

Les déterminants de l'adoption de l'éco-innovation selon le profil stratégique de la firme : le cas des firmes industrielles françaises

Danielle GALLIANO^{1*} and Simon NADEL²

¹Institut National de la Recherche Agronomique (INRA-AGIR), 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

²Université de Toulouse, UT1, LEREPS, 21, allée de Brienne, 31042, Toulouse cedex, France. Tél : +33 (0)5 61 12 87 09 ; Fax : +33 (0)5 61 12 87 08 ; simon.nadel@ut-capitole.fr

Résumé : L'objectif de cet article est d'analyser les facteurs qui influencent le comportement d'adoption d'une innovation environnementale par les firmes industrielles françaises et de décliner à partir d'un modèle général, trois modèles d'adoption des innovations environnementales selon l'objectif de l'adoption, c'est-à-dire si elle renvoie à une stratégie liée à la demande, aux coûts ou à la réglementation. Un modèle économétrique permettant d'analyser les caractéristiques favorables à un comportement innovateur est testé sur une base de données individuelles sur l'innovation représentative de l'industrie française (CIS8). Les résultats mettent en évidence le rôle structurant des caractéristiques internes de la firme, la coévolution avec ses autres formes d'innovation et l'influence de son environnement externe sur son comportement en matière d'adoption d'éco-innovations. Ils montrent que ces facteurs jouent bien de manière différente selon le profil stratégique de la firme.

Mots clés : Innovation environnementale, stratégie de la firme, demand pull, cost savings, réglementation, industrie française

Abstract : The aim of this article is to analyse the factors that influence French industrial firms in their eco-innovation behaviour and, using a general model as a basis, to build three models of adoption of eco innovations according to whether the motives for eco innovation are related to demand, costs or regulation. An econometric model for analysing the characteristics that are conducive to the adoption of eco innovations, on the one hand, and those that positively influence the intensity of firms' environmental innovation adoption is tested using individual data on innovation that is representative of the French industrial sector (CIS8). The results highlight the structuring role of firms' internal characteristics, the co-evolution with other forms of innovation and the influence of firms' external environment on their eco-innovation adoption. They show that these factors have different effects depending on firms' strategic profiles.

Key words: Environmental innovation, firm strategy, demand pull, regulation, cost savings, French industry

Codes JEL : Q5; 033; D22 ; L60

1. Introduction

Selon la littérature, une innovation environnementale est définie comme un procédé, équipement, produit, technique, ou système de gestion qui évite ou réduit l'impact environnemental (Arundel et al. 2005, Horbach 2008). Portées par de fortes contraintes institutionnelles et réglementaires (Rennings, 2000) et par la pression croissante des marchés (Beise and Rennings 2005), les innovations environnementales sont surtout un processus qui se construit de manière co-évolutive avec la stratégie globale de la firme et en particulier avec sa stratégie d'innovation. Dans la lignée de l'hypothèse de Porter (1991, 1995a, 1995b), la littérature s'accorde pour mettre en lumière trois grandes familles de déterminants du comportement d'adoption des innovations environnementales : un « regulatory push/pull effect », largement dominant et précurseur dans cette littérature sur les innovations environnementales et deux déterminants plus classiques en économie de l'innovation de « market pull » et de « technology Push » (Rennings 2000). Dans ce contexte, si de nombreux travaux se sont attachés à mettre en évidence le rôle de ces 3 déterminants clefs dans le comportement d'adoption des innovations environnementales, peu de travaux ont analysé les fondements micro-économiques de ces trois profils stratégiques. Cette dimension est d'autant plus importante qu'elle peut permettre de mieux comprendre les fondements structurels et stratégiques des comportements éco-innovateurs et mieux orienter, en retour, les politiques publiques.

L'objectif de cet article est d'analyser les facteurs qui influencent le comportement d'adoption d'une innovation environnementale par les firmes industrielles françaises et de décliner à partir d'un modèle général, trois modèles d'adoption afin de tester l'existence de déterminants différents selon l'objectif de l'adoption de l'innovation ie respectivement pour répondre à un objectif de coût, à une demande de ses clients ou pour répondre à la réglementation existante voire par anticipation d'une réglementation future. L'objectif est de mieux comprendre les fondements des trois profils stratégiques d'adoptants mis en évidence par la littérature. Dans ce contexte, il s'agira d'analyser le rôle des formes d'organisation de la firme, dans ses différentes dimensions internes et externes, pour chacun de ces profils d'adoptants. Au niveau interne, au-delà des caractéristiques structurelles qui sont supposées jouer sur la base technologique et la structure informationnelle de la firme, on s'attachera à mettre en évidence le rôle des processus de co-évolution avec les autres formes d'innovations : de produits ou de procédés, mais aussi les interactions avec les changements organisationnels (changement dans l'organisation du travail ou dans les relations externes). Par ailleurs, la décision d'éco-innover provient de l'interaction entre ces facteurs internes et les différentes facettes de l'environnement de la firme. Les dimensions sectorielles, mais aussi marchandes et géographiques sont des déterminants qui jouent un rôle structurant dans le comportement éco-innovateur de la firme.

Un traitement économétrique, permettant d'analyser les caractéristiques favorables à un comportement innovateur, est testé sur une base de données individuelles sur l'innovation représentative de l'industrie française. L'objectif sera de décliner à partir d'un modèle général, différents modèles d'adoption des innovations environnementales selon l'objectif de l'adoption des firmes : en réponse à des motifs liés à la demande, au coût et à la réglementation.

Pour tester les hypothèses, nous nous basons sur le cas de l'industrie française et sur les données individuelles issues de l'enquête « Community Innovation Survey 2008 » réalisée par

l'INSEE en 2008, appariée à l'enquête annuelle entreprise (EAE) réalisée en 2007. L'enquête CIS 2008 nous permet de tester les déterminants de l'adoption de l'éco-innovation de l'ensemble des firmes de l'industrie manufacturière française et des 3 types d'adoptants.

Cet article sera organisé en quatre parties. La prochaine section va présenter notre cadre théorique, fondé sur les modèles d'adoption et les spécifications du modèle empirique. La section 3 présentera les données, les variables et le modèle économétrique. Enfin, la section 4 sera consacrée à la présentation des résultats du modèle général de l'industrie française dans un premier temps, puis des trois profils d'adoptants dans un second temps.

2. Les déterminants de l'innovation environnementale : cadre théorique et hypothèses

Dans leur dimension micro-économique, les processus d'innovation sont des processus fondamentalement cumulatifs et interactifs dans lesquels l'architecture organisationnelle de la firme joue un rôle central (Dosi et al., 1990). Celle-ci renvoie à l'analyse des caractéristiques structurelles internes de la firme et de ses modes de coordination qu'ils soient internes ou externes. Ces caractéristiques constituent, dans les modèles de diffusion des innovations, un ensemble de facteurs qui orientent les bases du comportement innovateur des agents (« rank effect », Karshenas and Stoneman, 1993) et de sa capacité d'absorption (Cohen et Levinthal, 1990). Par ailleurs, la décision d'éco-innover est aussi influencée par de nombreux facteurs externes, liés aux différentes dimensions de l'environnement de la firme, qu'il soit réglementaire, porté par l'environnement sectoriel et marchand, ou géographique, impliquant des relations de proximité et d'échanges localisés de connaissances comme le met en évidence la géographie de l'innovation. Dans ce contexte, le premier objectif de cette section est d'étudier l'influence des déterminants liés à la firme et à son environnement dans le comportement d'adoption des innovations environnementales (& 2.1).

Parallèlement, au-delà de ces facteurs génériques, on fait l'hypothèse que le comportement d'adoption en termes d'éco-innovation est dépendant du profil stratégique de la firme et diffère selon que celui-ci soit motivé principalement par une recherche de réponse à des enjeux technologiques, de demande ou de réglementation (& 2.2). L'idée est alors de tester si les facteurs influençant le comportement en termes d'adoption d'innovations environnementales de la firme vont se différencier selon ces 3 profils stratégiques qui constituent les 3 dimensions clefs de la littérature sur l'éco-innovation.

2.1 Les facteurs explicatifs des innovations environnementales

2.1.1 Les caractéristiques internes, structurelles et stratégiques, de la firme

L'hypothèse est que les firmes possèdent des caractéristiques propres, telles que la taille, l'appartenance à un groupe ou l'investissement en R&D qui constituent des ressources et des pré-conditions à l'engagement dans un processus d'innovation. Les liens entre taille de la firme et innovation environnementale ont été l'objet de nombreuses recherches, qui ont souvent souligné une relation positive entre les deux facteurs (Rehfeld et al. 2007, Rave et al. 2011). Certains travaux montrent l'absence d'effets (Horbach, 2008, pour les éco-innovations produits) ou l'existence d'une relation de type U-shape entre taille de la firme et éco-innovation (Hemmelskamp, 2000). Les PME sont généralement des organisations moins dotées en ressources technologiques, financières et humaines que les firmes de grandes tailles, et elles peuvent manquer de moyens dans le développement d'éco-innovations. L'appartenance à un groupe peut, dans le même ordre d'idée, favoriser l'innovation et aider la

firme à surmonter les difficultés à laquelle elle fait face lors du processus d'innovation (Lhuillery 2009).

Hypothèse 1 : la taille de la firme et l'appartenance à un groupe devraient avoir un rôle positif sur la propension à éco-innover

Le besoin de rassurer sur la qualité, - et notamment la « qualité environnementale » (Cazals, 2009) – d'informer sur la sécurité des produits et de leur impact positif sur l'environnement sont des phénomènes largement mis en évidence par la littérature dans le développement d'innovations environnementales (pour un survey, cf Srivastava, 2007). 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 de l'investissement identitaire de la firme (valorisation d'une image de marque, information sur la qualité, etc.), afin de cerner son rôle dans le processus d'adoption d'innovation environnementale. Cette question a peu été étudiée dans la littérature, à l'exception notable d'une étude qualitative menée par Del Rio (2005) dans le secteur du papier-carton espagnol, dans laquelle l'amélioration de l'image de marque apparaît comme le principal facteur explicatif à l'adoption de technologies vertes. Par ailleurs, cette relation peut être liée au comportement de « Greenwashing » (Bazillier, Vauday, 2009) que peuvent mettre en place les firmes dans le but de se donner une image « verte ». Dans ce cadre, notre objectif est de tester la relation entre publicité et éco-innovation et de déterminer si la firme qui investit une part importante de son chiffre d'affaires en publicité a une probabilité moins grande (substitut) ou plus grande (complémentaire) d'adopter une innovation environnementale.

Hypothèse 2: la valorisation de l'image de marque est liée positivement à l'adoption d'innovations environnementales.

Le comportement éco-innovateur de la firme est fortement dépendant des autres ressources internes de la firme, avec l'idée sous-jacente d'une relation de complémentarité avec d'autres types d'innovations, de produits, des procédés ou des innovations de nature organisationnelle. Dans la lignée de Milgrom et Roberts (1990, 1995), Rennings (2000) évoque la co-évolution des différentes formes d'innovation environnementale. La mise en place d'innovations organisationnelles a ainsi une relation positive avec l'adoption ou la production d'innovations environnementales pour Mazzanti et al. (2007), Wagner (2007) ou Belin et al. (2009). On observe notamment que la généralisation au sein des entreprises de Système de Management Environnemental (SME) est fréquemment intégrée dans les modèles économétriques cherchant à appréhender le comportement éco-innovateur des firmes.

L'introduction ou l'existence de systèmes de management environnementaux, tels que les normes ISO 14001, les audits et bilans environnementaux, apparaissent comme des facteurs positifs pour l'innovation environnementale dans de nombreux travaux (Frondel et al., 2004; Mazzanti et al., 2006; Rehfeld et al., 2007; Wagner, 2008). Horbach, et al. (2011) montrent notamment que la mise en place d'un SME a un impact significatif sur l'innovation environnementale ainsi que sur les changements organisationnels comme les nouvelles formes d'organisation du travail. Sur ce point, Ramirez et al. (2008) lient adoption de SME avec celle de systèmes de management de type qualité totale.

Hypothèse 3: L'adoption d'innovations environnementales est favorisée par le profil d'innovation de la firme. Innovation environnementale et changements organisationnels notamment sont liés par une relation co-évolutive

2.1.2 Les facteurs liés à l'environnement externe de la firme : Regulatory, Market and geographic effects

L'interaction avec l'environnement constitue un facteur clef de l'innovation et de la dynamique des organisations. Dans ce cadre, différentes dimensions de l'environnement peuvent être mobilisées pour mieux comprendre le choix d'éco-innover.

L'environnement sectoriel et marchand dans lequel s'insère l'activité de la firme constitue une variable souvent mise en avant dans la littérature pour caractériser les bases technologiques de la firme. Comme le notent Carillo et al., "technological alternatives and eco-innovation opportunities are likely to differ per sector" (2009). Ces opportunités technologiques sont aussi plus ou moins appropriables et peuvent favoriser le développement d'innovations plus ou moins radicales ou incrémentales. Le secteur est aussi un cadre pour le développement de réglementations spécifiques. En termes d'environnement, les normes, taxes et obligations effectives à l'échelle sectorielle sont multiples. Par exemple, les entreprises appartenant aux secteurs soumis au SCEQE (Système Communautaire d'Echange des Quotas d'Emissions), comme la verrerie ou la raffinerie, seront sanctionnées financièrement si elles dépassent leurs volumes d'émissions de CO₂ (Directive 2003/87/CE). Dans ce contexte, la littérature évolutionniste évoque la notion d'« environmental regime » permettant d'appréhender l'importance de la dimension sectorielle du comportement éco-innovateur. Pour Belin, Oltra et Horbach (2009): « the environmental regime captures the level and the source of environmental pressure in a given industry.[...] ». Ainsi pour ces auteurs, un régime environnemental est caractérisé par des indicateurs comme l'intensité de l'émission de gaz à effets de serre, mais aussi par le contexte réglementaire et, en particulier, le nombre, la forme et la sévérité des réglementations auxquelles le secteur est soumis. La littérature empirique intègre souvent le secteur pour capter le contexte technologique de la firme (Malerba 2005). Son influence en tant que variable explicative du comportement éco-innovateur est mis en avant par Mazzanti et al., (2006) et Wagner (2007). C'est aussi une variable de contrôle classique dans la littérature sur les déterminants de l'innovation environnementale, (Frondel et al. 2007, Horbach, 2008; Horbach et al., 2011) ainsi que dans l'étude qualitative menée par Wagner et Llerena (2011). En outre, Nieddu et al. (2010) mettent en évidence le secteur comme support de « patrimoines collectifs productifs », nécessaires à l'émergence des technologies vertes, car assurant « l'unité et la cohérence d'un projet productif » (2010).

Hypothèse 4 : L'environnement sectoriel, par son cadre réglementaire, ses opportunités technologiques et ses conditions d'appropriabilité, joue un rôle important dans le comportement éco-innovateur des firmes

Concernant les structures de marché, la littérature est peu convergente sur la question de l'impact du degré de concentration du marché sur l'activité éco-innovatrice et sur la forme de structure de marché qui favoriserait la probabilité d'éco-innover (Kephaliacos, Grimal, 2000 ; Smolny 2003). Comme le montre Horbach (2008) reprenant Smolny (2003), une structure de marché de type monopolistique aide à surmonter les problèmes d'appropriabilité de l'innovation, en particulier pour les grandes firmes qui auront tendance à moins craindre les phénomènes d'imitation et avoir un bénéfice plus élevé induit par les économies d'échelle associées aux innovations environnementales.

Par ailleurs, plusieurs travaux mettent en évidence l'influence de la dimension géographique du marché, et notamment sur le rôle positif des échanges internationaux sur l'éco-innovation (Belin et al. 2009), quand dans un même temps pour Rhefeld et al. (2007, p.98) le fait d'exporter n'a pas d'influence sur l'adoption d'éco-innovation produit. Pour Conceicao et al.

(2006), dans le cas des firmes portugaises ainsi que pour Horbach (2008), une forte propension à exporter joue et être fortement exposé à la concurrence internationale a un effet positif sur la probabilité de développer des innovations environnementales.

Hypothèse 5 : La concentration des marchés et l'ouverture internationale peuvent favoriser les innovations environnementales

Concernant l'environnement spatial de la firme, la littérature mobilisant la géographie de l'innovation est abondante pour montrer le rôle des externalités d'agglomération et de la proximité des agents dans la diffusion des innovations « classiques » et des connaissances (Feldman et Audretsch 1999). Les auteurs mettent en évidence différents types d'externalités spatiales ; les zones géographiques diversifiées offrant différents bénéfices par rapport aux zones spécialisées (effet Jacobs d'agglomération urbaine, 1969, versus effet Marshall de localisation, 1890). Les zones rurales sont marquées au contraire par différents désavantages liés notamment à la faiblesse des relations inter-firmes, au manque de diversité du capital humain et à de faibles externalités de connaissance (Autant-Bernard et al. 2006, Galliano Roux, 2006). Par contre, cette littérature sur les effets spatiaux reste assez peu importante et très récente dans l'analyse des déterminants des éco-innovations. Costantini, Mazzanti et Montini (2011) intègrent une variable régionale pour comparer les performances environnementales de différentes régions italiennes. Un possible effet « district industriel » est évoqué par Mirata et Emtairah (2005), qui suggèrent le rôle d'« industrial symbiosis networks » dans la diffusion de l'éco-innovation. Cette dimension a donc été peu mise en avant dans la littérature et présente des effets potentiels divers. La question est notamment de tester si ce sont les économies d'agglomération classiques qui jouent favorablement sur les innovations environnementales. Ou peut-on faire, au contraire, l'hypothèse que l'adossement des innovations environnementales aux activités productives soit sensible à la division spatiale du travail qui localise plus les activités productives dans les zones périphériques (Ota et Fujita, 1993) et favoriserait ainsi les opportunités de réalisation des innovations environnementales dans ces zones ?

Hypothèse 6 : L'innovation environnementale varie selon la localisation géographique de la firme

La question des externalités renvoie plus largement à celle des effets de réseaux et des processus d'adoption et d'absorption par la firme de technologies développées par les autres firmes situées dans son environnement. Les modèles épidémiques (Mansfield, 1968) font notamment l'hypothèse qu'un utilisateur potentiel peut devenir un utilisateur par contact avec un adoptant. Ainsi, 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 (Hollenstein, 2004). Cette dimension a été peu testée par la littérature traitant de l'adoption d'innovations environnementales, à l'exception notable de Mohr (2002), puis Mads Greger (2006), qui prennent en compte les effets de spillovers dans la diffusion des effets d'une réglementation environnementale parmi les firmes d'un même secteur.

Hypothèse 7 : L'adoption d'innovation environnementale par la firme est favorisée par le niveau d'adoption d'éco-innovation des firmes du même secteur.

2.2 Les modèles d'adoption selon le profil stratégique de la firme

La littérature sur les innovations environnementales s'est construite autour de deux apports principaux : celui de l'hypothèse de Porter (Porter, 1991, Porter et van der Linde, 1995a, 1995b), et celui de la notion de « double externalité » et de « regulatory push/pull effect » qui en découle, de Rennings (2000).

Ainsi, Porter, dans une logique de type « win-win » entre écologie et économie, met en avant que l'innovation environnementale (consécutive à une réglementation environnementale) porte les conditions d'un double impact positif en termes d'environnement et en termes de compétitivité. Parallèlement, Rennings, dans une perspective articulant théorie néoclassique et évolutionnisme, montre l'importance du rôle de la réglementation à travers la notion de « double externalité » : *« Une importante spécificité des éco-innovations est qu'elles produisent des spillovers à la fois en phase de production qu'en phase de diffusion de l'innovation. Ces spillovers qui émergent dans la phase de diffusion apparaissent du fait de plus faibles coûts environnementaux externes non récupérables en comparaison des produits et services concurrents présents sur le marché [...] cette spécificité va être appelée le problème de double externalité. Le problème de double externalité réduit les incitations pour les firmes à investir dans les éco-innovations »* (Rennings 2000,p.315). En d'autres termes, c'est cette faiblesse de l'incitation à éco-innover qui va rendre central le rôle de la réglementation pour le développement de l'innovation environnementale, à contrario du cas de l'innovation classique. De cette spécificité, découle l'importance de la réglementation – « the regulatory push-pull effect » - comme déterminant à l'adoption d'innovations environnementales pour les firmes.

Outre cette dimension réglementaire, qui est spécifique à l'innovation environnementale, la littérature s'accorde pour considérer deux autres grandes séries de déterminants plus classiques en économie de l'innovation : le « market pull » et le « technology push », deux concepts introduits notamment par Schon (1967). D'une part, l'innovation est « tirée » par le niveau et la structure de la demande à laquelle fait face l'entreprise. Cette dimension « market pull » ou « demand pull » est particulièrement importante pour les entreprises pour lesquelles l'adéquation avec la satisfaction de la demande est décisive (Griliches 1957 ; Schmookler 1962, 1966). D'autre part, l'entreprise est incitée à innover, dans une perspective schumpeterienne, par des dimensions d'offre et d'évolutions technologiques et, plus globalement, pour des objectifs de compétitivité-coût : c'est la dimension de « technology-push ». Ainsi, la littérature sur l'innovation environnementale s'accorde à dire qu'au-delà des facteurs traditionnels de type « market pull » et « technology push » mis en évidence dans la littérature en économie de l'innovation technique, les facteurs issus de la réglementation, de type « regulatory push-pull » sont déterminants et spécifiques (Rennings, 2000, Belin et al. 2009).

Dans ce contexte, l'objectif peut être de tester trois modèles de comportement d'innovation selon ces profils d'adoption de la firme mis en évidence par la littérature: un profil tiré par la demande, un profil de type « technologie-couts » et enfin un profil de type « réglementation ». Ces stratégies d'innovation environnementale ne s'excluent pas l'une l'autre mais constituent des « profils types » de stratégie qui peuvent être, ce qui a rarement été fait, testés empiriquement. Ces trois profils types seront nommés respectivement «adoptants-demande », «adoptants-cout» et «adoptants-réglementation ».

Ainsi, l'hypothèse est que selon le profil stratégique de la firme (éco-innovation pour des motifs liés à des dimensions de demande, de cout ou de réglementation) les facteurs

influençant son comportement éco-innovateur ne seront pas similaires. Les entreprises produisant ou adoptant des innovations environnementales pour répondre à des dimensions de demande auront tendance à être sensibles à des variables telles que l'image de marque et la zone de localisation du marché principal, alors que ces facteurs ne seraient pas significatifs dans l'adoption d'innovations de la part des firmes dont l'objectif est de réduire leurs coûts ou de se conformer à la réglementation. A contrario, les firmes qui éco-innovent afin de satisfaire à la réglementation actuelle ou anticiper une réglementation future auront une plus grande propension à développer des innovations de type incrémental (« end of pipe ») plus que de nature radicale (« cleaner production »). Quant à la recherche de réduction de coûts, elle favorisera plus spécifiquement l'adoption d'innovations radicales. Ainsi, pour Frondel, Horbach et Rennings (2007): « *cost savings tend to favor clean production and that regulatory measures and the stringency of environmental policy are positively correlated to end-of-pipe technologies* ». De même, les firmes d'un même secteur étant touchées par des réglementations sectorielles spécifiques, on peut faire l'hypothèse selon laquelle les entreprises qui adoptent des éco-innovations pour des motifs liés à la réglementation auront un comportement en matière d'éco-innovations très corrélé avec les variables sectorielles. Toutefois, comme le montrent Llerena et Oltra (2002), les firmes d'un même secteur peuvent adopter des stratégies d'innovations différenciées selon leur histoire, leurs compétences et leur vision stratégique, qui vont, par la nature cumulative et localisée de l'innovation, générer des trajectoires technologiques différentes et influencer la relation à leur environnement.

3. Données et méthode

3.1 Les données

Le travail s'appuie sur l'exploitation de deux enquêtes publiques obligatoires réalisées par l'INSEE. The Community Innovation Survey (CIS 8) est une enquête déclarative qui vise à appréhender les innovations réalisées par l'entreprise au cours des 3 dernières années (2006-2008). Elle permet de caractériser les différents processus d'innovation à l'œuvre à l'intérieur de l'entreprise tout en prenant en compte l'influence de l'environnement. Cette enquête est appariée avec l'Enquête Annuelle d'Entreprise de 2007 qui fournit également des informations générales sur les structures et les performances de l'entreprise notamment en matière d'innovation. Nous disposons ainsi d'une base de données de 4686 entreprises de 20 salariés et plus, représentative de la population industrielle manufacturière française.

Tableau 1 : Statistiques descriptives

	Total des firmes	Firmes éco-innovantes	Adoptants-cout	Adoptants-demande	Adoptants-règlementation
Caractéristiques internes					
Taille					
20 à 49 salariés	40.08 %	25.53 %	21.87 %	21.19 %	19.97 %
50 à 249 salariés	29.62 %	30.12 %	28.48 %	24.85 %	27.13 %
250 à 500 salariés	17.39 %	23.02 %	24.51 %	24.24 %	25.34 %
Plus de 500 salariés	12,91 %	21.33 %	25.14 %	29.72 %	27.56 %
L'entreprise fait partie d'un groupe	62.01%	74.60 %	78,29 %	79,10 %	78.67 %
Profil d'innovation					
Inno de produit radicale	12.01%	18.65 %	18,05 %	18,15 %	18.11 %
Inno de produit incrémentale	12.61%	17.97 %	16,19 %	15.47 %	17.68 %
Incrémentale/radicale	19.65 %	33.56 %	37,04 %	45.92 %	37.72 %
Innovation de procédés	43.17 %	70.35 %	73,15 %	77.10 %	73.89 %
Changement organisation du travail	34.21 %	54.08 %	58,05 %	60.17 %	57.70 %
Changement dans les relations externes	17.11 %	28.63 %	32,92 %	34.96 %	33.00 %
SME avant 2006	16.77%	28.55%	32,45 %	31.06 %	33.21 %
SME mis en place entre 2006 et 2008	18.14 %	31.78 %	35,80 %	39.22 %	38.87 %
Environnement					
Zone de marché					
Marché régional	24.90%	15.34 %	13.31 %	14.13 %	13.46 %
Marché national	53.52%	55.18 %	54.63 %	55.18 %	53.61 %
Marché étranger	21.57%	29.48 %	32.06 %	30.69 %	32.93 %
Secteurs:					
Industrie Agro-alimentaire	18.54 %	16.44 %	18.29 %	10.35 %	16.11 %
Biens de consommation	24.84 %	20.56 %	18.99 %	21.19 %	20.04 %
Biens d'équipement	17.16 %	20.69 %	20.39 %	23.75 %	20.62 %
Transport	5.08 %	5.44 %	6.30 %	7.67 %	6.51 %
Biens intermédiaires	34.38 %	36.87 %	36.03 %	37.03 %	36.72 %
Localisation du siège					
urbaine	57.68 %	60.54%	62.57 %	65.29 %	63.06 %
Péri-urbaine	17.80 %	16.86 %	16.03%	15.35 %	15.82 %
Rurale	24.52 %	22.60 %	21.40 %	19.37 %	21.12 %
Nombre de firmes	4686	2354	1285	821	1397

Sources : Enquête CIS 2008 et EAE 2007

Sur le plan règlementaire et institutionnel, cette période couverte par l'enquête s'insère dans dans un contexte marqué par une accélération de la prise en compte des préoccupations environnementales à partir de la moitié des années 2000. En premier lieu, l'année 2005 qui précède la période de l'enquête CIS, fut marquée par deux innovations institutionnelles majeures : sur le plan international, l'entrée en vigueur du Protocole de Kyoto et à l'échelle nationale, par la promulgation de la « Charte de l'Environnement ». Cette charte inscrit dans la Constitution trois grands principes : le principe de prévention, le principe de précaution, et le principe de « responsabilité écologique », c'est-à-dire de type pollueur-payeur. Enfin, 2007 fut une année importante en termes de politique environnementale, avec le démarrage du processus du Grenelle de l'Environnement, qui a abouti sur le plan législatif en octobre 2008

à la loi dite « Grenelle 1 » dont l'objectif central vise à diviser par quatre les émissions de gaz à effets de serre d'ici 2050.

Concernant l'industrie française, les statistiques descriptives (tableau 1) mettent en évidence plusieurs caractéristiques des firmes éco-innovantes. En premier lieu, ils montrent que les firmes éco-innovantes auront tendance à avoir une taille plus grande : près de 40% des firmes totales sont des petites firmes, alors que les firmes de petite taille ne forment qu'un quart du nombre total d'entreprises éco-innovantes. Les firmes éco-innovantes sont aussi plus innovantes que la moyenne mais surtout en termes d'innovations procédés (70,35% contre 43,17% pour le total des firmes) et de changements organisationnels relatif au travail (54,08% contre 34,21%). De plus, elles sont plus tournées vers l'international et on note un effet peu marqué mais positif de la localisation en zone urbaine. Enfin, en ce qui concerne les secteurs, on remarque que les firmes éco-innovantes ont un poids plus faible dans deux grands secteurs (IAA et biens de consommation) et elles sont en proportion plus nombreuses dans le secteur des Biens Intermédiaires, des Biens d'équipement et du Transport.

3.2 La méthode

3.2.1 Le modèle d'adoption : un modèle de sélection en deux étapes

L'étude économétrique se situe dans le cadre d'un modèle binaire dans lequel une partie spécifique de l'échantillon est observée. En effet, par définition, l'adoption d'une éco-innovation suppose en premier lieu l'adoption d'une innovation (produit, procédé ou d'organisation). Ainsi, il s'agit de dissocier les effets relatifs au choix d'innover de ceux relatifs au choix d'éco-innover.

Un modèle de type Heckman avec sélection d'échantillon (Heckman with sample selection, Heckman (1979) et Van De Ven et Van Praag (1981)) permet de traiter ce biais de sélection en traitant dans les deux étapes une variable dépendante binaire. Il se présente sous la forme suivante :

Y_1 et Y_2 deux variables binaires telles que Y_2 est observable seulement si $Y_1=1$. Ici, Y_1 reflète l'adoption de l'innovation au sens large et Y_2 correspond à l'adoption de l'innovation environnementale.

En admettant que $Y_1^* = Z'\gamma + \eta$, est une variable latente inobservable d'utilité face aux choix binaires (d'innover ou non au sens large), alors on suppose que $Y_1 = 1$ (le choix est observé) seulement si $Y_1^* > 0$ et $Y_1 = 0$ sinon. Dans le cas où $Y_1 = 1$, l'individu doit faire face à un second choix binaire Y_2 et $Y_2^* = X'\beta + \varepsilon$, peut être perçue comme une variable latente inobservable d'utilité face au second choix binaire (éco-innover ou non).

Dans ce cas, $Y_2 = 1$ si $Y_2^* > 0$ et $Y_2 = 0$ si $Y_2^* < 0$.

En introduisant β et γ pour expliquer les propensions latentes des choix binaires 1 et 2, on peut définir un système de deux équations comme suit.

La première équation (équation de sélection) :

$$- \text{probit}(Y_1 = 1 | \gamma) = Z' \gamma$$

Y_1^* peut être représentée par un modèle probit dans lequel la probabilité d'adopter une innovation au sens large ($y_1=1$) est expliquée par un ensemble de facteurs liés aux caractéristiques internes de la firme et à l'influence de son environnement externe.

La seconde équation (éq. d'intérêt) est définie seulement si $Y_1 = 1$:

$$- \text{probit}(Y_2 = 1 | \beta) = X' \beta$$

Y_2 * peut être représentée par un modèle probit dans lequel la probabilité d'éco-innover ($Y_2=1$) est expliqué par un ensemble de facteurs explicatifs tels que :

$$Y_{2ij} = P(y_{ij}=1) = \beta_1 CI_{ij} + \beta_2 PI_{ij} + \beta_3 E_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

avec la firme notée i (i, \dots, n) et $j = c$ si l'entreprise est adoptante-cout, $j = d$ si l'entreprise est adoptante-demande et $j = r$ si l'entreprise est adoptante-réglementation ; et un ensemble de variables explicatives relatives aux caractéristiques internes de la firme (CI), à son profil d'innovation (PI) ainsi qu'à son environnement externe (E) analysé dans la section précédente (cf tableau 3).

3.3 Les variables

Cette section va présenter d'abord les variables dépendantes, qui seront divisées selon le type d'éco-innovateurs, et les variables indépendantes ensuite, qui seront catégorisées selon qu'elles sont associées aux caractéristiques internes à la firme, à son profil d'innovation ou aux caractéristiques de son environnement.

3.3.1 La variable expliquée : la probabilité d'éco-innover

Dans le cas du modèle général, la variable expliquée est la probabilité d'adopter au moins une innovation environnementale. On estime la probabilité pour la firme d'être ou non innovante en matière environnementale par la variable dichotomique « AdopteIE ». Celle-ci est créée à partir de l'enquête CIS 2008 et prendra la valeur 1 si au moins une des 9 modalités d'éco-innover proposées par le CIS (cf tableau 2) est répondue par « Oui », et la valeur 0 sinon. Le tableau 2 montre que les entreprises éco-innovantes auront tendance à privilégier les éco-innovations au cours du processus du production relativement à celles dont le bénéfice environnemental a lieu pendant la consommation finale du produit. Le recyclage des déchets, de l'eau et des matières premières est la forme d'éco-innovation la plus adoptée par les entreprises et concerne 71% des firmes éco-innovantes.

Tableau 2 : Statistiques descriptives portant sur les différents types d'innovations environnementales

	Par entreprise éco-innovante
Nombre de firmes éco-innovantes	2354
%	100%
Bénéfices environnementaux lors du processus de production	
Réduction de l'utilisation de matières par unité produite	56,63%
Réduction de la consommation d'énergie par unité produite	52,69%
Réduction des émissions de CO2 générées par l'entreprise	35,60%
Remplacement de matières premières polluantes	58,71%
Réduction de la pollution des sols, de l'eau ou de l'air	53,27%
Recyclage des déchets, de l'eau ou des matières premières	71,33%
Bénéfices environnementaux lors du processus de consommation	
Réduction de la consommation d'énergie par unité produite consommée	41,04 %
Réduction de la pollution des sols, de l'eau ou de l'air	33,26 %
Recyclage du produit amélioré après usage généré par le consommateur	36,19 %

Sources : Enquête CIS 2008 et EAE 2007

Dans un second temps, on teste trois modèles partiels, dans le but de caractériser les facteurs des différents profils dont les motivations à l'innovation diffèrent. Les trois variables expliquées sont :

- « Adopte-cout » qui prend la valeur 1 si l'entreprise déclare avoir éco-innové en « réponse à un objectif de réduction des coûts », 0 sinon.
- « Adopte-demande » qui prend la valeur 1 si l'entreprise a répondu « en réponse à une demande de vos clients pour des innovations environnementales », 0 sinon.
- « Adopte-réglementation », qui prend la valeur 1 si l'entreprise déclare avoir éco-innové en réponse à : « des réglementations environnementales existantes ou des taxes sur la pollution » ; « des réglementations environnementales ou des taxes dont vous attendez une future application » ou « l'existence d'aides gouvernementales, de subventions ou d'autres incitations financières pour des innovations environnementales », 0 sinon.

Ces trois types de motifs à l'éco-innovation ne sont pas exclusifs l'un de l'autre et l'entreprise peut innover pour plusieurs raisons. Toutefois, ces trois stratégies ne se recouvrent pas et on suppose qu'une majeure partie des entreprises que les firmes gardent souvent une stratégie dominante dans leurs motifs d'innover (cf tableau 1).

3.3.2 Les variables explicatives

Dans les modèles d'adoption, on mobilise trois ensembles de variables explicatives pour analyser le comportement éco-innovateur des firmes (cf tableau 3).

Le premier ensemble concerne *les caractéristiques structurelles internes* de la firme, les variables sont la taille de la firme (sous forme de classes) et le taux de publicité, calculé par le ratio dépenses de publicité sur chiffre d'affaires. L'appartenance à un groupe de sociétés est une variable qui est employée uniquement dans la première équation dite de sélection, en tant que variable explicative de la probabilité d'innover au sens large.

Le deuxième ensemble de variables porte sur *le profil d'innovation de la firme*. L'information porte en premier lieu sur l'occurrence de changements organisationnels concernant l'organisation du travail et les changements dans les relations externes. Ensuite, l'enquête CIS 2008 nous permet d'observer la mise en place d'un Système de Management Environnemental (préparation d'audits environnementaux, fixation d'objectifs de performance environnementale, certification ISO 14001, etc.) selon que l'adoption du SME a eu lieu avant 2006 ou durant la période d'observation des innovations environnementales, c'est à dire entre 2006 et 2008. Enfin, plusieurs facteurs qui permettront de tester les hypothèses sur le processus de co-évolution entre les différentes formes d'innovations sont introduites dans la seconde étape du modèle : l'adoption d'innovation de produits (radicale, incrémentale, ou les deux) et l'adoption d'innovation de procédés. Ces différentes variables qui permettent de dresser le profil d'innovation de la firme constituent des déterminants favorables au développement d'éco-innovations.

Le troisième ensemble de variables concerne l'environnement externe de la firme avec en premier lieu le secteur d'activité, calculé au niveau 2 de la Nomenclature d'Activité Française 2008, et qui regroupe l'ensemble de l'industrie française autour de cinq grands secteurs d'activité (Industrie Agro-alimentaire ; Biens de consommation ; Biens d'équipement ; Transport et Biens intermédiaires). Les effets épidémiques sectoriels sont mesurés par le taux d'adoptants d'éco-innovations par les firmes du même secteur, calculé au niveau 3 de la Naf 2008. Par ailleurs, concernant l'environnement marchand de la firme, des variables de classe vont permettre de tester l'impact de la localisation du marché principal

(régional, national, étranger) et la dimension concurrentielle sera calculée par l'indice de concentration du marché (indice C4). Enfin, pour tester l'effet de la localisation, on retiendra la zone de localisation du siège avec trois modalités : une localisation en zone urbaine, périurbaine ou rurale.

Tableau 3 : Description et signes attendus des variables

Variable	Description	Signe attendu
Caractéristiques internes de la firme		
Taille (nombre de salariés)	Variables qualitatives à 4 modalités : 20 à 49 salariés (en référence) ; 50 à 249 salariés ; de 250 à 499 salariés ; + de 500 salariés	+
Appartenance à un groupe	=1 si la firme est une filiale d'un groupe, 0 si non	+
Taux de publicité	Logarithme des dépenses totales de publicité / chiffre d'affaires HT	+
Profil d'innovation		
Innovation de produits Innovation radicale Innovation incrémentale Innovations Radicale et Incrémentale	= 1 si l'innovation produit est nouvelle pour le marché = 1 si l'innovation est nouvelle uniquement pour l'entreprise = 1 si l'entreprise innove dans les deux cas	+ + +
Innovation de procédés	= 1 si l'entreprise a réalisé une innovation procédés, 0 si non	+
Changement organisation du travail Changement dans les relations externes	= 1 si introduction de nouvelles méthodes d'organisation du travail : nouvelle répartition des responsabilités / du pouvoir de décision parmi les salariés, travail d'équipe, décentralisation, intégration ou autonomisation de différents services de l'entreprise, systèmes de formation, etc, 0 si non =1 si introduction de nouvelles méthodes d'organisation des relations externes avec d'autres entreprises ou organismes : mise en place pour la première fois d'alliances, de partenariats, d'externalisation d'activités ou de sous-traitance, 0 si non	+ +
Système de Management Environnemental SME avant 2006 SME entre 2006 et 2008	=1 si introduction d'un SME avant 2006, 0 si non =1 si introduction d'un SME entre 2006 et 2008, 0 si non	+ +
Caractéristiques de l'environnement		
Environnement marchand		
Localisation du marché principal	Variable qualitative à 3 modalités : Marché régional (en référence) ; Marché national ; Marché étranger	+ du marché national & étranger par rapport au marché régional
Concentration du marché	Le logarithme du ratio de concentration C4 : somme cumulée des parts de marché des quatre premières firmes du secteur	+
Environnement sectoriel		
Secteur	Variable qualitative à cinq modalités : Industrie agro-alimentaire (en référence) ; Biens de consommation ; Biens d'équipement ; Transport ; Biens intermédiaires	+ / - selon secteur
Effets épidémiques sectoriels	Le logarithme du taux moyen d'adoption d'innovation environnementale par les firmes du secteur (niveau 3 de la Naf 2008 rev.2)	+
Environnement spatial		
Localisation géographique de la firme	Variable qualitative de la localisation du siège social à 3 modalités : Zone Urbaine (en référence) ; zone périurbaine ; zone rurale	+ de la zone urbaine / périurbaine par rapport à zone rurale

4. Les résultats

4.1 Comportement d'adoption de l'innovation environnementale de l'ensemble de l'industrie française

Le modèle économétrique général (tableau 4) nous montre l'importance respective des caractéristiques internes de la firme et celle de leur environnement externe dans le processus d'adoption des éco-innovations.

Ainsi, la probabilité d'engagement dans un processus d'éco-innovation est positivement liée à la croissance de la taille de l'entreprise et les petites entreprises de moins de 50 salariés sont plus défavorisées. Par ailleurs, le taux de publicité, révélateur d'une stratégie de valorisation d'une image de marque, est aussi fortement favorable à l'éco-innovation. Les résultats tendraient à montrer leur complémentarité, et le fait que la publicité accompagne le processus d'engagement vers l'éco-innovation. Enfin, le profil innovateur de la firme joue un rôle majeur. Les résultats montrent que l'innovation radicale a un impact plus important sur l'adoption d'éco-innovation que l'innovation incrémentale (effets marginaux respectifs de 0.13 et de 0.043). Ils mettent en évidence l'effet positif et significatif des changements organisationnels réalisés dans les relations externes (EM 0.08) mais surtout l'importance des changements dans l'organisation du travail de la firme (EM 0.12). En adéquation avec les résultats de certains travaux (cf Wagner 2007), la co-évolution est particulièrement à l'œuvre entre l'adoption d'éco-innovation et la mise en place d'un Système de Management Environnemental (SME). En effet, si le SME a été mis en place entre 2006 et 2008, c'est-à-dire pendant la période concernée par l'étude et donc dans laquelle sont développées les innovations environnementales, l'effet marginal est fortement supérieur (0.46) à l'effet marginal de la mise en place d'un SME avant 2006 (0.34).

Quant aux effets de l'environnement, ils sont également actifs, bien que contrastés, dans la probabilité d'éco-innover. Concernant l'environnement marchand, la concentration du marché ne joue pas comme un stimulant de l'adoption d'innovations environnementales (effet capté par le choix d'innover au sens large en première étape). Par ailleurs, l'orientation de la firme vers des marchés locaux et régionaux n'est pas favorable à l'éco-innovation, qui est favorisée par le fait d'avoir son marché principal à l'étranger.

Les résultats montrent également l'influence de la localisation géographique de la firme et le fait que, contrairement aux tendances générales mise en évidence par la littérature, la localisation en périphérie des zones urbaines est plus favorable aux éco-innovations que celle qui découle des effets d'agglomération urbaine. La présence du siège en zones périurbaine et rurale favorise l'adoption d'éco-innovation. Quant à l'environnement sectoriel, il joue un rôle significatif dans le fait d'innover avec un poids plus marqué pour les secteurs des biens intermédiaires, plus éco-innovateurs que les IAA. Notons que le secteur des transports joue un rôle particulièrement défavorable durant notre période d'observation. Les effets épidémiques sectoriels sont également fortement significatifs et actifs. Les effets mimétiques liés au comportement des autres entreprises du secteur de la firme sont donc aussi à l'œuvre et favorables aux innovations environnementales (EM 0.58).

Tableau 4 : Les déterminants des éco-innovations : modèle global

	Choix d'innover (Probit, 1 ^{ère} étape)		Adoption d'éco-innovations (2 ^{ème} étape)	
	EM	SE	EM	SE
Caractéristiques internes de la firme				
Taille				
20 à 49 salariés			Ref.	Ref.
50 à 249 salariés	0.071***	0.007	0.082***	0.013
250 à 500 salariés	0.086***	0.014	0.109***	0.024
Plus de 500 salariés	0.135***	0.019	0.173***	0.032
L'entreprise fait partie d'un groupe	0.066***	0.006	-	-
Image de marque	1.274***	0.144	0.703**	0.208
Profil d'innovation				
Innov. produit radicale			0.13***	0.017
Innov. produit incrémentale			0.043***	0.013
Incrémentale/radicale			0.147***	0.017
Innovation de procédés			0.181***	0.017
Changement dans l'organisation du travail			0.123***	0.014
Changement dans les relations externes			0.081***	0.015
SME mis en place avant 2006	0.253***	0.008	0.34***	0.024
SME mis en place entre 2006 et 2008	0.330***	0.006	0.46***	0.03
Caractéristiques de l'environnement				
Environnement Marchand				
Zone principale de marché				
Marché régional	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
Marché national	0.069***	0.006	0.073***	0.012
Marché étranger	0.1***	0.009	0.097***	0.018
Concentration du marché	0.021***	0.005	0.017	0.009
Environnement sectoriel				
Secteurs :				
Industries agro-alimentaires			Ref.	Ref.
Biens de consommation	-0.027**	0.009	0.007	0.016
Biens d'équipement	0.048***	0.011	0.031	0.018
Transport	-0.045**	0.017	-0.116***	0.025
Biens intermédiaires	0.028**	0.009	0.085***	0.016
Taux d'adoptants du secteur			0.58***	0.073
Environnement spatial				
Zone de localisation du siège				
Urbaine	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
Péri-urbaine	-0.011	0.007	0.042**	0.014
Rurale	-0.016*	0.006	0.034**	0.013
Constante			-1.962***	
Observations			4686	
Prob > chi2			0.0016	

Sources : Enquête CIS 2008 et EAE 2007

L'estimation est effectuée en deux étapes en utilisant l'estimateur du maximum de vraisemblance. Le ratio de Mills proposé par Heckman est introduit dans la seconde équation afin de corriger le biais de sélection. Le test du Chi2 vérifie si $\rho \neq 0$ est significativement différent de 0 ($H_0 : \rho = 0$). Le rejet de l'hypothèse nulle ($p\text{-value} < 0.05$ si seuil critique à 5%) signifie que l'équation d'intérêt n'est pas indépendante de l'équation de sélection ; les deux décisions ne sont pas prises indépendamment l'une de l'autre, la correction du biais de sélection est donc justifiée pour le modèle général. En revanche, il ne ressort pas de biais de sélection pour les modèles réalisés selon le profil stratégique de la firme.

4.2 Les déterminants de l'adoption de l'innovation environnementale selon le profil stratégique de la firme

Au-delà des déterminants généraux à l'adoption des innovations environnementales, nous avons décomposé les populations selon les trois stratégies types mis en évidence par la littérature : les « adoptants-couts », les « adoptants-demande » et les « adoptants-réglementation ». L'objectif est de tester si les déterminants relatifs aux caractéristiques internes de la firme et ceux relatifs à ses différents environnements jouent de manière spécifique. On teste trois modèles, pour chacune des profils stratégiques, afin de tester l'existence de déterminants différents selon que l'objectif de l'adoption de l'innovation environnementale réponde respectivement à un objectif de coût, à une demande de ses clients ou à la réglementation existante voire par anticipation d'une réglementation future.

Concernant les caractéristiques internes de la firme, on remarque en premier lieu que la croissance de la taille de la firme, si elle avait un rôle globalement positif dans le modèle général (cf tableau 4), a un impact différent selon le type d'adoptants (cf tableau 5). En termes d'effets marginaux, la taille a un impact plus faible pour les adoptants pour des raisons liées à la demande et il est plus marqué pour les adoptants-cout et réglementation. La corrélation entre taille et adoption est particulièrement marquée pour les firmes sensibles à la réglementation et à son anticipation. Par ailleurs, on note que l'image de marque, qui a un rôle significativement positif dans le modèle général, est une variable qui différencie fortement les profils. Elle a un impact négatif pour les adoptants-cout et adoptants-demande et une influence très marquée et positive pour les adoptants-réglementation (avec des effets marginaux respectifs de -0.33, de -0.63 et de 0.513). Ceci pourrait traduire le fait que l'image de marque est complémentaire à l'innovation environnementale pour les entreprises qui éco-innovent en vue de répondre à la réglementation, alors qu'elle renvoie plus à une relation de substituabilité pour les adoptants-demande et les adoptants-cout.

En termes de profil d'innovation, les résultats montrent que l'innovation produit radicale a un impact supérieur à celui de l'innovation incrémentale pour les adoptants-couts et les adoptants-demande, conformément au modèle général. Par contre, on observe une corrélation inverse pour les adoptants-réglementation. On retrouve ainsi les résultats de la littérature qui montrent que la réglementation a tendance à favoriser les innovations de type bout de chaîne (« end of pipe ») aux innovations de type « technologies propres » (« cleaner production ») (Frondel et al. 2007). La co-évolution entre innovations environnementales et innovations organisationnelles, est présente pour chacun des trois profils stratégiques mais sous des formes qui diffèrent selon le profil. L'adoption de Système de Management Environnemental, avant et durant la période d'observation, par les adoptants-cout et plus particulièrement pour les adoptants-réglementation est associée positivement, de manière très significative, à leur engagement dans un processus d'adoption d'éco-innovations. En revanche, ce n'est pas le cas pour les adoptants-demande, pour qui l'introduction de SME n'a pas d'effet sur la probabilité d'éco-innover. Enfin, les changements dans l'organisation du travail et dans les relations externes ont une influence positive très significative pour chacun des profils stratégiques. Notons néanmoins que si les changements dans l'organisation du travail ont un impact plus fort pour les entreprises qui éco-innovent pour des enjeux de cout ou liés à la demande, ce sont les changements dans les relations externes qui jouent plus fortement pour les adoptants-réglementation

Concernant l'impact de l'environnement de la firme sur son comportement d'adoption, les résultats mettent en évidence que les comportements sectoriels diffèrent selon le motif de

l'adoption. Pour les adoptants-règlementation, l'appartenance sectorielle n'a ainsi pas d'impact. Pour les adoptants-cout, les biens de consommation et d'équipement jouent négativement par rapport à l'industrie agro-alimentaire. Enfin, chaque secteur a une influence positive très significative sur l'adoption d'éco-innovations par rapport au secteur agro-alimentaire, pour les firmes qui éco-innovent en réponse à des motifs de demande.

Tableau 5 : les facteurs de l'adoption d'éco-innovation selon le profil de la firme
Seconde étape : l'adoption d'éco-innovations

	Adoptants-cout		Adoptants-demande		Adoptants-règlementation	
	E.M (*)	E.S (**)	E.M	E.S	E.M	E.S
Caractéristiques internes de la firme						
Taille						
20 à 49 salariés	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
50 à 249 salariés	0.03*	0.011	-0.027	0.023	0.034**	0.011
250 à 500 salariés	0.063**	0.019	0.013	0.026	0.092***	0.019
Plus de 500 salariés	0.093***	0.022	0.08*	0.031	0.161***	0.023
L'entreprise fait partie d'un groupe	-		-		-	
Image de marque	-0.33*	0.178	-0.63*	0.284	0.513**	0.15
Profil d'innovation						
Innov. de produit radicale	0.03*	0.012	0.09***	0.026	0.036**	0.013
Innov. de produit incrémentale	-0.008	0.011	0.052*	0.024	0.047***	0.012
Incrémentale/radical	0.067***	0.012	0.182***	0.024	0.096***	0.013
Innovation de procédés	0.09***	0.010	0.474***	0.017	0.101***	0.011
Changement organisation du travail	0.09***	0.011	0.06***	0.017	0.061***	0.01
Changement dans relations externes	0.073***	0.012	0.05**	0.019	0.08***	0.012
SME avant 2006	0.14***	0.024	0.020	0.035	0.201***	0.023
SME mis en place entre 2006 et 2008	0.16***	0.03	0.077	0.039	0.3***	0.028
Caractéristiques de l'environnement						
Environnement Marchand						
Zone principale de marché						
Marché régional	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
Marché national	0.147***	0.011	-0.0240	0.023	-0.003	0.012
Marché étranger	0.174***	0.016	-0.209*	0.027	0.004	0.016
Concentration du marché	0.002	0.008	-0.0540***	0.015	0.014	0.008
Environnement sectoriel						
Secteurs : Industrie agro-alimentaire	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
Biens de consommation	-0.045***	0.013	0.11***	0.031	0.001	0.014
Biens d'équipement	-0.046***	0.015	0.095**	0.032	-0.027	0.015
Transport	-0.028	0.021	0.138**	0.048	0.027	0.024
Activités intermédiaires	-0.018	0.013	0.07**	0.027	0.008	0.013
Taux d'adoptants du secteur	0.278***	0.052	0.34***	0.095	0.182***	0.05
Environnement spatial						
Zone de localisation du siège Urbain	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
Peri-urbain	-0.006	-0.04	-0.008	0.021	-0.013	0.011
Rural	0.009	-0.055	0.002	0.019	0.015	0.01
Constante	-1.448***		-1.234***		-2.402***	
Observations	4686		4686		4686	
Prob > chi2	0.9598		0.1053		0.9530	

Sources : Enquête CIS 2008 et EAE 2007, avec * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$;

*E.M : Effet marginal ; **E.S : Erreur standard

Quant à la zone de marché, si l'ouverture internationale était corrélée positivement avec la mise en œuvre d'éco-innovation dans le modèle général, en ce qui concerne les profils d'adoptants, c'est le cas uniquement pour les adoptants-cout. En revanche, ce n'est pas le cas pour les adoptants-demande, pour lesquels le fait de répondre à un marché étranger, par rapport à un marché régional, a un impact négatif sur la mise en place d'éco-innovations. Ce n'est pas le cas non plus pour les adoptants-réglementation, pour lesquelles la dimension du marché principal n'a aucune influence sur la probabilité d'éco-innover. Quant à la concentration du marché elle, n'a, à l'instar du modèle général, pas d'effets sur l'éco-innovation pour les adoptants-cout et les adoptants-réglementation. Elle a en revanche un effet très significativement négatif pour les adoptants demande.

Enfin, on note que la localisation géographique du siège de la firme n'a pas d'impact significatif sur l'adoption d'innovations environnementales pour ces trois profils stratégiques types. L'effet non significatif de la zone de localisation tendrait à montrer la spécificité des innovations environnementales par rapport aux autres innovations. Elles semblent sensibles à l'influence croisées des spillovers de connaissance généralement plus urbains et l'importance des zones de production souvent plus situées en périphérie. Par contre, les effets épidémiques sectoriels jouent, de façon très marquée, pour chacun d'entre eux. Ces résultats tendraient à montrer l'influence marquante des opportunités technologiques du secteur (Malerba et Orsenigo,1993).

Ce second modèle montre que les facteurs d'adoption diffèrent fortement selon la stratégie dominante mise en œuvre et les résultats opposent en particulier les profils stratégiques des adoptants-demande et les adoptants- réglementation.

Ainsi, plus globalement, les adoptants-demande sont surtout des firmes de grande taille, orientées vers des marchés locaux. Leur comportement d'adoption est défavorisé par l'ouverture internationale et par une stratégie de valorisation de l'image de marque par la publicité, qui joue de manière très significative et négative sur l'engagement à l'éco-innovation. Elles sont négativement influencées par la concentration des marchés, leur propension à éco-innover sera ainsi stimulé par des structures de marché de type concurrentiel. Les adoptants-demande sont fortement dépendantes des dynamiques sectorielles avec un effet très défavorable de l'appartenance aux secteurs de l'agroalimentaire. Ce profil est donc relativement éloigné des intuitions qui ont donné lieu à sa création (Market pull), pour lesquelles l'innovation développée par l'entreprise « adoptante-demande » serait « tirée » par la demande. On peut supposer que c'est le poids des relations inter-entreprises (de type « B to B ») qui joue autant que le lien avec le consommateur final (« de type B to C ») dans les caractéristiques de ce profil.

L'adoption des innovations environnementales des adoptants-réglementation est peu influencée par les différentes facettes de leur environnement et notamment par les dimensions sectorielles, marchandes et spatiales. Ainsi, l'appartenance sectorielle, la concentration et la nature géographique du marché ou la zone de localisation du siège n'ont aucun effet significatif sur l'éco-innovation. En revanche, les entreprises qui développent des éco-innovations pour des motifs liés à la réglementation sont fortement influencées par des dynamiques internes, organisationnelles. Elles sont de taille moyenne ou grande, s'appuient sur une forte stratégie de valorisation de leur image de marque, un fort développement des pratiques de type SME durant la période et une dynamique de changement et d'innovation plutôt orientée vers des innovations de procédés. Ce profil met en exergue la recherche d'adéquation à la réglementation, visible notamment à travers le rôle important de

l'innovation incrémentale, qui tend à confirmer les résultats de la littérature antérieure affirmant que les firmes qui répondent à la réglementation environnementale vont développer des innovations de type « end-of-pipe » (Frondel et al. 2007). Mais au-delà de cette mise en conformité avec la réglementation, les résultats montrent aussi l'importance de son anticipation volontaire et de son usage dans une stratégie de communication et de valorisation de l'image de marque.

Enfin, s'agissant des adoptants-cout, leur probabilité d'éco-innover est défavorisée par la petite taille, les marchés régionaux et l'appartenance aux secteurs des biens de consommation et d'équipement. Ce profil donne tout son poids aux processus d'apprentissage et à la co-évolution entre les formes d'innovation dans la logique des analyses de Milgrom et Roberts (1990, 1995). Il est caractérisé par la non influence de l'innovation incrémentale sur la probabilité d'éco-innover, et souligne le rôle du profil d'innovation, très actif à tous les niveaux (rôle de l'innovation radicale, des innovations procédés ou organisationnelles, de l'adoption ancienne des SME).

4. Conclusion

L'objectif de cet article était d'analyser les facteurs qui influencent le comportement d'adoption d'une innovation environnementale par les firmes industrielles françaises et de décliner à partir d'un modèle général, trois modèles d'adoption afin de tester l'existence de déterminants différents selon l'objectif de l'adoption de l'innovation environnementale ie respectivement pour répondre à un objectif de coût, à une demande de ses clients ou pour répondre à la réglementation existante voire par anticipation d'une réglementation future. L'objectif est de mieux comprendre les déterminants micro-économiques des trois profils stratégiques clefs soulignés par la littérature sur l'éco-innovation. Un modèle économétrique, permettant d'analyser les caractéristiques favorables à un comportement innovateur, est testé sur une base de données individuelles sur l'innovation représentative de l'industrie française (CIS8).

Les résultats du modèle général confirment le rôle structurant des caractéristiques internes de la firme et celles de son environnement externe sur son activité éco-innovante et les processus à l'œuvre dans l'engagement à innover. Le rôle de la communication sur l'image de marque et l'importance centrale du processus de co-évolution des pratiques d'innovation sont deux facteurs dominants dans la construction de cet engagement.

Les modèles partiels apportent un éclairage nouveau et surtout, ce qui est peu fait dans la littérature, montrent l'importance de l'interaction entre le profil stratégique et les structures micro-économiques dans l'analyse du comportement d'adoption d'éco-innovations. Les résultats mettent en évidence le fait que chaque profil présente une combinaison de facteurs très diversifiée, des formes de mobilisation des ressources internes (taille, image de marque, profil d'innovation,...) et de relations à l'environnement externe (notamment la structure des marchés), qui les spécifient et qui portent leur comportement d'éco-innovation. Un des enjeux scientifiques important dans cette compréhension des déterminants microéconomiques sera d'analyser plus finement ces processus de co-évolution entre les formes d'innovation et notamment avec l'innovation technique (produits et procédés) mais aussi avec l'innovation organisationnelle (modes de coordination internes et de coopération externes) qui joue un rôle souvent moteur et peu analysé dans les performances eco-innovatrices (Wagner et Llerena, 2011). Enfin, les résultats montrent que le contexte sectoriel compte et surtout varie fortement

selon les profils stratégiques des firmes (Malerba, 2005). La mise en évidence de ces différences, et de leur évolution au cours du temps, est importante pour mieux comprendre les effets des politiques publiques et réglementaires sur le comportement éco-innovateur des agents. Celles-ci devant se focaliser sur le mode de gestion de la question de la double externalité, c'est-à-dire sur la prise en compte de l'externalité environnementale induite par l'éco-innovation, et ainsi aux différentes formes d'incitations à consacrer pour améliorer la performance environnementale (Ambec et Lanoie, 2008) des différents profils de firme.

Références bibliographiques :

Ambec S et Lanoie P., "Does it pay to be green? A systematic overview", *Academic Management Perspective*, vol.22, n°4.

Arundel, A., Kemp R. et Parto S. (2005) "Indicators for Environmental Innovation: What and How to Measure, in International Handbook on Environment and Technology Management (ETM)", edited by D. Marinova, J. Phillimore and D Annandale, Edward Elgar, Cheltenham.

Autant-Bernard, Mangematin V. et Massard N., (2006), "Creation of Biotech SMEs in France," *Small Business Economics*, Springer, vol. 26(2), p.173-187.

Bazillier R. et J. Vauday, (2009), "Greenwashing and CSR", dans "Corporate Social Responsibility: from compliance to opportunity", P. Crifo et J. P. Ponsard (Eds.) Editions de l'Ecole Polytechnique, 2010.

Beise, M. and Rennings K. (2005). "Lead markets and regulation: a framework for analyzing the international diffusion of environmental innovations.", *Ecological Economics* vol 52, p.5-17.

Belin, J., Horbach. J. et Oltra V, (2009). "Determinants and specificities of eco-innovations – An econometric analysis for France and Germany based on Community Innovation Survey.", *Working Paper DIME (DIME Workshop on Environmental Innovation, industrial dynamics and entrepreneurship)*.

Carrillo-Hermosilla, J., Del Rio Gonzalez P. et Könnöla T. (2009), "Eco-Innovation When sustainability and competitiveness shake hands". New York, Palgrave MacMillan.

Cazals, C., (2009), "Qualités et innovations environnementales dans la viticulture et l'arboriculture fruitière : l'apport des mondes de production," *Revue d'économie industrielle*, vol 126, p.31-52.

Cohen, W. et Levinthal, D., (1990), "Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation", *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, No. 1, p. 128-152.

Conceicao, P., Heitor, M., et Vieira, P. (2006), "Are environmental concerns drivers for innovation?" Interpreting Portuguese innovation data to foster environmental foresight", *Technological forecasting & social change*, vol 73, p.266-276.

Costantini, V., Mazzanti M., et Montini A. (2011), "Environmental performance, innovation and regional spillovers." *Quaderno DEIT*, n.3.

Del Rio Gonzalez P., (2005), "Analysing the factors influencing clean technology adoption : a study of the spanish pulp and paper industry," *Business strategy and the environment*, 14, p.20-37

.Dosi, G., Teece D. et Winter S., (1990),"Les frontières des entreprises : vers une théorie de la cohérence de la grande entreprise," *Revue d'économie industrielle*, vol. 51, p.238-254.

Feldman, M. et Audretsch D., (1999), "Innovation in cities: Science-based diversity, specialization and localized competition," *European Economic Review*, Elsevier, vol. 43(2), p. 409-429.

Fronzel M., Horbach J. and Rennings K. (2007), "End-of-pipe or Cleaner production? An empirical comparison of environmental innovation decisions across OECD countries", *Business strategy and the environment*, vol 16, P.571-584.

Galliano D. et Roux P., (2006), "Les inégalités spatiales dans l'adoption des TIC : le cas des firmes industrielles françaises", *Revue Economique*, vol 57, n°6.

Greaker, M. (2006). "Spillovers in the development of new pollution abatement technology : a new look at the Porter-hypothesis." *Journal of Environmental Economics and Management*, vol 52 p.411-420.

Griliches Z., (1957), "Hybrid Corn: An Exploration of the Economics of Technological Change. Technology, Education and Productivity: Early Papers with Notes to Subsequent Literature", p. 27–52. New York: Basil Blackwell, 1988 [1957].

Heckman J., (1979), "Sample selection bias as a specification error", *Econometrica*, 47,p.153-162

Hemmelskamp, J. (2000), 'Environmental Taxes and Standards: An Empirical Analysis of the Impact on Innovation', in Hemmelskamp, J., K. Rennings and F. Leone, eds., *Innovation Oriented Environmental Regulation*. Heidelberg/New York: Physica-Verlag.

Hollenstein, H. (2004), "Determinants of the adoption of Information and Communication Technologies (ICT): An empirical analysis based on firm-level data for the Swiss business sector," *Structural Change and Economic Dynamics*, Elsevier, vol. 15(3), p.315-342.

Horbach, J. (2008), "Determinants of Environmental Innovations, New Evidence from German Panel Data Sources." *Research Policy*, vol. 37, p.163-73.

Horbach, J., Rammer C. et Rennings K., (2011), "Determinants of eco-innovations by type of environmental impact. The role of regulatory push-pull, technology push and market pull." *ZEW Discussion Paper* NO.11-027.

Jacobs, J. (1969), "The economy of cities". Random House, New York

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*, vol. 24(4), p.503-528.

Kemp, R. et Volpi M. (2008), "The diffusion of clean technologies: A review with suggestions for future diffusion analysis", *The International Journal of Cleaner Production*, 16 Supplement 1: S14-S21.

Kephaliacos C. Grimal L. (2000) ,"Internalization of external effects versus decrease of externalities: From end of pipe technologies to cleaner technologies", *International Journal of Sustainable Development*, Vol. 3, n°3, 2000.

Lhuillery S. et Pfister E., (2009), "R&D cooperation and failures in innovation projects: Empirical evidence from French CIS data", *Research Policy*, vol. 38(1), p. 45-57.

Llerena, P. et Oltra V., (2002), "Diversité des processus d'apprentissage et efficacité dynamique des structures industrielles", *Revue d'économie industrielle*, vol. 98, p.95-120.

Malerba F., (2005), "Sectoral systems of innovation: a framework for linking innovation to the knowledge base, structure and dynamics of sectors," *Economics of Innovation and New Technology*, Taylor and Francis Journals, vol. 14(1-2), p. 63-82.

Malerba, F et Orsenigo, L. (1993). 'Technological regimes and firm behavior'. *Industrial and Corporate Change*, 2, 45-74.

Mansfield, E., (1968), "Industrial research and technological innovation : an econometric analysis", Norton, New York.

Marshall A. (1890), "Principles of economics", ed Macmillan.

Mazzanti, M, Montini A. et Zoboli R. (2007), "Complementarities, firm strategy and environmental innovations- Empirical evidence for the manufacturing sector". DRUID Summer Conference 2006.

Mazzanti, M. et R. Zoboli (2006), "Examining the factors influencing environmental innovations." *Nota di Lavoro* 20.2006, Fondazione Eni Enrico Mattei.

Milgrom, P. et Roberts J. (1990), "The economics of modern manufacturing: technology, strategy and organization." *American Economic Review*, vol 80, p.511-528.

Milgrom, P. and Roberts J. (1995)., "Complementarities and fit strategy, structure, and organizational change in manufacturing." *Journal of Accounting and Economics*, Elsevier, 19(2-3), April: p.179-208.

Mirata M. et Emtairah T., (2005), "Industrial symbiosis and the contribution to environmental innovation : The case of the Landskrona symbiosis programme", *Journal of cleaner production*, vol 13, p.993-1002.

Mohr, J. (2002), "Technical change, external economies, and the Porter hypothesis.", *Journal of Environmental Economics and Management*, vol 43, p.158-168.

Nieddu M., Garnier E. et Bliard C., (2010), « L'émergence d'une chimie doublement verte », *Revue d'économie industrielle*, vol 132, p.53-84.

Ota M. et Fujita M., (1993), "Communication Technologies and Spatial Organization of Multi-unit firm in Metropolitan areas." *Regional Science and Urban Economics*, 23, p.695-729

Porter, M. (1991), "America's Green Strategy", *Scientific American*, 264, 168.

Porter, M. et Linde C. v. d. (1995). "Green and competitive : ending the stalemate." *Harvard Business Review*, p.120-134.

Porter, M. et Linde C. v. d. (1995), "Towards a new conception of environment-competitiveness relationship." *Journal of Economic Perspectives* vol 9, p.97-118.

Ramirez, D, Khanna,M et Delta G., "Striving to be green: the adoption of total quality environmental management," *Applied economics*, 40 (2008), p. 2995-3007.

Rave, T., F. Goetzke, et al. (2011). "The determinants of environmental innovations and patenting : Germany reconsidered.", *Ifo Working Papers* NO.97.

Rehfeld, K., Rennings K et Ziegler A., (2007). "Integrated product policy and environmental product innovations: An empirical analysis." *Ecological Economics* vol 6, p.91-100.

Rennings, K. (2000). "Redefining innovation - eco-innovation and the contribution from ecological economics." *Ecological economics*, vol 32, p.319-332.

Schmookler J. (1962), "Economic sources of inventive activity". *The Journal of Economic History* vol 2(1):19.

Schmookler J. (1966), "Innovation and economic growth", Harvard University Press, Cambridge.

Schon, D., (1967), "Technology and change : the new Heraclitus, Delacorte Press, New York.

Smolny W., (2003), "Determinants of innovation behaviour and investment estimates for west-german manufacturing firms", *Economics of innovation and new technology*, vol 12(5).

Srivastava, S., (2007), "Green supply-chain management: a state-of-the-art literature review", *International Journal of management Reviews*.

Van den Ven et Van Praad, B.M.S, (1981), "The demand for deductibles in private health insurance. A probit model with sample selection", *Journal of econometrics*, 17, p.229-253

Verbeke, W. (2005). "Agriculture and the food industry in the information age", *European Review of Agricultural Economics*, vol 32(3), p.347-368.

Wagner, M. (2007), "On the relationship between environmental management, environmental innovation and patenting : evidence from German manufacturing firms." *Research Policy*, vol 36, p.1587-1602.

Wagner, M. et Llerena P., (2011), "Eco-innovation through integration, regulation and cooperation : comparative insights from case studies in three manufacturing sectors," *Industry and Innovation*, vol 18, p.747-764.