrial Organization*, 23 (1-2), pp. 1-22.
- Brereton P., Reece P., Davison J., et Oger R., 2007, "PETER project WP2 report", *Promoting European Traceability Excellence and Research (PETER)*, Sixth Framework Programme FP6-2004-FOOD-3-C, Deliverable D 2.2.
- Bouhsina Z., Codron J-M., et Hernandez-Sanchez A., 2002, "Les déterminants de l'adoption des standards génériques : le cas de la filière française de fruits frais", *Economies et Sociétés, Série "Systèmes agroalimentaires"*, 25, pp. 1617-1631.
- Bocquet R., Brossard O., et Sabatier M., 2007, "Complementarities in organizational design and the diffusion of information technologies: An empirical analysis", *Research Policy*, 36, pp. 367-386.
- Buhr B., 2003, "Traceability and information technology in the meat supply chain: implications for firm organization and market structure", *Journal of Food Distribution Research*, 34(3), pp. 13-26.
- Charlier C., et Valceschini E., 2008, "Traceability, trust and coordination in a food chain. A critical appraisal of European regulation." *European Journal of Law and Economics*, 25(1), pp. 1-15.
- Duranton G., 1997, "La nouvelle économie géographique: agglomération et dispersion", *Economie et Prévision*, 131(5), pp. 1-24
- Faraggi B., 2006, *Traçabilité*, Dunod, Paris.
- Fischer MM., et Johansson B., 1994 "Networks for process innovation by firms: conjectures from observations in three countries", in Johansson B., Karlsson C., Westin L., eds, *Patterns of a network economy*, Springer-Verlag, pp. 261-272
- FoodTrace, 2004, "Generic framework for traceability", *FoodTrace Concerted Action Programme*, <<http://www.eufoodtrace.org>>, (Dec 11, 2007)
- Foreman C., 2005, "The corporate digital divide: determinants of Internet adoption", *Management Science*, 51(4), pp. 641-654
- Frigant V., et Lung Y., 2002, Geographical proximity and supplying relationships in modular production, *International Journal of Urban and Regional Research*, 25(4), pp. 742-755
- Gale F.H., 1998, "Rural manufacturing on the crest of the wave: A count data analysis of technology use", *American Journal of Agricultural Economics*, 80, pp. 347-359.

- Galliano D., et Roux P., 2008, "Organisational motives and spatial effects in Internet adoption and intensity of use: evidence from French industrial firms", *Annals of Regional Sciences* 42(2), pp. 425-448.
- Galliano D, et Roux P., 2006, "Les inégalités spatiales dans l'usage des TIC : Le cas des firmes industrielles françaises", *Revue Economique*, 57(6), pp. 1449-1475.
- Glaeser E., Kallal HD., Scheikman JA., et Sheifer A, 1992, "Growth in cities", *Journal of Political Economy*, 100(6), pp. 1126-1152
- Gollety M., Guichard N., Lehu J-M., et Van Heems R., 2005, "Vers la gestion anticipée d'un rappel de produit", *Revue Française de Gestion*, 31(154), pp. 21-37
- Greenan N., 2003, "Organizational change, technology, employment and skills: an empirical study of French manufacturing", *Cambridge Journal of Economics* 27, pp. 287-316.
- Greene W., 2003, *Econometric Analysis*, Macmillan IPG, New York, fifth edition.
- Hobbs J., 2004, "Information asymmetry and the role of traceability systems", *Agribusiness*, 20(4), pp. 397-415.
- Hollenstein H (2004) The determinants of the adoption of ICT. *Structural Change and Economics Dynamics* 15: 315-342.
- INSEE-INRA, 1998, *Les campagnes et leurs villes*, Collection Contours et Caractères, Insee.
- Karshenas M., et Stoneman P., 1993, "Rank, stock, order, and epidemic effects in the diffusion of new process technologies: an empirical model", *RAND Journal of Economics*, 24(4), 503-528.
- Kechidi M., 2006, "La dynamique des relations inter-entreprises dans l'industrie aéronautique : une analyse de la sous-traitance d'Airbus France", *Revue Française de Gestion Industrielle*, 25(2), juin
- Lam A., 2002, "Modèles nationaux ou régionaux d'apprentissage et d'innovation propres à l'économie de la connaissance", *Revue Internationale des Sciences Sociales*, mars 171, pp. 75-93
- Malmberg A., Malmberg B., et Lundequist P., 2000, "Agglomeration and firm performance: economies of scale, localisation, and urbanisation among Swedish export firms", *Environment and Planning A*, 32, pp. 305-321.
- Mancini M.C., Giacomini C., et Mora C., 2002, "Case study on the traceability system in the fruit and vegetable sector", *17th Symposium IFS: "Meeting the challenges of sustainable livelihoods and food security in diverse rural communities"*, November 17-20, Lake Buena Vista, USA.
- Mansfield E., 1968, *Industrial Research and Technological Innovation*, Norton, New York.
- Ménard C., et Valceschini E., 2005, "New institutions governing the agri-food industry", *European Review of Agricultural Economics*, 32(3), pp. 421-440.
- Milgrom P., et Roberts J., 1995, "Complementarities and fit strategy, structure, and organizational change in manufacturing", *Journal of Accounting and Economics*, March-May, pp. 179-208.
- Rábade L.A., et Alfaro J.A., 2006, "Buyer-supplier relationship's influence on traceability implementation in the vegetable industry", *Journal of Purchasing & Supply Management*, 12, pp. 39-50.
- Reinganum JF., 1989, "The timing of innovation: research, development and diffusion". In Schmalensee R. and Willig R. (eds.), *Handbook of Industrial Organisation*, vol. 1. Elsevier, New York, pp. 849-908
- Souza-Monteiro D., et Caswell J., 2005, "The economics of traceability for multi-ingredient products: a network approach", *Annual Meeting of the AAEA*, July 24-27, Providence, Rhode Island.
- Van der Vorst, JGAJ., van Beurden, J., et Folkerts, H., 2003, *Tracking and tracing of food products, an international benchmark study in food supply chains*, Management summary, Rinjnconsult, The Netherlands.
- Verbeke W., 2005, "Agriculture and the food industry in the information age", *European Review of Agricultural Economics*, 32(3), pp. 347-368.
- Vicente J., et Suire R., 2007, "Informational cascades versus network externalities in locational choice: evidence of 'ICT clusters' formation and stability", *Regional Studies*, 41(2), pp. 173-184
- Viruéga J-L., 2005, *Traçabilité : outils, méthodes et pratiques*, Eds. d'Organisation, Paris.