

**Motivations à l'éco-innovation :
une comparaison sectorielle sur
les entreprises au Luxembourg**

Jocelyn GROFF¹
Thuc Uyen NGUYEN-THI²

*Université de Strasbourg, France¹
CEPS/INSTEAD, Luxembourg²*

CEPS/INSTEAD Working Papers are intended to make research findings available and stimulate comments and discussion. They have been approved for circulation but are to be considered preliminary. They have not been edited and have not been subject to any peer review.

The views expressed in this paper are those of the author(s) and do not necessarily reflect views of CEPS/INSTEAD. Errors and omissions are the sole responsibility of the author(s).

Motivations à l'éco-innovation: une comparaison sectorielle sur les entreprises au Luxembourg

Jocelyn GROFF
Université de Strasbourg, France

Thuc Uyen NGUYEN-THI¹
CEPS/INSTEAD, Luxembourg

Résumé

Cette analyse identifie les principaux facteurs qui incitent les entreprises à s'engager dans l'innovation environnementale. Elle contribue à la littérature empirique sur l'innovation environnementale à plusieurs niveaux. Premièrement, cet article présente pour la première fois, une analyse comparative intersectorielle des motivations à l'éco-innovation. Deuxièmement, au lieu de considérer l'éco-innovation comme une mesure agrégée d'innovation, cette étude s'attache à la différencier selon le type d'innovation en termes de produit, de procédé et de technologie. Troisièmement, cet article prend en compte la nature de l'éco-innovation au cours du processus d'innovation, en distinguant l'innovation environnementale à l'étape de la production et celle à l'étape des produits destinés aux consommateurs finaux. L'objectif est donc double. Il s'agit dans un premier temps, d'identifier les déterminants de la probabilité d'introduction de différents types d'éco-innovations dans une optique intersectorielle, quelle que soit la finalité de ces innovations. Puis, dans un second temps, d'étudier les déterminants des éco-innovations en fonction de leurs objectifs. Un modèle logistique a été réalisé à partir des données issues l'enquête communautaire sur l'innovation du Luxembourg. Cette analyse a permis de mettre en évidence l'importance de prendre en considération les spécificités inter et intra-sectorielles lorsqu'il s'agit de traiter la question des motivations à l'éco-innovation au niveau des entreprises. Les principales distinctions qui se révèlent, démontrent que les entreprises du secteur de l'industrie manufacturière sont plus sensibles aux pressions réglementaires que celles du secteur des services. D'autre part, les services semblent bénéficier rapidement d'outputs en terme d'éco-innovation, grâce à la mise en place d'un système de management environnemental, mais également grâce à des activités de R&D et cela, quel que soit le type ou la nature de l'innovation.

Mots clés: Eco-innovation; Services; Industrie manufacturière; Réglementation; Système de management environnemental; Demande; R&D

¹ 3 avenue de la Fonte, L-4364 Esch-sur-Alzette. Tel. : +352 585855632. E-mail : thithucuyen.nguyen@ceps.lu

1. Introduction

Face à l'enjeu et à la complexité de la préservation de l'environnement, de nombreuses études se sont concentrées sur la question des déterminants des éco-innovations. Le courant dominant distingue trois groupes de motivations, qui sont les mesures gouvernementales, les pressions technologiques et les pressions du marché. Certaines de ces études ont analysé spécifiquement les entreprises industrielles (Brunnermeier et Cohen, 2003; Mazzanti et Zoboli, 2006 ; Howes *et al.*, 1997). D'autres, se sont intéressées à cette même question, en étudiant à la fois le secteur des services et celui de l'industrie, mais sans faire de distinction propre entre ces secteurs (Belin *et al.*, 2011; Horbach *et al.*, 2011).

Kemp et Pearson (2008) définissent l'innovation environnementale comme: *"The production, assimilation or exploitation of a product, production process, service or management or business methods that is novel to the organization (developing or adopting it) and which results, throughout its life cycle, in a reduction of environmental risk, pollution and other negative impacts of resources use (including energy use) compared to relevant alternatives"*. L'introduction d'une innovation environnementale est considérée au niveau d'une organisation, par opposition à la société dans son ensemble. Ainsi, il y a éco-innovation dès lors qu'une organisation introduit une amélioration significative, qu'elle soit, ou non, déjà présente sur le marché. Oltra et Saint-Jean (2009) soulignent que toute innovation favorable à l'environnement est considérée comme une éco-innovation, qu'elle soit intentionnelle ou non, directe ou indirecte, locale ou globale.

Il n'existe pourtant aucune étude faisant la comparaison sectorielle des déterminants des innovations environnementales. La littérature justifie ce manque en supposant que le niveau de dégradation serait beaucoup plus faible dans les services, que dans les industries. Cependant, le secteur des services représente actuellement la part la plus importante de l'activité économique, dans la plupart des sociétés industrialisées. Et s'il connaît un développement croissant dans l'économie, alors la somme de ses activités pouvant avoir des impacts néfastes pour l'environnement sera, elles aussi, potentiellement de plus en plus importantes. C'est pourquoi, si une société cherche à réduire son impact environnemental, une analyse spécifique peut permettre une meilleure compréhension des incitations au sein de chaque secteur et peut ainsi encourager à implémenter des solutions mieux adaptées pour atteindre certains objectifs du développement durable.

Cet article tente de combler ce manque, en procédant à une analyse statistique et économétrique. Il contribue à la littérature empirique sur l'innovation environnementale à plusieurs niveaux. Premièrement, cet article présente pour la première fois une analyse comparative intersectorielle des motivations à l'éco-innovation. Deuxièmement, au lieu de considérer l'éco-innovation comme une mesure agrégée d'innovation, cette étude s'attache à la différencier selon le type d'innovation en termes de produit, de procédé et de technologie. Troisièmement, cet article prend en compte la nature de l'éco-innovation au cours de son processus, en distinguant l'innovation environnementale à l'étape de la production et celle à l'étape des produits destinés au consommateur final. L'objectif de cet article est double. Il s'agit dans un premier temps, d'identifier les déterminants de la probabilité d'introduction de différents types d'éco-innovations dans une optique intersectorielle, quelle que soit la finalité de ces innovations. Puis, dans un second temps, d'étudier les déterminants des éco-innovations en fonction de leurs objectifs finaux. Pour ce faire, les données luxembourgeoises de l'enquête communautaire sur l'innovation de 2008 (CIS 2008) ont été utilisées. Pour analyser de manière indépendante le secteur des services et celui de l'industrie, un modèle systémique, dans lequel les services et l'industrie sont étudiés parallèlement est réalisé.

L'article est organisé de la manière suivante. La Section 2 présente une revue de littérature sur différentes motivations à l'éco-innovation et expose nos hypothèses de recherche. La Section 3 présente les données, les variables utilisées dans l'article. Les résultats d'estimations et les interprétations sont exposés dans la Section 4. La conclusion et les perspectives de recherche sont présentées dans la Section 5.

2. Motivations à l'éco-innovation et hypothèses de recherche

Quatre groupes de déterminants sont considérés: (1) les mesures politiques; (2) les pressions technologiques; (3) les pressions venant du marché; et (4) les autres variables explicatives et les caractéristiques des entreprises.

2.1. Mesures politiques et éco-innovations

Les politiques publiques environnementales sont définies par Mc Cormick (2001) comme *"any actions deliberately taken - or not taken - by government that are aimed at managing human activities with a view to preventing harmful effects on nature and natural resources, and ensuring that man-made changes to the environment do not have harmful effects on humans"*. Ce type de politique vise à encourager les actions à effets bénéfiques pour l'environnement et à améliorer les performances écologiques des activités humaines. La littérature théorique souligne que la pollution et les dégradations du milieu naturel sont en partie les résultats d'imperfections du marché, qui ont permis de séparer le coût privé du coût social (Howes *et al.*, 1997). Par conséquent, le gouvernement doit intervenir pour inciter les entreprises à internaliser leurs coûts privés, précédemment imposés à l'ensemble de la société. Les mesures gouvernementales peuvent donc influencer les agents à préserver l'environnement, notamment en favorisant les éco-innovations. Les pouvoirs publics disposent de plusieurs outils de régulation de l'activité économique, comme les financements publics et les réglementations.

Financements publics. Les financements publics sont souvent cités comme un outil important encourageant les comportements écologiques des entreprises. Toutefois, les résultats des analyses empiriques sur l'impact de ce type de financement restent controversés. Ces financements permettent, selon certains économistes, de favoriser l'innovation verte alors que pour d'autres, ils sont considérés comme un frein. D'une part, à l'image de Veugelers (1997) et Dachs *et al.* (2004), les financements publics pourraient jouer comme un effet d'entraînement sur l'investissement privé en R&D, ce qui peut encourager de manière indirecte l'engagement des entreprises dans des éco-innovations. L'argumentation en leur faveur affirme que les aides financières permettent de contrebalancer les imperfections de marché, qui sont liées à l'incertitude de l'activité d'innovation et permettent ainsi d'atteindre certains objectifs environnementaux. Jaffe et Stravins (1995) montrent que les subventions ont un effet fortement positif et significatif sur la diminution des coûts de l'adoption d'une technologie alternative. Ce résultat permet d'envisager qu'une subvention consent à favoriser l'innovation environnementale, sans altérer la performance économique de l'entreprise.

Mais d'un autre point de vue, les subventions risquent de soutenir des activités qui auraient pu se développer sans ce type de soutien. Comme le montrent Jaffe *et al.* (2005): *"...technology subsidies and tax credits can require large public expenditures per unit of effect, since consumers who would have purchased the product even in the absence of the subsidy (i.e., free-riders) still receive it"*. De plus, l'allocation de subvention risque d'entraîner l'économie sur un sentier de dépendance moins favorable pour l'environnement que ne

l'auraient fait d'autres technologies plus éco-performantes. En effet, les pouvoirs publics, comme tous les agents économiques, disposent d'informations incomplètes et d'une rationalité limitée (Simon, 1979). Par conséquent, d'autres facteurs liés aux caractéristiques propres à l'entreprise, sont à prendre en considération, pour déterminer si ce type de mesures peut être efficace à l'introduction d'innovation environnementale, mais cette partie sera traitée dans la suite de cette section.

Réglementation. Pouvant notamment prendre la forme de lois, de taxes, ou de normes, les réglementations permettent de stimuler l'innovation, même si dans certains cas, elles peuvent être limitées, inefficaces, voire même avoir un effet négatif sur l'engagement des entreprises à introduire des éco-innovations (Ambec et Lanoie, 2009). C'est pourquoi, la réglementation est supposée remplir plusieurs conditions nécessaires pour être efficace. Selon l'OCDE (2011), la réglementation doit être: "... *suffisamment stricte pour encourager l'innovation ; assez stable pour inspirer confiance aux investisseurs ; suffisamment souple pour favoriser des solutions véritablement novatrices ; viser précisément l'objectif de l'action publique ; et être propice à une innovation continue.*" En effet, pour être efficaces, ces mesures doivent inciter le plus grand nombre d'entreprises à l'éco-innovation. Mais comme leurs caractéristiques propres peuvent être très diverses (comportement stratégique, taille, secteur d'activité,...), il paraît donc nécessaire de mettre en place différentes réglementations qui sont appropriées aux caractéristiques de l'entreprise et qui répondent à diverses exigences économiques, sociales et écologiques.

Sous l'angle de la vision statique de la théorie de l'équilibre général, ces mesures sont généralement considérées comme une barrière, car elles imposent des coûts supplémentaires et peuvent éloigner la R&D de l'entreprise de son cœur d'activité, érodant ainsi la compétitivité des entreprises qui sont soumises à ces mesures. Le rapport entre le coût et le bénéfice économique, engendré par l'éco-innovation, n'est pas nécessairement positif, particulièrement dans un horizon à court terme. Soumises à ce risque, les entreprises peuvent ne pas être motivées à innover.

La désormais fameuse hypothèse de Porter (Porter et van der Linde, 1995), va à l'encontre de cette conception, en postulant que la mise en place d'une réglementation dans le but de réduire les impacts néfastes sur l'environnement améliore à la fois la performance environnementale et la compétitivité des entreprises, provoquant ainsi un effet dit gagnant-gagnant "*win-win effects*". L'argument mis en avant est qu'en l'absence de réglementation, les entreprises auraient continuellement des opportunités de profit qui resteraient inexploitées, car elles sont: " ... *still inexperienced in dealing creatively with environmental issues*".

Si cette hypothèse se vérifie, les réglementations incitent les entreprises à introduire des innovations vertes car leur but premier est de maximiser leurs profits. Malheureusement, l'analyse empirique de l'hypothèse de Porter donne lieu à des résultats mitigés. Ambec et Lanoie (2009) synthétisent plusieurs travaux empiriques de cette hypothèse. Les travaux qui testent la relation entre la réglementation environnementale et l'innovation concluent à une relation positive, mais parfois faible entre les réglementations et l'innovation. Les analyses qui testent la relation entre les réglementations et la performance économique ont tendance à conclure à une relation négative entre la performance et les réglementations. Enfin, une troisième approche qui combine la réglementation, l'intensité d'innovation et la performance économique, conclut à une relation positive entre la sévérité de la réglementation et l'introduction d'éco-innovation, mais montre également un effet négatif sur la performance économique. L'effet total est négatif, ce qui tend à rejeter l'hypothèse de Porter, du moins dans sa version systématique. Ainsi, l'hypothèse du "*win-win effects*" ne semble pas être

suffisamment robuste pour affirmer que les entreprises introduisent des innovations pour améliorer à la fois leur performance économique et réduire leur impact écologique.

Néanmoins, la mise en place de réglementations impose aux entreprises un certain niveau de conformité pour pouvoir produire ou commercialiser leurs produits dans les espaces économiques soumis à ces règles. Ainsi, les pressions gouvernementales, qu'elles soient ou non perçues comme une contrainte, peuvent potentiellement déterminer les entreprises à introduire des innovations vertes.

Dans le même ordre d'idées, Brunnermeier et Cohen (2003) cherchent à savoir si les pressions gouvernementales incitent les entreprises à réduire le coût lié à ces pressions, en introduisant des éco-innovations, ou si les entreprises vont simplement subir la sanction (comme le paiement d'une taxe), sans modifier leur fonctionnement. A partir d'une enquête réalisée aux Etats-Unis, sur la période 1983-1992, ils trouvent une relation positive entre la réduction de la pollution et le nombre de dépôts de brevets. Cependant, le lien entre les mesures gouvernementales et les activités d'innovation n'est pas significatif. Ce résultat explique que l'innovation permet de réduire les impacts néfastes sur le milieu naturel, mais ne prouve pas une corrélation entre les pressions gouvernementales existantes et l'incitation à l'introduction d'éco-innovations.

Finalement, il est important de souligner que les réglementations peuvent inciter les entreprises à innover en fonction des pressions déjà existantes, mais également en fonction de celles dont les entreprises anticipent la venue, par effet de signal. Pour Jaffe *et al.* (2005), "*Policies to reduce pollution have two effects, however—they reduce pollution today, and they also typically change the incentives that firms face with regard to investing resources in developing new technology for the future*".

Lorsque l'on distingue l'activité générée par les services, de celle générée par l'industrie, on peut supposer que les pressions réglementaires sont moins fortes dans les services. Si l'activité des services est marginalement moins polluante, alors ce type d'entreprise peut se conformer plus facilement à la réglementation. A ma connaissance, le niveau réglementaire européen varie en fonction de la taille de l'entreprise, mais ne varie pas en fonction de son secteur d'activité. C'est pourquoi, par hypothèse, il semblerait qu'actuellement, les services subissent des pressions gouvernementales moins incitatives à l'innovation environnementale que les industries, alors que des réglementations spécifiques aux secteurs pourraient augmenter les motivations à introduire des innovations vertes.

Sur la base de ces arguments, un premier groupe formule les hypothèses suivantes :

H1a) Les mesures gouvernementales incitent les entreprises à s'engager dans l'innovation environnementale.

H1b) Les entreprises de services sont moins incitées par les mesures gouvernementales à introduire l'innovation environnementale que celles de l'industrie manufacturière.

2.2. Avancées technologiques et éco-innovations

Comme souligné précédemment, les politiques gouvernementales, souvent considérées comme des mesures externes à l'entreprise, ne sont pas suffisantes pour inciter les entreprises à s'engager dans des démarches protectrices de l'environnement. Les entreprises ne sont pas seulement motivées à introduire des éco-innovations en réponse à des pressions ou à l'existence d'aides gouvernementales, mais également en réponse à leurs stratégies économiques propres. Dans ce sens, les résultats d'enquête de Florida (1966) ont montré qu'une synergie entre la stratégie économique et environnementale peut inciter les entreprises à améliorer leurs technologies, en introduisant des innovations respectueuses du milieu naturel.

D'un point de vue théorique, la croissance est guidée par un processus dynamique, où certaines nouvelles technologies vont en pousser d'anciennes à l'extérieur du circuit économique, comme le processus de "*destruction créatrice*". Le progrès technique aurait ainsi un impact sur l'évolution du comportement des agents (Schumpeter, 1934).

Concernant spécifiquement les éco-innovations, la littérature subdivise l'innovation technologique en deux catégories: les technologies dites en bout de chaîne (end-of-pipe) et celles dites "propres" (cleaner production, cleaner products). Les technologies en bout de chaîne freinent l'émission de pollution en introduisant une amélioration à la fin du processus de production ou à l'étape de l'utilisation finale comme par exemple, la mise en place de filtres antipollution ou la possibilité de recycler un produit après son utilisation. Les technologies propres, quant à elles, réduisent les impacts néfastes sur l'environnement à la source ou tout au long du processus de production ou de l'utilisation. Il est généralement reconnu que les technologies propres sont plus efficaces en termes de performances environnementales que ne le sont les technologies en bout de chaîne (Fronzel *et al.*, 2007, Arundel *et al.*, 2007, Oltra, 2008). Ce résultat s'explique notamment par le fait que les technologies propres s'inscrivent dans un processus d'innovation continu, alors que les innovations en bout de chaîne sont le résultat d'un comportement plutôt réactif que proactif.

Investissement en R&D et introduction d'innovation organisationnelle. Parallèlement aux objectifs ci-dessus, l'investissement en R&D et la mise en place d'innovation organisationnelle sont également souvent associés aux avancées technologiques susceptibles d'influencer le développement des éco-innovations (Florida, 1996 ; Mazzanti et Zoboli, 2006 ; Fronzel *et al.*, 2008). Il est généralement admis que les entreprises, disposant d'une grande capacité interne de recherche, sont susceptibles de s'engager davantage dans l'éco-innovation que les autres. La littérature du courant "*resource-based view*" postule que, dans un environnement où la compétitivité dépend beaucoup de la capacité de l'entreprise à innover rapidement, à développer de nouveaux produits et à explorer de nouveaux marchés, l'entreprise a besoin de développer son propre potentiel de connaissances et de compétences spécifiques en s'engageant en interne dans des activités de R&D. A l'image des travaux de Barney (1986,1991), Sanchez et Heene (1996), Kogut (1988), Kogut et Zander (1993), les ressources et compétences internes sont définies comme des actifs possédés ou contrôlés par les entreprises. Ils sont soit tangibles comme le capital, les procédures, les machines ou intangibles comme les connaissances des besoins du marché, les connaissances technologiques ou les contacts commerciaux. Ces ressources et connaissances déterminent la faculté de l'entreprise à identifier les partenaires potentiels, à assimiler ainsi qu'à capitaliser les compétences spécifiques et complémentaires à ses propres activités d'innovation (Cohen

et Levinthal, 1989 ; Nelson et Rosenberg 1994, Teece 1988, Pisano 1990, Hamel et Prahalad 1990).

Les études empiriques ont toutefois montré des résultats controversés. D'une part, Florida (1996) suggère une relation forte entre l'intensité de la R&D et l'introduction d'éco-innovations. Il montre que les entreprises qui investissent pour développer une nouvelle conception verte, dépensent en moyenne dix fois plus en R&D que celles qui investissent pour un autre motif. Ainsi, la R&D peut favoriser l'économie-innovation. D'autre part, Mazzanti et Zoboli (2006), montrent que l'effort d'investissement en R&D environnementale est fonction du secteur d'activité. Dans leurs études, uniquement deux secteurs d'activité affichent un rapport significatif entre l'effort de R&D et l'innovation environnementale. Ils supposent que seules les entreprises qui disposent d'une capacité de R&D élevée bénéficient d'outputs sur l'éco-innovation.

Pour Pavitt (1984), le secteur des services acquerrait plus d'innovations en externe qu'il n'en développerait en interne. Ce phénomène peut s'expliquer si les services bénéficient de moins de financements publics que le secteur industriel. Dans ce cas, le risque d'effet de débordement lié à la R&D interne est élevé (Jaffe et Stravins, 1995). Si les services acquièrent davantage leurs innovations sur le marché, que par le développement en interne, alors ils sont plus susceptibles d'introduire des innovations incrémentales que radicales.

Mais les activités de services informatiques peuvent, par exemple, innover de manière environnementale pour une clientèle industrielle et ainsi proposer des solutions plus respectueuses de l'environnement. Dans un contexte économique où les technologies de l'information et de la communication ont une place sans cesse grandissante, il peut paraître tout à fait raisonnable qu'une entreprise cherche à mettre en place des instruments qui favoriseraient, comme le pensent Porter et van der Linde (1995), à la fois la performance environnementale et la performance économique. Elles pourraient, à long terme, dégager un avantage en termes de coûts de production, mais également dégager un avantage concurrentiel, en ayant la possibilité de proposer à leurs clients des produits plus respectueux de l'environnement.

Système de management environnemental. Une autre manière de favoriser les opportunités technologiques par l'innovation est de mettre en place un système régulier de management permettant d'identifier et de réduire les impacts néfastes pour l'environnement. Ces mesures sont souvent associées à l'innovation organisationnelle. A ce titre, plusieurs normes ont été instaurées.

L'Organisation Internationale de Normalisation (ISO) a introduit la série de normes "ISO 14000" pour désigner l'ensemble des lignes directrices qui concernent le management environnemental. L'ISO 14050 définit le système de management environnemental (SME) comme une *"Composante du système de management global qui inclut la structure organisationnelle, les activités de planification, les responsabilités, les pratiques, les procédures, les procédés et les ressources pour établir, mettre en œuvre, réaliser, passer en revue et maintenir la politique environnementale."*². L'Union Européenne a également développé son propre label de SME, intitulé "Eco-Management and Audit Scheme" (EMAS). Depuis 2001, ce label peut couvrir l'ensemble des secteurs économiques, qu'ils soient de services ou d'industries, publics ou privés.

² Source: ISO 14050: http://www.iso.org/iso/fr/catalogue_detail?csnumber=41492.

Au niveau empirique, Wagner (2007) et Frondel *et al.* (2008) ont montré qu'un SME peut avoir un impact positif sur l'introduction d'éco-innovations de produits ou de procédés et qu'il permet également d'améliorer l'image de l'entreprise. De même Mazzanti et Zoboli (2006) ont mis en évidence une relation positive entre toutes les innovations et les SME. Cependant, ils relativisent ce résultat en sous-entendant que les entreprises qui mettent en place ce type de système sont probablement celles qui innovent le plus.

La mise en place d'un SME peut être favorable à l'innovation dans les deux secteurs, mais pas nécessairement pour les mêmes raisons: les services sont souvent proches des clients finaux, à ce titre ils sont plus sensibles à l'évolution des préférences des consommateurs. En effet, même si la demande actuelle reste encore insuffisante, les anticipations peuvent pousser les entreprises à l'éco-innovation, alors que les industries peuvent être incitées à mettre en place un SME davantage par anticipation des pressions réglementaires futures. La littérature souligne que les réglementations sont les déterminants particulièrement incitatifs du secteur manufacturier, même si elles ne sont pas liées forcément à la performance économique de l'entreprise. Donc, on peut supposer qu'une industrie est moins intéressée à introduire des innovations environnementales sous le motif de la réduction des coûts, que par la mise en place de SME.

Sur la base de ces arguments, selon différents points de vue, il s'agit de tester les hypothèses suivantes :

H2a) Les entreprises qui sont soumises à des pressions technologiques vont plus probablement s'engager dans l'innovation environnementale que celles qui ne le sont pas.

H2b) Les entreprises industrielles qui sont soumises à des pressions technologiques vont plus probablement s'engager dans l'innovation environnementale que dans les services.

2.3. Pressions venant du marché et éco-innovations

L'analyse du marché renvoie aux questionnements microéconomiques fondamentaux, à savoir, quelles sont les pressions entre l'offre et la demande qui s'opèrent sur le marché et comment les entreprises se comportent en réponses à ces pressions? En d'autres termes, il s'agit de savoir si les pressions de l'offre et de la demande peuvent déterminer les entreprises à s'engager dans l'innovation verte.

Pour Schmookler (1966), la demande est considérée comme un important déterminant de l'innovation. Sans remettre en cause le rôle de la technologie, il postule que l'effort d'innovation se concentre principalement vers les produits pour lesquels la demande est la plus intense car la rentabilité de l'innovation est fonction de la taille du marché.

Du côté de l'offre, Scott (2003) met en évidence que la R&D environnementale est très sensible à l'intensité de la concurrence et plus particulièrement à la concurrence internationale. Ainsi, une entreprise qui ferait face à une pression concurrentielle forte serait moins incitée à réaliser une R&D orientée vers l'innovation environnementale, alors qu'a contrario, Tirole (1995) affirme que les entreprises innovent pour défendre leur compétitivité. Klepper (1996) souligne que, dans la plupart des cas, la création d'un nouveau marché provoque l'entrée d'un grand nombre de concurrents car la rivalité est, à ce stade, relativement faible. Les entreprises sont alors incitées à développer des innovations de produit pour se

démarrer de la concurrence. Lorsqu'un marché arrive à maturité, il sera plus propice à l'innovation de procédé car l'intensité de la concurrence y est plus forte. Ainsi, le lien entre la concurrence et le développement d'innovation est fonction de la maturité du marché. En conséquence, l'intensité de la concurrence peut, selon le cas, favoriser ou freiner l'innovation.

L'éco-innovation peut donc être une stratégie qui, selon la situation, peut permettre d'atténuer la concurrence, d'augmenter la part de marché, ou d'entrer sur de nouveaux marchés. Par exemple, une entreprise peut diversifier son offre en proposant des produits verts, comme la voiture électrique. Cette stratégie permet, selon Ambec et Lanoie (2009), de signaler une meilleure qualité environnementale. Mais, pour assurer le succès de la commercialisation, les préférences des consommateurs se portent suffisamment vers ce type de produits. A cet égard, Pavitt (1984) pense que la demande vis-à-vis de nouveaux produits écologiques est particulièrement forte lors de la phase de maturité du marché.

Du côté de la demande, il est important de déterminer quelles sont les préférences d'achats des consommateurs, leurs achats effectifs et leurs évolutions. La notion de consommateur englobe ici, les ménages, les entreprises qui achètent auprès de fournisseurs, mais également les marchés publics qui constituent à eux seuls une part importante de la consommation totale de la Société.

Selon une enquête de terrain, réalisée en 2007 par l'Eurobaromètre, 75% des Européens seraient prêts à acheter des produits respectueux de l'environnement, même s'ils sont un peu plus chers. Cependant, seuls 17% déclarent avoir réellement acheté ce type de produit dans le mois qui précédait le sondage. Au niveau du Grand-duché, les résultats sont proches de la moyenne européenne: 84% seraient prêts à en acheter, alors que 28% des personnes sondées déclarent en avoir effectivement acheté. Ainsi les préférences d'achat se portent majoritairement vers des produits écologiques, mais l'acte d'achat final ne représenterait qu'une petite part de ces préférences. A cet égard, le Manuel d'Oslo (2005) affirme que: *"Both the measurement and analysis of the role of demand in innovation are problematic. It is very difficult to isolate demand effects from supply, and little is known about how to measure demand effects in surveys. [...] The nature of customers and users is also a demand factor that the innovating firm takes into account"*.

Si la demande réelle de produits verts est incertaine, alors dans quelles mesures les préférences actuelles et anticipées des consommateurs motivent-elles les entreprises à s'engager dans l'innovation environnementale?

Selon Howes *et al.* (1997), les entreprises anticipent une augmentation croissante de la demande vers les produits écologiques. Cependant, dans la pratique, la consommation effective n'est pas confirmée car les consommateurs orientent l'achat de produits verts majoritairement dans certaines gammes de produits, encore limitées et restent principalement sensibles à la fonctionnalité des produits et à leurs coûts, plutôt qu'à leurs performances environnementales. Ainsi, il semblerait que la demande actuelle reste encore insuffisante, mais que l'espérance d'accroissement du marché peut favoriser l'éco-innovation.

Florida (1996) pense que la demande est un déterminant essentiel à l'introduction d'innovations à visée écologique. Ces résultats supposent que les entreprises font des efforts environnementaux pour améliorer leur part de marché et leur productivité. De même, les résultats économétriques d'Horbach (2008) confirment l'hypothèse selon laquelle la demande actuelle motive les entreprises à se lancer dans l'éco-innovation et cet effet semble être encore plus fort lorsque l'entreprise anticipe un accroissement de la demande des produits respectueux de l'environnement (la demande anticipée).

Dans le secteur industriel et selon Cleff et Rennings (1999), l'innovation de produits est plutôt motivée par des mesures souples et par les incitations du marché, alors que l'innovation de procédés est plutôt déterminée par des réglementations strictes. L'analyse ne fait pas de distinction entre les deux secteurs, mais on peut être amené à penser que ce résultat est en partie lié au fait que le secteur des services est plus incité par les mesures souples et les pressions du marché que par les pressions réglementaires strictes. Les services sont plutôt motivés à l'innovation environnementale pour d'autres raisons que les pressions réglementaires, notamment liées à la performance économique de l'entreprise.

Ces arguments sont à la base des hypothèses suivantes :

H3a) Les entreprises qui sont soumises aux pressions du marché vont plus probablement s'engager dans l'innovation environnementale que celles qui ne le sont pas.

H3b) Les entreprises de services qui sont soumises aux pressions du marché vont plus probablement s'engager dans l'innovation environnementale que celles de l'industrie.

2.4. Autres motivations à l'innovation verte

D'autres motifs susceptibles d'influencer la décision de l'entreprise à s'engager dans l'éco-innovation sont également à considérer. Parmi eux, la littérature prend en compte les sources d'informations et les coopérations en R&D de l'entreprise.

La théorie évolutionniste affirme que les sources d'informations, qu'elles soient internes ou externes, publiques ou privées, provenant de l'amont ou de l'aval, déterminent la trajectoire technologique des entreprises (Nelson et Winter, 1982 ; Pavitt, 1984 ; Malerba 2002). Ainsi, les sources d'informations peuvent expliquer en partie l'introduction d'innovations environnementales car elles permettent d'internaliser des externalités, qu'elles soient générées par l'entreprise ou par un autre agent. Les sources d'informations permettent par exemple d'accroître le socle de connaissances et guident la trajectoire technologique de l'entreprise. Donc en internalisant des connaissances externes, l'entreprise peut améliorer sa performance technologique tout en réduisant son impact environnemental.

Malerba (2002) précise que l'étendue des connaissances varie selon les secteurs et peut modifier l'intensité d'innovation et l'organisation de l'entreprise. Ainsi, les sources d'informations serviront davantage certains types de secteurs, plutôt que d'autres, pour favoriser l'innovation. De même, comme le pensent Cohen et Levinthal (1990), l'absorption des connaissances, peut être plus ou moins difficile, selon le secteur d'activité et le socle de connaissances initial de l'entreprise. Enfin, cette capacité d'absorption est liée à l'aspect cumulatif de l'innovation au sein de l'entreprise. C'est pourquoi, Roy et Thérin (2007) affirment que l'acquisition d'informations, notamment grâce à la mise en place d'un SME, est reliée positivement à l'engagement environnemental. En effet, il faut pouvoir identifier le problème pour en trouver une solution. Temri (2011) fait valoir pour sa part que les SME sont plus développés dans les grandes entreprises que dans les petites et moyennes.

3. Données, variables et statistiques descriptives

3.1. Spécificités du Luxembourg

La littérature théorique ne permet pas de comprendre quels peuvent être les mécanismes qui motivent davantage les entreprises de services et celles de l'industrie à introduire des innovations environnementales. Le Grand-duché semble être un bon terrain d'analyse pour tenter de répondre à ces questions car les services y sont prépondérants et ce type d'étude n'y a encore jamais été réalisé. En effet, au cours de la dernière décennie du 20ème siècle, les services (principalement banques, assurances, immobilier et services aux entreprises) sont devenus le secteur économique le plus important du Luxembourg avec plus de 85 % du PIB en 2010³. A ce titre, le secteur des services offre actuellement de meilleures perspectives d'évolution et est un moteur d'emploi et de croissance. Les services informatiques et les activités apparentées font partie des secteurs les plus innovants du Grand-duché, même s'ils sont en retard par rapport à leurs confrères européens. Les secteurs d'intermédiation financière, du transport et des communications font partie des forces économiques du pays, en termes de performances⁴.

La stratégie luxembourgeoise en matière d'éco-innovation fait suite à l'approbation, en 1999, du "Plan National pour un Développement Durable" ; de l'accord de coalition de la Commission Européenne sur le programme gouvernemental de 2004 et du "Plan national pour l'innovation et le plein emploi" de 2005. L'une des déclinaisons opérationnelles de cette stratégie est le plan d'action en faveur des éco-technologies (ETAP)⁵ créé pour répondre aux objectifs de la stratégie de Lisbonne⁶. Il couvre un large éventail d'activités favorisant l'éco-innovation et consiste à faire passer les éco-technologies du stade de la recherche à celui de la commercialisation⁷. Le Conseil de l'Europe et le Parlement Européen ont alloué un budget total de 3,6 milliards d'euros, pour financer les éco-technologies du "Programme-cadre pour l'Innovation et la Compétitivité 2007-2013"⁸ (CIP⁹).

A l'échelle nationale, une feuille de route est élaborée par chacun des pays. Au Luxembourg, ce plan d'action vise à développer et à promouvoir les éco-technologies dans certains secteurs d'activité prometteurs, en améliorant la productivité des ressources naturelles et en réduisant les impacts environnementaux d'une part, et en développant le domaine des éco-technologies, comme branche de diversification de l'économie luxembourgeoise, d'autre part. Ce plan prend en considération les différences sectorielles et vise particulièrement à soutenir les PME éco-innovantes, en raison de leur poids dans le tissu économique. C'est pourquoi, il est important de comprendre la nature de ces différences sectorielles en termes d'incitation à l'éco-innovation.

³ Source: OECD (2010), "Environmental Performance Reviews: Luxembourg", Editions OECD.

⁴ Source: OCDE (2007), "Examens de l'OCDE des politiques d'innovation Luxembourg", Editions OCDE.

⁵ Environmental Technologies Action Plan- ETAP.

⁶ Source: http://ec.europa.eu/environment/etap/policy/index_fr.html

⁷ Source: http://ec.europa.eu/environment/etap/etap/about_fr.html

⁸ Décision 1639/2006/CE du Parlement Européen et du Conseil du 24 octobre 2006.

⁹ Competitiveness and Innovation Framework Program

3.2. Données

Les données utilisées sont issues de la dernière enquête communautaire sur l'innovation (CIS2008) réalisée en 2010 par le CEPS/INSTEAD¹⁰ en collaboration avec le STATEC¹¹. L'objectif était de collecter les données relatives aux activités d'innovation des entreprises luxembourgeoises sur la période 2006-2008. L'enquête a été réalisée en face à face sur un échantillon de 712 entreprises, représentatives de la population cible de 1650 entreprises implantées au Luxembourg, employant au moins 10 salariés. Sur ces 712 entreprises, 615 ont répondu dont 405 dans les services (65,9%) et 210 dans l'industrie manufacturière (34,1%). Cette répartition de secteurs reflète bien la nature spécifique de l'économie luxembourgeoise qui est d'être tournée vers les services. L'échantillon est composé de 52% des petites entreprises (10 à 49 employés), de 35% des moyennes entreprises (de 50 à 249 employés) et de 13% des grandes entreprises (250 salariés et plus).

Sur les 615 répondants, 424 déclarent avoir introduit au moins une innovation (produit ; procédé ; organisation ; commercialisation) (69%) et 191 déclarent ne pas en avoir introduit (31%). L'échantillon final de cette analyse porte donc uniquement sur ces 424 entreprises innovantes.

3.3. Variables et statistiques descriptives

Les variables dépendantes

Les variables d'innovation environnementale seront définies à la fois selon le type et la finalité de celle-ci. Il est important de rappeler que les innovations ne sont pas prises ici dans une dimension exclusive, c'est-à-dire qu'une entreprise peut avoir introduit, soit uniquement un type d'innovation, soit un type d'innovation couplée avec un autre type.

Selon le type d'innovation environnementale, trois variables sont définies : *éco-innovation de produit* ; *éco-innovation de procédé* et *éco-innovation de technologie*. Ces trois variables dépendantes sont binaires, prenant la valeur 1 si l'entreprise déclare avoir introduit au moins une éco-innovation au cours de la période 2006-2008 et 0 sinon.

Eco-innovation de produit. Cette première variable dépendante est binaire, prenant la valeur 1 si l'entreprise déclare avoir introduit un produit ayant généré au moins un des bienfaits environnementaux résultant de la production de biens et services au sein de l'entreprise tels que (1) la moindre consommation de matériaux, (2) la moindre consommation d'énergie, (3) la moindre empreinte en CO₂, (4) l'utilisation des matériaux moins polluants, (5) la moindre pollution du sol, de l'eau, de l'air ou sonore ou (6) le recyclage des déchets, des eaux usées ou des matériaux utilisés ou des bienfaits générés après la vente d'un bien ou d'un service au consommateur final et son utilisation par ce dernier, tels que (7) la moindre consommation énergétique, (8) la moindre pollution du sol, de l'eau, de l'air ou sonore ou (9) un meilleur recyclage du produit après utilisation (cf. Annexe 3).

Eco-innovation de procédé. Cette variable consiste en l'introduction d'un procédé de production ayant généré au moins un des bienfaits environnementaux évoqués ci-dessus.

¹⁰ CEPS/INSTEAD: Centre d'Etudes de Populations, de Pauvreté, et de Politiques Socio-économiques / International Network for Studies in Technology, Environment, Alternatives, Development.

¹¹ STATEC: Institut National de la Statistique et des Études Économiques du Grand-duché du Luxembourg.

Eco-innovation de technologie. Cette variable est définie comme l'introduction d'un produit et/ou d'un procédé ayant généré au moins un des bienfaits environnementaux cités ci-dessus. Cette mesure d'innovation environnementale est en quelque sorte une mesure agrégée, combinant les innovations environnementales de produit et de procédé.

Afin de mieux cerner les facteurs déterminants de l'introduction d'éco-innovations, selon leurs finalités, deux variables dépendantes supplémentaires sont déterminées.

Eco-innovation de technologie à l'étape de production. Cette variable est dichotomique, prenant la valeur 1 si l'entreprise déclare avoir introduit un produit ou/et un procédé) ayant généré au moins un des bienfaits environnementaux survenant durant la phase de production de cette technologie, tels que (1) la moindre consommation de matériaux, (2) la moindre consommation d'énergie, (3) la moindre empreinte en CO₂, (4) l'utilisation de matériaux moins polluants, (5) la moindre pollution du sol, de l'eau, de l'air ou sonore ou (6) le recyclage des déchets, des eaux usées ou des matériaux utilisés.

Eco-innovation de technologie comme produit fini. Celle-ci est dichotomique et prend la valeur 1 si l'entreprise déclare avoir introduit un produit ou/et un procédé ayant généré au moins un des bienfaits environnementaux qui surviennent au cours de son utilisation après l'achat par le consommateur final, tels que (1) la moindre consommation énergétique, (2) la moindre pollution du sol, de l'eau, de l'air ou sonore ou (3) un meilleur recyclage du produit après utilisation (cf: Tableau 1).

Tableau 1: Entreprises innovantes ayant introduit au moins une éco-innovation de produit et/ou de procédé, en %.

		Services					Industries			
Eco-innovation de technologie		Ensemble	Ensemble	10-49	50-249	250 et +	Ensemble	10-49	50-249	250 et +
	Etape production	42	37	33	44	60	56	53	52	81
	Etape produit final	32	30	30	30	41	35	23	35	81
	Ensemble	47	43	39	48	72	61	57	57	89

Source: Enquête CIS 2008, CEPS/INSTEAD, STATEC, MESR

Note de lecture: 56% des entreprises innovantes du secteur industriel ont introduit au moins une éco-innovation technologique à l'étape de production au cours de la période 2006-2008.

Les grandes entreprises introduisent davantage d'innovations vertes que les petites et moyennes entreprises. Il ressort également que la taille et l'innovation, dans le secteur des services, jouent moins dans les services que dans l'industrie et que les grandes entreprises de services innovent proportionnellement moins que les grandes de l'industrie et cela quel que soit le type ou la nature de l'innovation. Ce résultat est conforme à l'hypothèse de Tether (2003). Ainsi, il apparaît nettement que les entreprises industrielles introduisent proportionnellement plus d'éco-innovations que le secteur des services. Ce résultat confirme la supposition selon laquelle les entreprises industrielles introduisent d'avantage d'éco-innovations que celles des services.

D'autre part, les statistiques semblent indiquer une différence dans la nature de l'innovation technologique, qui amène à penser que les entreprises cherchent davantage à introduire des innovations vertes à l'étape de la production plutôt qu'à l'étape du produit fini. En effet 37% des entreprises de services et 56% des industries introduisent des éco-innovations à l'étape de production, contre 30% pour les services et 35% pour l'industrie, à l'étape du produit fini.

Les variables indépendantes

Cinq groupes de déterminants de l'éco-innovation sont envisagés en fonction des hypothèses formulées antérieurement : (1) Mesures gouvernementales, (2) Indicateurs de pressions technologiques, (3) Indicateurs de pressions du marché, (4) Autres variables explicatives, et (5) Caractéristiques des entreprises. (cf. Annexe 4).

Mesures gouvernementales. L'enquête fournit des informations sur les mesures mises en place par les autorités publiques en faveur du développement d'éco-innovations. Deux variables indépendantes sont construites à partir de ces informations. La première, le *Financement public environnemental*, est binaire et prend la valeur 1 si l'entreprise déclare avoir introduit des éco-innovations, en réponse à l'existence des subventions ou du financement public en faveur de l'économie environnementale durant la période 2006-2008. La deuxième, la *Réglementation anticipée*, est binaire, prenant la valeur 1 si l'entreprise introduit des éco-innovations, en réponse à des réglementations environnementales ou à des taxes sur la pollution qu'elle anticipe.

Indicateurs de pressions technologiques. Afin de déterminer l'impact des pressions technologiques dans l'introduction d'éco-innovations, différents indicateurs sont utilisés tels que les objectifs de l'innovation, l'investissement en R&D interne ou externe ou l'existence des procédures mises en place par l'entreprise en vue des éco-innovations. Dans l'enquête, les entreprises innovantes en produit et/ou procédé sont priées d'indiquer le degré d'importance (sans importance, faible, moyen, élevé) des objectifs de l'innovation durant la période 2006-2008. Sur la base de ces informations, deux mesures de pressions technologiques sont construites, en prenant en compte seulement le degré élevé des objectifs : (1) *Réduction coûts*, regroupe l'augmentation de la capacité de production de biens ou de services et la diminution des coûts unitaires en main-d'œuvre ; (2) *Amélioration production*, regroupe l'amélioration de la flexibilité de la production de biens ou de services, l'amélioration de la santé et de la sécurité des travailleurs, l'amélioration de la qualité des biens ou des services offerts et le remplacement de produits ou de procédés obsolètes. Ces variables sont égales à 1 si les objectifs sont importants et à 0 sinon.

Concernant l'investissement en R&D, deux variables sont déterminées. La première, *R&D internes*, est binaire, égale à 1 si l'entreprise a engagé des activités d'investissements internes à l'entreprise, afin d'augmenter le stock de connaissances et l'utilisation de ce stock pour introduire de nouvelles innovations et 0 sinon. La deuxième variable, *R&D et acquisitions externes*, est aussi une variable binaire, prenant la valeur 1 si l'entreprise investit dans des acquisitions en R&D, de machines, d'équipements et de logiciels ou d'autres connaissances externes (Exemple: Achat de droits pour utiliser des brevets et des inventions brevetées ou non brevetées, du savoir-faire, etc.), 0 sinon.

Le dernier indicateur sur les pressions technologiques, le *SME*, consiste en l'introduction des initiatives au sein de l'entreprise favorisant l'introduction des éco-innovations. Cette variable est dichotomique et prend la valeur 1 si l'entreprise a mis en place, à la fois avant janvier 2006 et après 2006, des procédures en vue de régulièrement identifier et réduire ses impacts environnementaux, par exemple la préparation d'audits environnementaux, la fixation d'objectifs de performance environnementale, l'obtention d'une certification ISO 14001, etc.

Indicateurs des pressions du marché. Comme souligné dans la section 2, les facteurs liés au marché sont déterminants pour les éco-innovations. L'enquête CIS2008 permet de construire plusieurs variables pour contrôler cet impact. La première variable, *Intensité de la concurrence*, est binaire et égale à 1 si la concurrence sur le marché sur lequel l'entreprise a opéré est intense et 0 sinon. La deuxième variable est la *Demande actuelle ou anticipée*. Elle est binaire et prend la valeur 1 si l'entreprise a introduit des éco-innovations en réponse à une demande actuelle ou anticipée de la part des consommateurs pour des innovations environnementales, 0 sinon. Enfin, dans l'enquête, les entreprises sont invitées à indiquer le degré d'importance des objectifs de l'innovation liés à la demande (pas d'importance, faible, moyen, élevé). Sur la base de ces réponses, une variable *Opportunité du marché* est créée, prenant la valeur 1 si le degré d'importance des objectifs est élevé et 0 sinon et regroupant l'entrée sur de nouveaux marchés, l'accroissement de la part de marché et l'amélioration de qualité des biens et services offerts.

Autres variables explicatives. Les informations scientifiques ou technologiques sont considérées comme une ressource complémentaire aux activités d'innovation des entreprises. Dans l'enquête, les entreprises innovantes sont amenées à indiquer le degré d'importance (faible, moyen, élevé) des sources d'informations pour de nouveaux projets d'innovation ou pour mener à bien des projets d'innovation existants. Six variables de sources d'information sont construites, selon le type de partenaires : (1) *Information interne*; (2) *Information concurrent*; (3) *Information client*; (4) *Information fournisseur*; (5) *Information institutionnelle* et (6) *Information publique*. Ces variables prennent la valeur 1 si les sources sont importantes pour l'entreprise et 0 sinon.

Les activités de coopération en R&D avec différents partenaires pourraient influencer le comportement des entreprises envers les éco-innovations. Pour tester cette hypothèse, le modèle d'estimations est constitué de différentes variables de coopération selon le type de partenaires. Dans le questionnaire CIS2008, la coopération est définie comme "*des activités d'innovation réalisées en collaboration avec d'autres entreprises ou établissements à caractère non commercial*". Cinq variables sont ainsi construites : (1) *Coopération client*; (2) *Coopération fournisseur*; (3) *Coopération concurrent*; (4) *Coopération publique* et (5) *Coopération avec les institutions privées*. Toutes ces variables sont égales à 1 si l'entreprise a eu des accords de coopération, 0 sinon.

Pour mesurer l'impact de la protection intellectuelle sur la probabilité d'introduire les éco-innovations, deux variables sont introduites. La première, *Protection stratégique*, est indicatrice et égale à 1 si l'entreprise déclare avoir utilisé au moins une des méthodes suivantes pour protéger l'innovation durant la période 2006-2008: le secret, la complexité du design et l'avance du temps sur les concurrents, 0 sinon. La deuxième, *Protection formelle*, est aussi binaire et égale à 1 si l'entreprise a utilisé au moins une des méthodes suivantes: les brevets, l'enregistrement de dessins et modèles, le dépôt de marques, les droits d'auteur, 0 sinon.

Caractéristiques des entreprises. Trois variables sur les caractéristiques structurelles des entreprises sont utilisées: la taille, l'appartenance au groupe et le secteur d'activité. Pour déterminer si les entreprises se différencient au niveau des éco-innovations en fonction de leur taille, trois variables indicatrices sont utilisées: *10-49 salariés* (petites entreprises, référence), *50-249 salariés* (moyennes entreprises) et *250 salariés et plus* (grandes entreprises). La variable *Appartenance à un groupe* est dichotomique, prenant la valeur 1 si l'entreprise appartient à un groupe, 0 sinon. Les entreprises innovantes sont classées selon leurs activités

(code NACELUX-Rév.2.¹²) en deux secteurs (services et industrie manufacturière). Pour le secteur des services, cinq sous-secteurs sont définis conformément à la définition de l'OCDE (2001b): (1) *R&D-Architecture et ingénierie-Contrôle et analyses techniques*; (2) *Intermédiations financières*; (3) *Activités informatiques*; (4) *Transport et communication*; et (5) *Commerce de gros* (référence). Pour l'industrie manufacturière, 3 sous-secteurs sont définis: (1) *haute et moyenne technologie* ; (2) *Moyenne et basse technologie* et (3) *Basse technologie* (référence).

3.4. Modèles

Deux modèles économétriques sont proposés en fonction des variables dépendantes étudiées. Le premier propose de distinguer les déterminants potentiels par types d'innovations de technologies environnementales. Le second analyse les déterminants des innovations environnementales à l'étape de la production et ceux à l'étape du produit fini. Une régression logistique non-linéaire est appliquée, ayant pour objectif de produire un modèle permettant de prédire les valeurs prises par une variable à expliquer qualitative et binaire, à partir de variables explicatives binaires ; 1 pour oui et 0 pour non.

4. Résultats et interprétations

4.1. Déterminants d'éco-innovation selon le type d'innovation et le secteur d'activité.

Déterminants d'éco-innovation de technologie, selon le type d'innovation et le secteur d'activité

Concernant les mesures gouvernementales en faveur des innovations environnementales, les résultats d'estimation pour les services et l'industrie sont controversés. Dans le secteur des services, les résultats ne permettent pas de mettre en évidence le rôle des réglementations anticipées, ni celui des financements publics pour l'innovation environnementale car ces deux variables ne sont pas significatives. Ces résultats sont contraires à l'idée suggérée par Porter et van der Linde (1995), Jaffe et Stavins (1995), Rennings (2000) ou Kemp et Pearson (2008) selon laquelle la réglementation gouvernementale ou le financement public constitue une des motivations principales à l'innovation environnementale.

Dans l'industrie manufacturière, les réglementations anticipées sont significatives au seuil de 1% et influent positivement sur l'éco-innovation technologique. En revanche, le financement public environnemental, fortement négatif et significatif, semble nuancer l'hypothèse *H1a* selon laquelle les mesures gouvernementales favorisent l'introduction d'éco-innovations. Cependant, les odds ratios très faibles laissent à penser que, même si cette variable est significative, son impact négatif est faible. Pour l'échantillon considéré, le caractère négatif de cette variable pourrait s'expliquer par la courte période de référence prise

¹² NACE: Nomenclature statistique des Activités économiques dans la Communauté Européenne.

en compte par l'enquête (2006-2008). En effet, le processus d'innovation peut souvent s'échelonner sur une période plus longue. Ainsi, le fait d'obtenir un financement public peut apparaître comme un frein à l'innovation dans un horizon à court terme, mais il serait plus intéressant de comparer ce résultat avec une observation faite sur le long terme. Cette différence d'impact des mesures gouvernementales, dans les services et l'industrie, permet de valider l'hypothèse *H1b* qui suggère que le secteur des services soit moins influencé par les mesures gouvernementales que ne l'est celui de l'industrie. Une des causes probables de cette différence pourrait être, comme le révèle l'OCDE (2011), que les réglementations environnementales subies par le secteur des services ne sont pas suffisamment strictes pour encourager l'innovation verte.

Tableau 5: Déterminants d'éco-innovation, comparés aux autres innovations, par type d'innovation et secteur d'activité.

	Services				Industries					
	Eco-innovation de produit		Eco-innovation de procédé		Eco-innovation de technologie		Eco-innovation de procédé		Eco-innovation de technologie	
	Coefficient	Odds ratios	Coefficient	Odds ratios	Coefficient	Odds ratios	Coefficient	Odds ratios	Coefficient	Odds ratios
Mesures gouvernementales										
Financement public environnemental	0.624 (0.922)	1.865	-1.343* (0.811)	.261 (0.799)	-0.387 (0.799)	.678	0.231 (1.209)	-4.551*** (1.357)	-8.728** (4.435)	.0001
Réglementation anticipée	0.976 (0.796)	2.652	1.008 (0.657)	2.733 (0.663)	0.840 (0.663)	2.316	1.713** (0.819)	5.522*** (1.091)	250.05 (2.101)	
Pressions technologiques										
Réduction coûts	0.096 (0.485)	1.100	-0.674 (0.478)	.509 (12.878)	-0.438 (0.534)	.645	-1.436 (0.971)	1.155 (0.880)	0.740 (1.762)	2.096
Amélioration production	0.095 (0.596)	1.099	2.556*** (0.737)		2.096*** (0.733)	8.137	1.720 (1.070)	1.629 (1.013)	5.382*** (2.519)	217.512
R&D internes	-0.058 (0.679)	.943	0.179 (0.630)	1.195 (0.712)	0.039 (0.712)	1.040	3.491 (1.128)	-0.592 (0.837)	-0.428 (3.260)	.651
R&D et acquisitions externes	2.701*** (0.877)	14.89	2.334*** (0.683)	10.318 (0.763)	3.007*** (0.763)	20.232	3.569 (2.305)	2.274 (1.557)	3.383 (2.900)	29.455
SME	1.626*** (0.479)	5.081	2.095*** (0.489)	8.124 (0.511)	2.283*** (0.511)	9.803	1.015 (0.839)	1.676 (0.934)	2.281 (1.608)	9.790
Pressions du marché										
Intensité de la concurrence	0.250 (0.303)	1.283	-0.388 (0.303)	.678 (0.307)	-0.527* (0.307)	.590	-0.329 (0.542)	1.322* (0.678)	0.532 (1.201)	1.701
Opportunité du marché	1.135 (0.787)	3.110	-0.662 (0.714)	.515 (0.726)	0.236 (0.726)	1.268	1.833* (0.978)	0.875 (0.857)	3.783*** (1.829)	43.949
Demande actuelle ou anticipée	1.613** (0.780)	5.015	1.095* (0.625)	2.989 (0.604)	1.707*** (0.604)	5.509	1.759* (1.057)	0.876 (1.151)	3.883*** (1.690)	48.550
Autres variables explicatives										
Information interne	-0.696 (0.545)	.498	-0.945 (0.587)	.388 (0.593)	-1.530*** (0.593)	.216	0.019 (1.075)	-1.357 (0.847)	3.567 (2.522)	35.403
Information concurrent	-0.080 (0.633)	.9230	.200 (0.678)	1.221 (0.755)	0.060 (0.755)	1.061	2.322** (1.167)	-0.601 (0.987)	1.588 (3.444)	4.891
Information client	1.068** (0.441)	2.910	1.141** (0.551)	3.129 (0.456)	0.980*** (0.456)	2.664	-0.564 (0.709)	-0.539 (0.763)	-2.561 (2.147)	.077
Information fournisseur	0.436 (0.458)	1.547	-0.028 (0.528)	.972 (0.542)	0.475 (0.542)	1.607	-2.427*** (1.043)	0.175 (0.770)	-1.735 (1.625)	.176
Information institution	0.256 (0.560)	1.292	0.563 (0.610)	1.756 (0.627)	0.170 (0.627)	1.185	0.735 (0.895)	-0.205 (0.846)	-1.050 (2.437)	.350
Information publique	0.899* (0.503)	2.457	0.500 (0.514)	1.649 (0.573)	1.089* (0.573)	2.971	1.021 (0.787)	1.759 (1.013)	0.918 (1.872)	2.503

Coopération client	-1.909* (1.037)	.148	-2.022** (0.887)	.132	-2.645** (1.077)	.071	-1.364 (1.523)	.255	-5.138** (2.068)	.005	-10.913 (8.294)	.00001
Coopération fournisseur	-1.129 (0.709)	.323	-1.209* (0.712)	.298	-1.842** (0.718)	.158	2.510* (1.428)	12.310	2.468* (1.387)	11.801	6.375* (3.675)	586.925
Coopération concurrent	2.002*** (0.775)	7.404	2.140*** (0.774)	8.503	3.048*** (0.944)	21.078	1.023 (0.886)	2.780	2.504** (1.007)	12.228	3.135 (2.109)	22.995
Coopération publique	0.712 (0.985)	2.037	0.788 (0.826)	2.198	1.006 (1.085)	2.733	1.063 (1.408)	2.896	6.528*** (2.269)	1020.378	7.734 (10.315)	2284.151
Coopération privée	0.235 (0.648)	1.264	1.474** (0.715)	4.365	1.685** (0.833)	5.392	-2.098 (1.586)	.122	-3.971** (1.621)	.018	-5.451 (4.573)	.004
Protection stratégique	-0.087 (0.614)	.9170	.522 (0.576)	1.685	.0178 (0.636)	1.195	-0.474 (0.862)	.622	1.644* (0.977)	5.177	0.229 (3.544)	1.256
Protection formelle	0.680 (0.565)	1.973	0.467 (0.609)	1.595	0.459 (0.651)	1.582	0.233 (0.896)	1.262	1.413** (0.652)	4.107	1.344 (1.381)	3.832
Caractéristiques de l'entreprise												
Appartenance à un groupe	0.595 (0.499)	1.812	0.694 (0.544)	2.001	0.709 (0.558)	2.030	0.519 (0.754)	1.679	0.645 (0.582)	1.906	3.709*** (1.551)	40.825
50-249 salariés	-0.306 (0.469)	.7360	.396 (0.460)	1.485	0.075 (0.478)	1.077	-1.387 (0.950)	.249	-0.046 (0.835)	.954	-4.385* (2.466)	.012
250 salariés et plus	0.107 (0.611)	1.113	-0.082 (0.654)	.921	0.537 (0.665)	1.711	0.189 (1.306)	1.207	-0.007 (1.014)	.993	-3.094 (2.209)	.045
Activité R&D-Architecture et Ingénierie-Contrôle et analyses techniques	-1.526 (1.042)	.217	-2.028** (0.907)	.131	-1.947* (1.115)	.142						
Intermédiations financières	0.311 (0.736)	1.364	-0.124 (0.782)	.883	-0.553 (0.882)	.575						
Activités informatiques	0.533 (0.860)	1.703	-1.377 (0.897)	.252	-0.418 (1.116)	.658						
Transport et communication	0.381 (0.702)	1.464	-0.152 (0.734)	.858	0.158 (0.757)	1.171						
Haute et moyenne technologie							-0.408 (1.075)	.665	-0.077 (0.993)	.925	1.543 (2.457)	4.678
Moyenne et basse technologie							0.882 (0.883)	2.415	-0.294 (0.791)	.745	0.970 (1.561)	2.637
Constant	-6.409*** (1.397)		-4.061*** (1.369)		-3.520*** (1.363)		-5.210*** (2.011)		-10.057*** (3.052)		-11.839** (6.025)	
Régression Logit												
Pseudo R ²	0.466		0.467		0.543		0.603		0.586		0.809	
Chi ²	82.411		91.840		87.526		53.101		76.279		72.274	
AIC	619.956		611.115		558.453		176.144		181.314		112.866	
BIC	732.523		723.682		671.020		267.639		267.639		199.191	
Nombre d'observations	279.000		279.000		279.000		145.000		145.000		145.000	

*: indique la signficativité à * p<0.10, ** p<0.05, *** p<0.01

Concernant les facteurs liés aux pressions technologiques, les résultats montrent que dans les services, la mise en place d'un SME a un impact positif et significatif sur l'introduction d'éco-innovations technologiques. Ceci est conforme aux travaux de Mazzanti et Zoboli (2006), qui mettent en évidence une relation positive entre toutes les innovations et les SME. Néanmoins, selon eux, les entreprises qui instaurent ce type de système (ISO, EMAS, ...) sont susceptibles d'être celles qui, initialement, innoveront le plus. De même, Frondel *et al.* (2008) font valoir qu'un SME peut avoir un impact positif sur l'introduction d'éco-innovations de produits ou de procédés et qu'il permet également d'améliorer l'image de l'entreprise. Ainsi, la mise en place d'un SME semble confirmer partiellement l'hypothèse *H2a*, selon laquelle les entreprises soumises à des pressions technologiques vont plus probablement s'engager dans l'innovation environnementale que celles qui ne le sont pas. A contrario, au sein des entreprises industrielles, la mise en place d'un SME apparaît, comme non significatif. Ce résultat paraît à première vue contre intuitif, car un SME, souvent associé à l'innovation organisationnelle, est une mesure qui permet à une organisation de surveiller et d'identifier les impacts néfastes pour l'environnement, afin de les éviter ou de les réduire. Ainsi, l'intuition voudrait que le SME joue un rôle motivant pour l'éco-innovation, notamment dans le secteur industriel. Cependant, il est possible que ce genre d'instrument doive mûrir au préalable, avant de générer des effets bénéfiques en termes d'éco-innovations, particulièrement dans des nouveaux domaines de recherche (Cohen et Levinthal, 1990). Ainsi, on peut être amené à penser que les industries tentent d'introduire des éco-innovations à effets moins incrémentales que dans les services et qu'à ce titre la mise en place d'un SME peut à court terme, ne pas se révéler comme étant un déterminant de l'innovation. De ce fait, il serait intéressant de comparer ce résultat avec d'autres qui seraient basés sur une analyse dynamique de ces instruments.

Les résultats ont également montré que l'introduction d'éco-innovation technologique est positivement associée à l'objectif d'amélioration de la production et ceci quel que soit le secteur d'activité (Tableau 5). Ce résultat tend à confirmer l'hypothèse *H2a*, car cet objectif peut être considéré comme un processus de "*destruction créatrice*", dans lequel le progrès technique aurait un impact sur l'évolution du comportement des agents (Schumpeter, 1934). Il est également conforme à l'idée de Florida (1966) selon laquelle, une synergie entre les stratégies économique et environnementale peut inciter les entreprises à améliorer leurs technologies, en introduisant des innovations respectueuses du milieu naturel.

En revanche, les résultats ne permettent pas de mettre en évidence le rôle de la R&D interne, quel que soit le secteur d'activité. Ce résultat semble à première vue contre-intuitif car il est généralement admis que les entreprises, disposant d'une grande capacité interne de recherche, sont susceptibles de s'engager davantage dans l'éco-innovation que les autres (Florida, 1996). Néanmoins, l'absence d'une telle relation peut s'expliquer en raison du retard substantiel habituellement associé au retour sur investissement d'une telle stratégie à effets de long terme (Askenazy, 2000). De même, la R&D est liée à la capacité d'absorption de l'entreprise, qui elle-même est liée à l'aspect cumulatif de l'innovation au sein de l'entreprise (Cohen et Levinthal, 1990). En effet, en investissant dans une R&D interne, les employeurs et les salariés sont impliqués dans un long processus d'adaptation et d'étude qui ne résulte pas immédiatement de l'amélioration substantielle des connaissances et compétences susceptibles de favoriser l'introduction d'éco-innovations. Et bien que le domaine des éco-technologies se développe de manière croissante dans l'économie, il est à l'heure actuelle relativement récent et peu développé. Dans le même ordre d'idées, Mazzanti et Zoboli (2006) montrent que l'effort d'investissement dans la R&D environnementale est fonction de la capacité initiale de la R&D des entreprises. Plus leur capacité de R&D est élevée et plus leur chance de bénéficier

d'outputs sur l'éco-innovation est forte. Ainsi, on peut être amené à penser que l'hypothèse *H2a* soit partiellement confirmée car plus les capacités technologiques des entreprises augmenteront, plus les pressions technologiques seront susceptibles de s'accroître.

Pour le secteur industriel, la variable "*R&D et des acquisitions externes*" n'est pas significative, alors que dans le secteur des services, cette même variable est significative au seuil de 1% et apparaît ainsi comme particulièrement déterminante. Donc il semblerait que les services soient plus incités à introduire des éco-innovations par la voie externe que les industries, ce qui ne permet pas de confirmer l'hypothèse *H2b* qui, elle suggère que les entreprises industrielles, qui sont soumises à des pressions technologiques, vont plus probablement s'engager dans l'innovation environnementale que les entreprises de services.

Par rapport aux pressions du marché, les résultats montrent que des opportunités présentes dans le secteur industriel incitent les entreprises à introduire des innovations environnementales car cette variable est significative. Ce résultat est conforme à l'idée de Howes *et al.* (1997) selon laquelle, les entreprises anticipent une augmentation croissante de la demande vers les produits écologiques.

L'intensité forte de la concurrence affiche un impact négatif sur l'innovation environnementale dans les services. Aux vues de ce résultat, il semblerait que la pression concurrentielle freine l'éco-innovation, comme le pense Scott (2003) et tendrait ainsi à rejeter l'hypothèse *H3a* selon laquelle les entreprises qui sont soumises aux pressions du marché vont plus probablement s'engager dans l'innovation environnementale que celles qui ne le sont pas. Néanmoins, ce propos peut être nuancé par la forte significativité de la variable "*demande actuelle ou anticipée*" au sein de l'ensemble des secteurs. En effet, ces résultats révèlent que les entreprises sont sensibles aux préférences de leurs clients. Lorsqu'elles prennent en considération ces attentes, elles ont davantage de probabilités d'introduire une innovation permettant un bienfait pour l'environnement. Ainsi, il semblerait que ce secteur innove, comme le pense Tirole (1995), pour défendre sa compétitivité ; alors que le secteur industriel éco-innove en réponse à des opportunités liées au caractère encore récent de ce marché. Ces résultats tendraient plutôt à confirmer l'hypothèse *H3a*. En revanche, ces mêmes résultats ne permettent pas de confirmer l'hypothèse *H3b* qui suggère que les entreprises de services, qui sont soumises aux pressions du marché, vont plus probablement s'engager dans l'innovation environnementale, que celles de l'industrie. En effet, les pressions du marché motivent les deux secteurs et il est difficile de déterminer lequel de ces secteurs est le plus tiré par les pressions de la demande.

Les autres variables explicatives mettent en avant l'importance des sources d'informations provenant des clients et des institutions de recherches publiques, qui semblent permettre à l'entreprise de mieux comprendre les nouveaux besoins et demandes du marché et par conséquent de définir la direction des innovations ainsi que d'anticiper les tendances du marché. Aucune évidence de ce type d'information n'a été trouvée pour l'industrie. D'autre part, les sources d'informations internes sont significativement négatives dans le secteur des services, ce qui semble confirmer, comme le pensent Porter et van der Linde (1995) que les entreprises ne disposent pas de suffisamment de connaissances pour être incitées à éco-innover car elles sont "... *still inexperienced in measuring their discharges, understanding the full costs of incomplete utilization of resources and toxicity.*" Et à ce titre, les problèmes d'asymétries d'informations, d'incertitudes de la R&D, d'organisations et de coordinations constituent des freins majeurs au développement et à la diffusion d'innovations. Néanmoins, en ce qui concerne l'industrie, cette relation n'est pas vérifiée car est non-significative. Ainsi,

il est important de noter que l'impact des sources d'information varie selon les secteurs d'activité, comme postule Malerba (2002).

La coopération avec les clients présente, pour sa part, des résultats opposés à ceux des sources d'informations clients dans les services et n'est pas significative pour les industries. Ceci est contre-intuitif, mais pourrait être expliqué par le processus long qu'implique la coopération, où la recherche a tendance à être plus de nature expérimentale et d'application, plutôt que de commercialisation. Par conséquent, on ne peut pas observer les résultats immédiats d'une telle alliance coopérative, alors que les informations permettent, de leur côté, de donner la trajectoire technologique vers l'éco-innovation, par exemple. La coopération fournisseur est marquée par une distinction nette. Significative dans les deux secteurs, cette variable est négative dans les services et positive pour inciter les industries à introduire des innovations environnementales. Ce résultat semble partiellement confirmer l'hypothèse de Pavitt (1984) selon laquelle les services seraient "*supplier dominated*" car cette relation négative semble révéler que les services sont plus incités à ne pas innover lorsqu'ils coopèrent avec des fournisseurs qui le cas échéant peuvent potentiellement être des industries.

Concernant les variables de contrôle, il n'y a pas d'effet significatif de la taille de l'entreprise, ni des variables indicatrices du secteur d'activité sur la probabilité d'introduction d'une éco-innovation. L'intuition voudrait que plus les entreprises sont actives en innovation et proches de la frontière technologique, plus elles s'engageraient vers des éco-innovations. Ceci pourrait être dû au fait que le comportement des entreprises envers les activités d'éco-innovations serait plus influencé par les structures d'innovations et de compétences que par leur secteur d'activité. Cependant, ces résultats sont conformes à ceux de l'étude de Mazzanti et Zoboli (2006) où l'effet de la taille n'est pas significative vis-à-vis de l'output d'innovation. Ici, seules les industries de taille moyenne sont significativement négatives par rapport aux entreprises de petites tailles, ce qui suppose que la flexibilité des petites entreprises peut favoriser l'éco-innovation par rapport aux entreprises de taille moyenne.

Déterminant d'éco-innovation de produit et de procédé, selon le secteur d'activité

Concernant les motivations à l'éco-innovation de produit ou de procédé prises séparément (Tableau 5), les résultats montrent un certain nombre de similitudes avec celles de l'éco-innovation technologique, même si les coefficients et les seuils de significativité diffèrent légèrement d'un modèle à l'autre. Ainsi, certaines interprétations peuvent être considérées comme équivalentes.

Les réglementations anticipées n'ont aucun effet pour les services, alors qu'elles apparaissent significatives et positives dans l'industrie, quel que soit le type d'innovation. Ces résultats différents pourraient en partie confirmer l'hypothèse de Porter, à savoir que la mise en place d'une réglementation en vue de réduire les impacts néfastes sur l'environnement améliore la performance environnementale. En effet, il est tout à fait envisageable que les industries, au regard de leurs activités, soient plus contraintes par les réglementations que ne le sont les entreprises de services. Néanmoins, dans le cadre de cette étude, la question de l'amélioration de la performance économique de l'entreprise n'a pas été testée, c'est pourquoi la validation du "*win-win effects*" ne peut pas être vérifiée.

Les financements publics environnementaux ont un impact significatif et négatif sur l'éco-innovation de procédé, alors qu'aucun effet n'a été trouvé pour l'innovation de produit,

mais comme pour l'éco-innovation technologique, ce type d'instrument a plus de chance d'être efficace dans un horizon à long terme.

De manière générale, ces résultats conduisent à valider partiellement l'hypothèse *H1a* selon laquelle les mesures gouvernementales incitent les entreprises à s'engager dans l'éco-innovation, quel que soit le type d'éco-innovation. Ils valident également l'hypothèse *H1b* postulant que les entreprises de services sont moins incitées par les mesures gouvernementales à introduire l'éco-innovation que celles de l'industrie manufacturière.

A propos de l'impact des pressions technologiques, les résultats ont montré que l'amélioration de production a un effet positif sur l'éco-innovation de procédé dans les services alors qu'aucun impact n'a été trouvé pour l'éco-innovation de produit. Ce résultat est intuitif car cette variable est orientée plutôt vers l'amélioration du procédé que vers celle du produit. Dans l'industrie, cette mesure apparaît comme non-significative pour l'éco-innovation de produit et de procédé.

Aucun effet de R&D externe et acquisition des connaissances n'a été trouvé pour l'industrie. Par contre, la R&D externe joue un rôle significatif et positif dans le cas des services. Ainsi, les entreprises de services qui investissent dans la R&D externe vont plus probablement s'engager dans l'éco-innovation de produit et de procédé que celles qui ne le font pas. L'investissement en R&D interne est non-significatif pour tous les types d'éco-innovations, quel que soit le secteur d'activité.

Les résultats ont également montré que la mise en place d'un SME, comme une mesure d'innovation organisationnelle, est fortement et positivement associée à l'introduction d'éco-innovations de produit et de procédé dans les services. Dans l'industrie, le SME est non-significatif pour tous les types d'éco-innovations. Bien que ce résultat soit contre-intuitif et contraire aux résultats empiriques de Wagner (2007) qui trouve une relation positive et significative de la mise en place d'un SME sur l'introduction d'innovation de procédé, il est important, comme expliqué précédemment, de tenir compte de la courte période de référence, pour interpréter ce résultat.

Les résultats sur les pressions technologiques montrent que dans les services, l'impact de ces facteurs est vérifié simultanément par plusieurs variables explicatives. La R&D externe et la mise en place d'un SME influent significativement et positivement pour tous types d'éco-innovations. Alors que dans l'industrie, aucune de ces variables ne permet de valider l'hypothèse selon laquelle la technologie pousse les entreprises à introduire des innovations environnementales. Comme ces variables sont non-significatives, il est difficile d'interpréter l'influence des pressions technologiques sur l'éco-innovation de procédé ou de produit. Ainsi, l'hypothèse *H2a* est vérifiée uniquement pour le secteur des services. Concernant *H2b*, non seulement ces résultats invalident l'hypothèse, mais mettent également en évidence le fait que les entreprises de services, soumises à des pressions technologiques, vont plus probablement s'engager dans l'éco-innovation que celles de l'industrie manufacturière.

Lorsqu'il s'agit des facteurs liés aux pressions de marché, le modèle montre qu'un marché caractérisé par une concurrence forte ne motive pas les entreprises de services à introduire l'innovation de produit ou de procédé. Il y a par contre une association positive et significative entre la concurrence forte et l'éco-innovation de procédé dans l'industrie. Ce constat laisse à penser que le marché des produits environnementaux industriels a potentiellement atteint sa maturité. En effet Klepper (1996) pense qu'un marché mature est plus propice à l'innovation de procédé qu'à l'innovation de produit.

D'autre part, la variable "*Opportunité du marché*" n'est pas significative pour les services, tandis qu'elle a un impact significatif et positif sur l'éco-innovation de produit dans l'industrie. Rappelons que l'opportunité du marché regroupe les objectifs d'innovation tels que l'amélioration de la qualité des biens et services offerts, l'accroissement de la part de marché ou l'entrée sur de nouveaux marchés. L'intuition voudrait que ce facteur joue un rôle incitatif sur l'éco-innovation dans tous les secteurs, conformément à la littérature empirique qui postule que l'éco-innovation est une stratégie permettant d'atténuer la concurrence, de diversifier son offre ou de signaler une meilleure qualité environnementale (Ambec et Lanoie, 2009). Cependant, aux vues de ces résultats, il est probable qu'à l'heure actuelle, ce marché soit plutôt caractérisé par des niches industrielles permettant une rente monopolistique que par une situation de concurrence.

Par ailleurs, l'introduction d'éco-innovation de produit et de procédé est positivement associée à la demande actuelle ou anticipée, notamment dans le secteur des services. L'hypothèse selon laquelle la demande tire vers l'éco-innovation est donc confirmée dans l'ensemble des modèles, à l'exception de l'innovation de procédé du secteur industriel, confirmant les résultats empiriques dans la littérature (Florida 1996 ; Horbach, 2008). Ce résultat montre bien que les entreprises sont sensibles aux attentes de la demande, quel que soit le secteur d'activité ou le type d'innovation.

Parmi les autres variables explicatives, les sources d'informations venant des institutions de recherche publiques ou des universités jouent d'avantage un rôle motivateur d'éco-innovation de produit dans les services que dans l'industrie. Dans l'industrie, l'importance des sources d'information venant des concurrents pour l'éco-innovation de produit est, par contre, mise en évidence. De même et conformément aux résultats précédents concernant l'éco-innovation de technologie, les sources d'information venant des clients ont un impact significatif et positif sur la probabilité d'introduction d'une éco-innovation pour les entreprises de services, alors qu'aucune évidence n'est faite pour le secteur industriel. Ces résultats tendent à corroborer l'idée selon laquelle les sources d'information déterminent la trajectoire technologique en permettant à l'entreprise d'internaliser les connaissances ou compétences susceptibles d'améliorer sa performance technologique tout en respectant l'environnement (Roy et Thérin, 2007), mais aussi que l'impact des sources d'information varie selon les secteurs d'activité (Malerba, 2002).

Concernant le coopération en R&D, les résultats montrent que l'éco-innovation dans les services est positivement associée à la coopération avec les concurrents, alors que ce type de partenariat n'a qu'un impact positif pour l'innovation de procédé dans l'industrie. La coopération avec les clients a en revanche un impact négatif sur l'introduction d'éco-innovations, quel que soit le type d'innovations. Enfin, la coopération avec les instituts de recherche publique ou universités a un impact significatif et positif sur l'éco-innovation de procédé dans l'industrie. Aucune évidence de ce type de coopération n'a été détectée pour l'éco-innovation de produit, ni pour les services. Concrètement, les entreprises qui coopèrent avec les institutions de recherche publiques sont plus motivées à mettre en oeuvre une nouvelle technologie de production ou une méthode de distribution qui génèrent des effets bénéfiques pour l'environnement. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que ce type de coopération permettrait à l'entreprise d'accéder aux équipements et techniques élaborés au sein de ces institutions ou de se tenir informés des technologies et des domaines scientifiques qui évoluent rapidement, de manière à rester ouverte à des stratégies d'exploration et à de nouvelles options technologiques. Ces acquisitions permettraient, en retour, à l'entreprise

d'améliorer ses procédés de production, au moins dans le court terme, plutôt que d'introduire des éco-produits qui demanderaient plus de temps à être développés.

Les résultats ont également montré que les méthodes formelles et stratégiques de protection d'innovation ont un effet significatif et positif sur l'éco-innovation de procédé dans l'industrie. Ceci suggère que les mesures d'appropriation sont essentielles pour les entreprises qui s'engagent dans un processus d'innovation environnementale, confirmant les résultats empiriques de Belin *et al.* (2011). Aucune évidence n'a été trouvée pour les entreprises de services, probablement en raison de la nature moins technique des éco-innovations dans ce secteur.

Parmi les variables de contrôle, il n'y a pas de mise en évidence d'un effet significatif de la taille de l'entreprise, ni des variables indicatrices du secteur d'activité sur la probabilité d'introduction d'une éco-innovation, quel que soit le type et comme expliqué précédemment.

4.2. Déterminant d'éco-innovation selon la nature de l'innovation et le secteur d'activité

La section précédente a analysé les motivations de l'innovation environnementale selon les types d'innovations (produit, procédé, technologie). Dans cette section, l'analyse portera sur les éco-innovations, selon leur nature: l'éco-innovation qui génère des bienfaits environnementaux à l'étape de production comparée à celle de l'étape du produit fini. Comme dans la section précédente, les entreprises de services et d'industrie seront étudiées séparément afin de pouvoir faire une comparaison intersectorielle des motivations à l'introduction d'éco-innovations.

Le Tableau 6 présente les résultats d'estimation pour les éco-innovations selon la nature et les secteurs d'activité. Les réglementations anticipées influencent positivement l'introduction d'innovations environnementales, à l'exception de l'étape des produits finis dans les services, où cette variable n'est pas significative. Les entreprises de services qui sont soumises aux normes environnementales ou aux taxes sur la pollution sont donc plus motivées à introduire des innovations générant des effets environnementaux à l'étape de production, tels qu'une moindre utilisation en CO₂, une moindre pollution du sol, de l'eau, de l'air ou le recyclage des déchets, des eaux usées ou des matériaux usés. Lorsque l'on compare les services à l'industrie, le caractère souvent immatériel d'un service ne permet généralement pas d'en maîtriser son utilisation finale. Ainsi, les entreprises de services disposent d'une marge de manœuvre réduite en ce qui concerne l'amélioration écologique de leur gamme. En ce qui concerne les industries, l'intuition est plus divergente. En effet, la gamme de produits ou de procédés proposée par les activités industrielles est plus susceptible d'être matérielle, qu'immatérielle. Ainsi, les industries ont plus de probabilités d'améliorer la qualité environnementale de leur gamme à l'étape finale d'utilisation que les services. Ceci confirme les résultats mis en évidence par Scherer (1982), qui montrent que le secteur industriel est celui qui génère le plus d'innovations à l'étape finale d'utilisation, par opposition aux autres secteurs d'activité. Ces résultats ne permettent pas d'infirmer l'hypothèse selon laquelle les industries sont plus sensibles à la réglementation que les services. En effet, au regard de la littérature, les industries subissent souvent des pressions gouvernementales strictes visant à mieux maîtriser leurs processus de production. Pour dégager un avantage concurrentiel, les industries peuvent être motivées à améliorer leurs gammes de produits de manière environnementale, par

Tableau 6: Déterminants d'éco-innovations technologiques, distingués par nature et secteur d'activité.

	Services				Industries			
	Eco-innovation de technologie étape production		Eco-innovation de technologie étape produit fini		Eco-innovation de technologie étape production		Eco-innovation de technologie étape produit fini	
	Coefficient	Odds ratios	Coefficient	Odds ratios	Coefficient	Odds ratios	Coefficient	Odds ratios
Mesures gouvernementales								
Financement public environnemental	0.248 (0.823)	1.281	-0.273 (0.840)	.761	0.568 (2.109)	1.764	-1.009 (1.007)	.364
Réglementation anticipée	1.609** (0.661)	4.996	-0.632 (0.784)	.531	1.760** (0.848)	5.811	2.509*** (0.753)	12.294
Pressions technologiques								
Réduction couts	-0.336 (0.463)	.714	-0.122 (0.489)	.885	1.001 (0.886)	2.720	-0.816 (0.747)	.442
Amélioration production	2.566*** (0.884)	13.013	1.706*** (0.622)	5.504	2.497** (1.223)	12.142	0.294 (1.067)	1.342
R&D internes	-0.463 (0.687)	.629	-0.134 (0.570)	.874	1.354 (1.081)	3.872	-0.741 (0.837)	.476
R&D et acquisitions externes	3.423*** (0.875)	30.664	1.299 (0.849)	3.666	2.669 (2.030)	14.427	6.186** (3.017)	485.819
SME	2.545*** (0.535)	12.743	1.140** (0.492)	3.125	1.612 (1.108)	5.012	-0.627 (0.677)	.534
Pressions du marché								
Intensité de la concurrence	-0.420 (0.293)	.656	-0.297 (0.317)	.743	1.237* (0.649)	3.443	0.583 (0.402)	1.790
Opportunité du marché	-1.050 (0.733)	.349	0.660 (0.736)	1.935	1.549 (1.026)	4.707	-0.606 (1.156)	.545
Demande actuelle ou anticipée	1.142* (0.619)	3.131	2.120*** (0.690)	8.331	3.083*** (0.915)	21.830	2.095** (1.048)	8.122
Autres variables explicatives								
Information interne	-0.994 (0.611)	.369	-0.935* (0.525)	.392	1.344* (0.794)	3.836	-1.752** (0.858)	.173
Information concurrent	-0.354 (0.747)	.701	-0.516 (0.580)	.597	1.635 (1.526)	5.127	-1.240 (0.818)	.289
Information client	1.171** (0.530)	3.224	0.154 (0.569)	1.166	-0.538 (1.158)	.584	-0.253 (0.770)	.776
Information fournisseur	0.282 (0.555)	1.325	0.507 (0.527)	1.660	-1.835* (1.103)	.159	-1.352* (0.761)	.258
Information institution	1.074 (0.726)	2.928	-0.009 (0.531)	.990	0.958 (1.313)	2.606	-2.080** (0.886)	.124
Information publique	0.805 (0.551)	2.236	0.208 (0.459)	1.231	1.053 (0.964)	2.866	0.571 (0.984)	1.770
Coopération client	-1.949** (0.989)	.142	-2.327** (1.000)	.097	-2.613 (2.246)	.073	-0.500 (1.289)	.606
Coopération fournisseur	-0.687 (0.719)	.503	-0.377 (0.618)	.685	1.767 (1.302)	5.853	0.058 (1.177)	1.060
Coopération concurrent	1.183 (0.942)	3.265	1.721** (0.755)	5.592	-1.974 (1.404)	.138	1.648* (0.984)	5.195
Coopération publique	0.972 (1.056)	2.642	1.358* (0.770)	3.889	4.297 (2.805)	73.505	-2.725 (1.868)	.065
Coopération privée	0.221 (0.785)	1.247	1.459** (0.635)	4.300	-5.180*** (1.806)	.005	2.444 (1.752)	11.515
Protection stratégique	-0.547 (0.671)	.578	1.107** (0.538)	3.026	0.118 (1.404)	1.125	2.375** (1.012)	10.749
Protection formelle	0.760 (0.685)	2.13	-0.800 (0.491)	.449	-2.147* (1.123)	.116	0.319 (0.647)	1.375
Caractéristiques de l'entreprise								
Appartenance à un groupe	0.409 (0.532)	1.504	0.786 (0.497)	2.195	1.249 (0.793)	3.485	1.426** (0.714)	4.160
50-249 salariés	0.240 (0.488)	1.270	-0.531 (0.469)	.587	-1.425 (1.244)	.240	0.337 (0.772)	1.400
250 salariés et plus	-0.145 (0.727)	.865	-0.509 (0.672)	.600	-1.598 (1.557)	.202	2.243** (0.916)	9.417
Activité R&D-Architecture et Ingénierie-Contrôle et analyses techniques	-1.596* (0.920)	.202	-0.418 (0.813)	.658				
Intermédiations financières	-0.063 (0.779)	.938	0.040 (0.752)	1.04				
Activités informatiques	0.172 (0.923)	1.187	-0.378 (0.780)	.685				
Transport et communication	0.324 (0.710)	1.382	0.076 (0.808)	1.079				
Haute et moyenne technologie					0.395 (1.575)	1.484	-0.567 (1.103)	.566
Moyenne et basse technologie					0.167 (0.926)	1.182	-0.212 (0.651)	.808
Constant	-4.248*** (1.362)		-3.639** (1.422)		-10.851*** (2.661)		-8.286*** (2.473)	
Pseudo R ²	0.517		0.388		0.697		0.499	
AIC	569.405		660.427		147.190		197.392	
BIC	681.972		772.995		233.515		283.717	
Nombres d'observations	279.000		279.000		145.000		145.000	
*: indique la significativité à * p<0.10, ** p<0.05, *** p<0.01								

l'introduction d'un produit avec une moindre consommation énergétique, une moindre pollution au sol, de l'eau ou un meilleur recyclage du produit après son utilisation.

Les résultats ont également montré que les pressions technologiques semblent être des facteurs pouvant expliquer les motivations différentes entre l'éco-innovation à l'étape de production, de celle à l'étape du produit fini. La variable *R&D et acquisitions externes* a un impact significatif et positif sur l'éco-innovation à l'étape de production dans les services, alors qu'elle ne joue pas pour l'éco-innovation à l'étape du produit fini. La relation est inverse en ce qui concerne l'industrie. Ainsi, on peut être amené à penser que face à des pressions technologiques, à l'étape de leurs produits finis, les entreprises industrielles sont motivées à implémenter des innovations environnementales par la voie externe.

On observe une relation positive entre la mise en place d'un SME et l'éco-innovation technologique dans les services, dans les étapes de production et de produit fini, alors que cette variable n'est pas significative pour l'industrie. Ces résultats sont conformes à ceux du tableau 5, ce qui tend à confirmer l'hypothèse *H2a*. De plus, il semblerait que la mise en place d'un SME influence l'éco-innovation dans les services indépendamment de l'étape considérée. L'objectif d'amélioration de la production influence positivement l'éco-innovation à l'étape de production, dans les deux secteurs. Ce résultat est fortement intuitif car l'innovation peut permettre à une entreprise d'atteindre une meilleure qualité de sa production. La *R&D interne* est non-significative pour tous les secteurs. Par contre, la *R&D et les acquisitions externes* ont un impact fort et positif sur les services à l'étape de production et sur l'industrie à l'étape du produit fini. On peut supposer que, pour innover à l'étape de production dans les services et améliorer l'étape de produit fini dans l'industrie, les entreprises adoptent plutôt un comportement réactif que proactif. En effet, ces résultats donnent le sentiment que les entreprises sont davantage motivées à implémenter des innovations vertes par la voie externe que par la voie interne.

Concernant les pressions du marché, la *demande actuelle ou anticipée* est encore associée positivement à l'introduction d'éco-innovation quel que soit le secteur d'activité ou la nature de l'innovation environnementale. Ce résultat semble confirmer l'idée de Schmookler (1966) selon laquelle la demande joue un rôle important comme déterminant de l'innovation. Ainsi, ce résultat semble également partiellement confirmer l'idée selon laquelle les déterminants de l'innovation environnementale sont souvent similaires à ceux des autres innovations. En revanche, les autres pressions du marché semblent n'avoir aucun effet quel que soit le secteur et la nature de l'innovation, à l'exception de l'intensité de la concurrence qui est significative dans l'industrie à l'étape de la production, ce qui est conforme à l'idée de Tirole (1995) selon laquelle les entreprises sont plus motivées à innover lorsqu'elles sont sur un marché hautement compétitif.

En ce qui concerne les autres variables explicatives, les résultats mettent en évidence deux forces significatives, mais opposées concernant les sources d'informations internes dans l'industrie. Cette variable influe positivement sur l'éco-innovation à l'étape de production et négativement à l'étape du produit fini, alors qu'elle est non-significative lorsque ces deux étapes sont agrégées (Tableau 5). Ce résultat est intuitif lorsque l'on le compare avec celui de la *R&D et les acquisitions externes de connaissances*, qui est significatif et positif à l'étape du produit fini. Les services, pour leur part, semblent être motivés à introduire des innovations favorables à l'environnement, à l'étape de la production grâce aux informations de leurs clients. Ce résultat est conforme à celui du tableau 5 et permet de mettre en évidence que cette source d'information favorise l'éco-innovation uniquement lors de l'étape de la production,

alors que le précédent tableau ne permettait pas de distinguer l'amont de l'aval de la production.

La coopération avec les universités, les institutions de R&D publiques ou privées, ainsi que celle avec les concurrents influencent positivement l'éco-innovation à l'étape du produit fini au sein des services, alors que ces variables ne sont pas significatives à l'étape de la production, dans ce secteur. Ainsi, il semblerait que pour mieux comprendre l'impact écologique de l'utilisation finale de l'offre des services, la coopération a un rôle particulier à jouer.

Les résultats montrent également un effet significatif et positif de la taille et de l'appartenance à un groupe pour les entreprises industrielles à l'étape du produit fini. Ce résultat est conforme aux idées de Schumpeter (1942), qui pense que l'innovation est liée à la taille des entreprises et à la structure du marché dans laquelle elle évolue. Pour lui, les grandes entreprises disposent de caractéristiques favorables à l'innovation, via un processus d'"accumulation créatrice". De nombreux travaux, comme ceux de Florida (1996), Cleff et Rennings (1999), Brunnermeier et Cohen (2003), confirment l'hypothèse que l'effet taille influe positivement sur l'innovation ; plus l'entreprise est grande, plus elle est innovante. Ce résultat peut s'expliquer par le fait que les grandes entreprises bénéficient d'une plus forte capacité d'absorption de l'innovation, d'un meilleur accès au financement, mais également de meilleures capacités à exploiter les économies d'échelle que les PME. Aucune évidence ne montre cette influence pour le secteur des services. Ce résultat est conforme à celui de Tether (2003), qui suppose une relation plus faible entre la taille et l'innovation, dans le secteur des services que dans l'industrie, qui serait lié au fait que les services semblent générer moins d'économies d'échelle.

5. Conclusion

Depuis les dernières décennies, l'innovation environnementale est devenue une préoccupation non seulement pour les autorités publiques, mais également pour les entreprises. Les enjeux principaux des éco-innovations sont d'améliorer la performance environnementale nécessaire à la gestion durable des ressources, afin d'assurer notre pérennité humaine, particulièrement dans un contexte d'accroissement de la population. Mais également de favoriser la compétitivité des entreprises, nécessaire à la croissance économique.

L'objectif de cet article a été d'analyser les déterminants qui motivent les entreprises à implémenter cette forme de solution alternative entre croissance économique et développement durable. Ce travail a permis de mettre en évidence l'absence d'analyse comparative au niveau sectoriel sur la question des motivations à l'éco-innovation, en séparant le secteur des services et celui de l'industrie. En effet, de nombreux travaux ont été orientés sur les déterminants des éco-innovations au sein des entreprises industrielles, alors qu'on ne connaît que peu d'éléments concernant le secteur des services. Pourtant, il est important de mieux comprendre quelles peuvent être les motivations de l'engagement propre à chaque secteur dans l'innovation environnementale. Ceci est d'autant plus important pour un pays tel que le Luxembourg, où les services occupent une place prépondérante dans l'économie.

De manière générale, les entreprises s'engagent dans l'innovation environnementale pour des raisons souvent proches de celles de l'innovation au sens large, c'est-à-dire pour des motifs similaires quel que soit l'impact de l'innovation sur l'environnement. Néanmoins, il

apparaît que des raisons liées aux caractéristiques spécifiques des éco-innovations favorisent également leur introduction. En effet, cette étude valide partiellement les trois hypothèses propres aux déterminants d'innovations environnementales, à savoir le rôle incitatif des mesures gouvernementales, des pressions technologiques et des pressions du marché.

Un premier résultat important met en évidence le rôle de la demande qui apparaît nettement comme un déterminant majeur quel que soit le secteur d'activité, le type, ou la nature de l'éco-innovation. Ce résultat est conforme avec la vision de Schmookler (1966) pour l'innovation et avec celle d'Horbach (2008) pour les éco-innovations. Ces auteurs pensent que la demande est un élément déterminant de leur introduction. Au regard de ce constat, il pourrait être efficace de renforcer la prise de conscience des consommateurs sur les questions environnementales et particulièrement sur leur propre consommation pour les encourager à consommer de façon responsable. Le système éducatif, associatif ou la formation interne en entreprise, pourrait par exemple assumer en partie cette mission d'intérêt public.

Un deuxième résultat permet de soulever des différences dans la perception du rôle exercé par les pressions réglementaires qu'anticipent les entreprises. Les industries au Luxembourg y sont sensibles, ce qui est similaire aux résultats des travaux de Rennings (2000), Brunnermeier et Cohen (2003), ou de Belin *et al.* (2011) qui révèlent l'importance particulière des réglementations vis-à-vis de l'innovation environnementale au sein de ce secteur. A contrario, le secteur des services ne semble pas fortement influencé par cet instrument.

Concernant les pressions technologiques, les résultats montrent que cette période de trois ans a permis aux services de bénéficier rapidement d'outputs en terme d'éco-innovation, grâce à la mise en place d'un système de management environnemental, mais également grâce à des R&D et des acquisitions externes et cela, quel que soit le type ou la nature de l'innovation. A ce titre, deux remarques sont à prendre en considération. D'une part, il pourrait être intéressant de comprendre les motivations qu'ont les services à introduire des SME et ainsi accroître la diffusion de ce phénomène. D'autre part, il semblerait que les services soient plus incités à introduire des éco-innovations par la voie externe que les industries, alors que dans l'industrie, la présence d'opportunités de marché semble favoriser l'innovation environnementale. Ces résultats tendraient à confirmer l'hypothèse de Pavitt (1984), selon laquelle les services seraient "*supplier dominated*". En effet, si les services implémentent des éco-innovations par le biais des industries, alors il se pourrait que le marché des éco-technologies soit caractérisé par des niches industrielles, incitant les manufactures déjà positionnées à conserver leurs avantages, en améliorant leur production par l'éco-innovation. Dans la même optique, si les industries ont un avantage par rapport aux services sur l'éco-innovation de technologie, alors le niveau de connaissances qui est spécifique aux secteurs semblerait favoriser l'introduction d'innovation (Malerba, 2002).

Ensuite, la principale distinction entre l'éco-innovation de produit et de procédé se situe au niveau des financements publics qui ont une influence négative sur l'éco-innovation de procédé dans les deux secteurs, alors que cette variable ne joue pas sur l'innovation environnementale de produit. On peut, là encore, supposer que ce type de mesures nécessite une durée plus longue pour être efficace. D'autre part, l'intensité de la concurrence stimule les industries à introduire des éco-innovations de procédé, alors qu'elle n'est pas significative pour le secteur des services, bien que ce secteur soit beaucoup plus développé au Luxembourg que celui de l'industrie.

Enfin, la distinction des déterminants de l'éco-innovation entre l'étape de production et l'étape du produit fini, révèle des similitudes, qui confirment les résultats du modèle d'éco-innovation de technologie au niveau agrégé, mais également des subtilités à la fois inter et intra-sectorielles. De manière générale et conformément à l'étude de Jaffe & Stavins (1995), il semblerait que les mécanismes qui déterminent l'introduction d'innovations environnementales soient distincts d'une étape à l'autre du processus d'innovation. Les mesures gouvernementales axées sur la production peuvent influencer sur le changement technologique en amont, c'est-à-dire au cours du processus de production car elles incitent les entreprises à introduire des innovations qu'elles n'auraient pas introduites autrement. D'autre part, la coopération semble être plus stimulante à l'éco-innovation, à l'étape du produit fini, qu'à l'étape de la production.

De manière générale, cette analyse a permis de mettre en évidence l'importance de prendre en considération les spécificités inter et intra-sectorielles lorsqu'il s'agit de traiter de la question des motivations à l'éco-innovation au niveau des entreprises. En effet, au terme de cette analyse, il a clairement été identifié que les motifs liés à l'introduction d'innovations environnementales peuvent être de nature différentes selon le secteur d'activité et selon la production et l'utilisation finale de cette production.

Cependant, il faudrait également distinguer d'autres facteurs pour affiner l'analyse de ces déterminants. Par exemple, le fait de pouvoir mesurer l'impact écologique de l'innovation au-delà de sa simple introduction permettrait d'en mesurer l'effet sur l'environnement. De même, pouvoir évaluer la variation de la performance économique avant l'introduction (période $t-1$) et une fois cette implémentation effective (période t) pourrait permettre de tester l'hypothèse de Porter et ainsi de savoir si ces alternatives sont ou non efficaces d'un point de vue à la fois économique et écologique. C'est pourquoi et dans le cadre d'éventuelles recherches ultérieures, une analyse dynamique peut être favorable pour une meilleure interprétation de ce phénomène. D'autre part, il serait intéressant de comparer ce type de travaux avec d'autres qui seraient relativement similaires, mais concernant d'autres espaces géographiques, économiques ou réglementaires. Une telle comparaison permettrait de mieux prendre en compte les spécificités nationales, et ainsi de dégager certaines tendances qui rendraient les interprétations scientifiques plus robustes.

Références

- Aggeri F. (1999), "Environmental policies and innovation. A knowledge based perspective on cooperative approaches", *Research Policy*, vol. 28, pp.699-717.
- Agresti A. (2002), "Categorical Data Analysis", *Wiley Interscience*, second edition.
- Ambec S. et Lanoie P. (2009), "Performance environnementale et économique de l'entreprise", *Economie et Prévision*, vol. 4-5(190-191), pp.71-94.
- Arundel A., Kemp R. and Pardo S. (2007), "Indicators for Environmental Innovation: What and How to Measure", *International Handbook on Environment and Technology Management*, edited by Marinova D., Annandale D. and Phillimore J., Edward Elgar, Cheltenham, pp.324-339.
- Askenazy P. (2000), "Le développement des pratiques 'flexibles' de travail", in Cohen, D. and Debonneuil, M. (eds.), *Nouvelle Economie, Conseil d'Analyse Economique, La Documentation Française*, Paris.
- Barney J. (1986), "Strategic factor markets: expectations, luck, and business strategy", *Management Science*, vol. 32, pp.1231-1241.
- Barney J. (1991), "Firms resources and sustained competitive advantage", *Journal of Management*, vol. 17, pp.99-120.
- Belin J., Horbach Jens. and Oltra V. (2011), "Determinants and Specificities of Eco-innovations - An Econometric Analysis for the French and German Industry based on the Community Innovation Survey", *Cahiers du GREThA* n°2011-17.
- Bernauer T., Engels S., Kammerer D. and Seijas J. (2006), "Explaining Green Innovation", *CIS working paper N°17*, ETH Zürich.
- Brunnermeier S. and Cohen M. (2003), "The Determinants of Environmental Innovation in U.S Manufacturing Industries", *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 45(2), pp.278-293.
- Cleff T. and Rennings K. (1999), "Determinants of Environmental Product and Process Innovation", *European Environment*, vol. 9, pp.191-201.
- Coase R. (1960), "The Problem of Social Cost", *Journal of Law and Economics*, pp.1-44.
- Cohen W. and Levinthal D. (1990), "Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation", *Administrative Science Quarterly*, vol. 35(1), pp. 128-152.
- Cohen W. and Levinthal D. (1989), "Innovation and learning : the two faces of R&D", *Economic Journal*, vol. 99(397), pp.569-596.
- Crifo P. et Ponssard J.P (2009), "La Responsabilité Sociale et Environnementale des entreprises est-elle soluble dans la maximisation du profit?", *Sociétal*, n°66, pp.96-106.
- Dachs B., Ebersberger B. and Pyka A. (2004), "Why do firms cooperate for innovation? A comparison of Austria and Finnish CIS3 results", *Instut für Volkswirtschaftslehre*, Beitrag N° 255.
- Dautel V., Di Blasi M. & Jung B. (2010), "The Community Innovation Survey 2008 - Luxembourg - Interim report", *CEPS/INSTEAD & STATEC*.
- Demsetz H. (1967), "Toward a theory of property rights", *American Economic Review*, n°57, pp.347-359.
- Eurobaromètre Spécial Union Européenne (2008), "Attitudes des citoyens européens vis-à-vis de l'environnement", *Commission Européenne*.
http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_295_fr.pdf.
- Eurostat Statistical books (2008), "Science, technology and innovation in Europe", *European Commission*.
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Innovation_statistics.
- Florida R. (1996), "Lean and Green: The move to environmentally conscious manufacturing", *California Management Review*, vol. 39(1), pp.80-105.
- Freeman C. (1992), "The economics of hope : Essays on Technical Change and Economic Growth", *Pinter Publishers*, London and New York, 243pp.
- Friedman M. (1970), "The Social Responsibility of Business is to Increase it's Profits", *The New York Times Magazine*, September 13.

- 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, pp.571-584.
- Fronzel M., Horbach J. and Rennings K. (2008), "What triggers environmental management and innovation? Empirical evidence for Germany", *Ecological Economics*, vol. 66, pp.153-160.
- Gallouj F. and Weinstein O. (1997), "Innovation in services", *Research Policy*, vol. 26, pp.537-556.
- Hamel G., Prahalad C.K. (1990), "The core competence of the corporation", *Harvard Business Review*, vol. 63(3), pp.79-91.
- Hardin G. (1968), "The Tragedy of the Commons", *Science*, vol. 162, pp.1243-1248.
- Horbach J. (2008), "Determinants of environmental innovation - New evidence from German panel data sources", *Research Policy*, vol. 37, pp.163-173.
- Horbach J., Rammer C. and 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* N°11-027. <http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp11027.pdf>
- Jaffe A., Newell R., and Stavins R. (2005), "A tale of two market failures: Technology and environmental policy", *Ecological Economics*, vol. 54, pp.164-174.
- Jaffe A., Stavins R. (1995), "Dynamic Incentives of Environmental Regulations: The Effects of Alternative Policy Instruments on Technology Diffusion", *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 29, pp.S43-S63.
- Kemp R. and Pearson P. (2008), "Final Report Measuring Eco-innovations", *European Project (FP6-2005-SSP-5A)*, <http://www.merit.unu.edu/MEI/>
- Klepper S. (1996), "Entry, Exit, Growth and Innovation over the Product Life Cycle", *American Economic Review*, vol. 86(3), pp.562-583.
- Kogut B. (1988), "Joint ventures: theoretical and empirical perspectives", *Strategic Management Journal*, vol. 9, pp.319-332.
- Kogut B., Zander U. (1993), "Knowledge of the firm and the evolutionary theory of the multinational corporation", *Journal of International Business Studies*, vol. 24, pp.625-645.
- Malerba F. (2002), "Sectoral systems of innovation and production", *Research Policy*, vol. 31, pp.247-264
- Malthus T. (1798), "An Essay on the Principle of Population, as it Affects the Future Improvement of Society with Remarks on the Speculations of Mr. Godwin, M. Condorcet, and Other Writers", *St. Paul's Church-Yard, édition anonyme*.
- Mazzanti M. and Zoboli R. (2006), "Examining the Factors Influencing Environmental Innovations", *FondazioneEni Enrico Mattei Working Paper Series*, pp.1-32.
- McCormick J. (2001), "Environmental Policy in the European Union". *The European Union Series-Palgrave*, pp. 21.
- McWilliams A., Siegel D. (2001), "Corporate social responsibility: a theory of the firm perspective", *Academy of Management Review*, vol. 26(1), pp.117-127.
- Mothe C. and Nguyen-Thi T.U. (2010), "The impact of non-technological innovation on technological innovation: do services differ from manufacturing? An empirical analysis of Luxembourg firms", *Working Paper CEPS*, n°2010-01, pp.1-26.
- Nelson R. and Winter S.G. (1982), "An Evolutionary Theory of Economic Change", *Cambridge, Belknap Press/Harvard University Press*.
- Nelson R.R., Rosenberg N. (1994), "American universities and technical advance in industry", *Research Policy*, vol. 23, pp.323-348.
- OCDE (2007), "Examens de l'OCDE des politiques d'innovation Luxembourg", *Editions OCDE*.
- OCDE (2011), "Vers une croissance verte", *Éditions OCDE*. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264111332-fr>
- OECD (2010), "Environmental Performance Reviews: Luxembourg", *Editions OECD*.
- OECD (2001), "Science Technology & Industry Scoreboard. Towards a Knowledge-based Economy", *Editions OECD*.
- OECD (2001), "Corporate Social Responsibility: Partners for Progress", *Editions OECD*.

- Oltra V. (2008), "Environmental innovation and industrial dynamics: the contribution of evolutionary economics", *DIME working paper on Environmental Innovation* n°7, pp.1-31.
- Oltra V. et Saint-Jean M. (2009), "Innovations environnementales et dynamiques industrielle", *Cahiers du GREThA* N°2009-22.
- Oslo Manual (2005), "The Measurement of Scientific and Technological Activities, Guidelines for collecting and interpreting innovation data", *OECD and Eurostat, Third edition*
- Pavitt K. (1984), "Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory", *Research Policy*, vol. 13, pp.343-373.
- Pisano G. (1990), "The R&D boundaries of the firm: An empirical analysis", *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, pp.153-176.
- Porter M. & van der Linde C. (1995), "Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 9, pp.97-118.
- Rennings K. (2000) "Redefining innovation – eco-innovation research and the contribution from ecological economics", *Ecological Economics*, vol. 32, pp. 319-332.
- Ricardo D. (1817), "Des principes de l'économie politique et de l'impôt", *Œuvres complètes*, Tome 13, collection des principes économes de 1847.
- Romer P. (1986), "Increasing Returns and Long-Run Growth", *Journal of Political Economy*, vol. 94(5), pp.1002-1037.
- Roy M. and Thérin F. (2007), "Knowledge acquisition and environmental commitment in SME's", *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, vol. 15(5), pp.249-259.
- Sanchez R., Heene A. (1996), *Strategic Learning and Knowledge Management*, Wiley Eds.
- Say J.-B. (1803), "Traité d'économie politique : livre II de la distribution des richesses", Calmann-Lévy, 1972, *Perspectives de l'économie – Les fondateurs*.
- Scherer F.M. (1982), "Inter-industry Technology Flows in the United States", *Research Policy*, vol. 11(4), pp.227-245.
- Schmookler J. (1966), "Invention and Economic Growth", *Harvard University Press*.
- Schumpeter J. (1934), "The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest and the Business Cycle", *Oxford University Press*.
- Schumpeter J. (1942), "Capitalism, socialism and democracy", *Harper & Row*.
- Scott J. (2003), "Import Competition and Environmental Research and Development", *Working paper Hanover*, NH 03755, pp.1-31.
- Simon H. (1979), "Rational Decision Making in Business Organizations", *American Economic Review*, vol. 69(4), pp.493-513.
- Solow, Robert (1956). "A Contribution to the Theory of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 70, pp.65-94.
- STATEC (2009), "Répertoire systématique : les entreprises luxembourgeoises", édition septembre 2009 du STATEC.
- Teece D. J. (1988), "Technical change and the nature of the firm", *Technical Change and Economic Theory*, Dosi G. et al. editors.
- Tether B.S. (2003), "The sources and aims of innovation in services: Variety between and within sectors", *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 12(6), pp.481-505.
- Tether B.S. (2005), "Do Services Innovate (Differently)? Insights from the European Innobarometer Survey", *Industry and Innovation*, vol. 12(2), pp.153–184.
- Tirole J. (1995), "Théorie de l'organisation industrielle", *Economica*, tome 2.
- Veugelers R. (1997), "Internal R&D expenditures and external technology sourcing", *Research Policy*, vol. 26, pp.303-315.
- Wagner M. (2007), "The Link between Environmental Innovation, Patents, and Environmental Management", *DRUID Working Paper*, No. 07-14.



3, avenue de la Fonte
L-4364 Esch-sur-Alzette
Tél.: +352 58.58.55-801
www.ceps.lu