



HAL
open science

Spécificités des déterminants des innovations environnementales : une approche appliquée aux PME

Amandine Pinget

► **To cite this version:**

Amandine Pinget. Spécificités des déterminants des innovations environnementales : une approche appliquée aux PME. Gestion et management. Université Grenoble Alpes, 2016. Français. NNT : 2016GREAA023 . tel-01429671

HAL Id: tel-01429671

<https://theses.hal.science/tel-01429671>

Submitted on 9 Jan 2017

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

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

THÈSE

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE LA COMMUNAUTE UNIVERSITE GRENOBLE ALPES

Spécialité : **Sciences de Gestion**

Arrêté ministériel : 7 août 2006

Présentée par

Amandine PINGET

Thèse dirigée par **Rachel BOCQUET** et **Caroline MOTHE**

préparée au sein du **Laboratoire IREGÉ**
dans **l'École Doctorale SISEO**

Spécificités des déterminants des innovations environnementales : une approche appliquée aux PME

Thèse soutenue publiquement le **1^{er} décembre 2016**,

devant le jury composé de :

Madame Rachel BOCQUET

Professeur des Universités, Université Savoie Mont Blanc, Directrice de thèse

Madame Caroline HUSSLER

Professeur des Universités, Université Jean Moulin Lyon 3, Rapporteur

Monsieur Thomas LOILIER

Professeur des Universités, Université Caen Normandie, Rapporteur

Monsieur Philippe MONIN

Professeur, EM Lyon Business School, Président du jury

Madame Caroline MOTHE

Professeur des Universités, Université Savoie Mont Blanc, Directrice de thèse



L'Université Savoie Mont Blanc n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans cette thèse : ces opinions doivent être considérées comme propres à leur auteur.

A tous ceux qui croient ou ont cru en moi,

Under normal conditions the research scientist is not an innovator but a solver of puzzles, and the puzzles upon which he concentrates are just those which he believes can be both stated and solved within the existing scientific tradition.

Thomas Kuhn *in* The Philosophy of Science (1991, p. 144)

Remerciements

A l'issue de ce premier pas dans la recherche, qui peut être constitué par la thèse, je souhaite remercier toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à l'aboutissement de cette recherche.

Je tiens tout d'abord à adresser toute ma reconnaissance et ma profonde gratitude à mes directrices de thèse pour leur aide, leurs encouragements et la confiance qu'elles m'ont offerte. Je remercie les Professeurs Rachel Bocquet et Caroline Mothe pour tout le temps précieux qu'elles m'ont accordé, leur disponibilité, leur implication, les conseils qu'elles m'ont apporté qui m'ont permis d'avancer et d'améliorer cette thèse. Je les remercie également beaucoup pour leurs relectures, la pertinence et la rigueur de leurs analyses qui m'ont aidé et guidé tout au long de ma thèse.

Je souhaite remercier tout particulièrement les Professeurs Caroline Hussler, Thomas Loilier et Philippe Monin qui me font l'honneur de participer à mon jury de thèse. Je remercie les Professeurs Caroline Hussler et Thomas Loilier d'avoir accepté d'être rapporteurs, pour le temps consacré à l'évaluation de cette thèse ainsi que pour leurs remarques et commentaires.

Cette thèse n'aurait pas pu être réalisée sans le soutien financier du programme ARC 8 de la région Auvergne-Rhône-Alpes que je remercie vivement.

Je souhaite également remercier les *reviewers* anonymes de mon premier article coécrit et paru dans *M@n@gement* (Pinget, Bocquet et Mothe, 2015) pour la pertinence de leurs analyses et conseils.

Je remercie également vivement l'ensemble des membres de l'IREGE pour leur soutien, les conseils qui m'ont été apportés, notamment par Mareva Sabatier, Sandra Dubouloz et Sébastien Brion. Merci aussi à Muriel et Gersende pour leur soutien, leur aide et leur bonne humeur. J'ai également beaucoup apprécié les séminaires de recherche, les présentations de chercheurs invités et les ateliers d'écritures, et remercie les personnes qui y ont contribué.

Je remercie les membres du comité de département Commerce Vente, Anne-Marie Bocquet, Daniel Bouillot, Daniel Françoise, Myriam Meimaris, Rémi Mencarelli,

Caroline Morrongiello et tous les autres, de m'avoir intégré à l'équipe pédagogique et au comité de département, me permettant ainsi de découvrir, d'apprendre et de participer aux différents événements du département. Je les remercie également de me faire confiance pour assurer la responsabilité de la Licence 3 Marketing et Communication en tant qu'ATER.

Je remercie aussi l'administration de l'IAE Savoie Mont Blanc et toutes les personnes que j'ai côtoyées dans le cadre de mes cours. Je remercie tout particulièrement Noémie pour son aide et son soutien.

J'ai également une pensée pour les personnes rencontrées en conférence, à l'AIMS et à EURAM, que je remercie pour les échanges intéressants et constructifs que nous avons eus.

J'ai une pensée amicale et je remercie les doctorants avec qui j'ai effectué ma thèse, qu'ils aient déjà soutenu ou qu'ils soient en cours de thèse, pour les bons moments, les échanges et le soutien mutuel : Emilie, Michael, Guillaume, Amy, Boris, Prudence, Manel, Olga, Maroua, Etienne, Laurianne, Annaïg, Belinda...

Je finirai ces remerciements par ma famille et mes amis qui, de près ou de loin, ont toujours été présents. Je les remercie pour leur soutien, leurs conseils, les relectures, les moments d'évasion, les bons moments passés ensemble et d'avoir été là pour moi.

Je termine cette thèse avec l'impression de l'avoir commencée hier, j'ai vraiment apprécié tous les moments, les échanges, le travail effectué... Je remercie sincèrement toutes les personnes ayant contribué à l'aboutissement de ma thèse.

Annecy, le 1^{er} septembre 2016

Sommaire

Introduction générale	9
Chapitre 1 - Définitions, déterminants et spécificités de l'innovation environnementale des PME	35
1. L'innovation environnementale : un domaine de recherche récent.....	40
2. L'innovation environnementale : une notion en forte évolution	53
3. Spécificités de l'innovation environnementale des PME au regard de ses déterminants et de ses barrières	65
Synthèse du chapitre	86
Modèle conceptuel	90
Chapitre 2 - Positionnement épistémologique et méthodologie de la recherche.....	93
1. Design général de la recherche	98
2. Méthodologie de la recherche : une approche quantitative	104
3. Validité et fiabilité de la méthodologie quantitative	122
Synthèse du chapitre	132
Cohérence de la démarche	135
Chapitre 3 – Article 1 : Barriers to environmental innovation in SMEs: Empirical evidence from French firms	137
Résumé étendu.....	141
Chapitre 4 – Article 2 : Aux sources des innovations environnementales et technologiques des PME	175
Résumé étendu.....	179
Chapitre 5 - Article 3 : Strategic Profiles of French Environmentally Innovative Firms	209
Résumé étendu.....	213
Chapitre 6 - Discussion et conclusion générale	243
1. Synthèse des résultats et discussion.....	248
2. Apports de la recherche	261
3. Limites et perspectives	266
Bibliographie	273
Liste des tableaux.....	305
Liste des illustrations.....	307
Annexes.....	309
Table des matières	327

Introduction générale

Depuis la fin du XX^{ème} siècle, une plus grande conscience liée à l'impact que chacun a sur l'environnement se développe. Le réchauffement climatique ainsi que les aléas liés au climat contribuent à une mobilisation mondiale en faveur de la préservation de l'environnement. Cet engagement grandissant peut provenir à la fois des citoyens, des Etats, ou des entreprises.

Les citoyens sont de plus en plus conscients des risques naturels liés à l'effet de serre, à la hausse des températures et aux bouleversements climatiques associés, non sans dangers et dommages pour les populations. De ce fait, une plus grande implication collective pour le développement durable¹, notamment pour son volet environnemental, peut être observée. En tant que consommateurs, une part grandissante de citoyens revendiquent leur sensibilité à des produits et services « verts », plus respectueux de l'environnement, qui incorporent des innovations environnementales (Biondi, Iraldo et Meredith, 2002; Hemmelskamp, 1997). Dans cette thèse, nous nous intéresserons plus particulièrement aux innovations environnementales qui, nous le verrons, correspondent à un type particulier d'innovation compte tenu de leurs effets bénéfiques sur l'environnement².

Les Etats, quant à eux, ont chacun une action propre et mutualisée. La COP21 (Paris, 2015) en fournit un exemple récent au même titre que les conférences précédentes pour le climat comme celles de Genève (1979) et de Lima (2014) (COP21, 2016). Ces actions déployées à l'échelle mondiale sont déclinées à l'échelle européenne, à travers le 7^{ème} Projet d'Action Européen en cours à l'horizon 2020 (European Commission, 2016a). A l'échelle du pays et de la région, des politiques publiques en faveur d'un développement plus durable sont mises en œuvre (Ministère de l'Environnement, 2016). Plus particulièrement, les collectivités régionales et locales élaborent des dispositifs en faveur d'une croissance des entreprises qui incorpore une réduction de l'impact environnemental. Un exemple intéressant est celui de la Région

¹Le développement durable est « un développement qui cherche à répondre aux besoins et aspirations du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs » (Brundtland, 1987, p. 39) Il est situé à l'intersection de trois volets fondamentaux : un volet environnemental, un volet social et un volet économique (Bansal, 2002; Lauriol, 2004).

²Au sens où elles permettent « de réduire ou gérer les impacts environnementaux négatifs ou/et de maintenir ou d'améliorer des impacts environnementaux positifs » (Gasmi et Grolleau, 2003, p. 75).

Introduction générale

Rhône-Alpes qui, *via* un dispositif nommé INNOV'R®, subventionne des projets d'innovation environnementale sélectionnés auprès, notamment, de Petites et Moyennes Entreprises (PME)³ de la région (Région Rhône-Alpes, 2016).

Finalement, les entreprises, petites ou grandes, disposent de différents moyens pour agir en faveur de l'environnement et de la société, qui peuvent aller de la mise en place de démarches de Responsabilité Sociétale des Entreprises (RSE) *i.e.* par la prise en compte de leur « responsabilité vis-à-vis des effets qu'elles exercent sur la société » (Commission des Communautés Européennes, 2001), à celles d'innovations environnementales qui leur permettent de réduire leur impact environnemental. Parmi les grandes entreprises, il convient de citer l'exemple de Danone, engagé depuis 1972 dans une démarche RSE pour plus de durabilité (Danone, 2016). Cette multinationale s'est aussi engagée dans l'innovation environnementale, avec l'introduction de nouveaux procédés permettant la réduction des émissions de gaz à effets de serre, la réduction et le recyclage des emballages en matière plastique notamment (Danone, 2016). Un autre domaine dans lequel apparaît une offre de produits plus responsable de l'environnement est celui des produits ménagers et d'entretien qui innovent en matière environnementale. Certaines entreprises de ce secteur proposent des emballages réduits, des formules avec des ingrédients naturels sans certains composants chimiques toxiques (Formaldéhydes par exemple) comme les marques Rainett (Rainett, 2016) ou L'Arbre Vert (L'Arbre Vert, 2016) qui sont certifiées avec le label européen Ecolabel (European Commission, 2016b) ou suivent des normes ISO (ISO 9001 et ISO 14001) et respectent le règlement EMAS⁴ (*Eco Management and Audit Scheme*) des démarches volontaires liées à la mise en place d'un EMS (*Environmental Management System* ou Système de management environnemental) dans le cas de Rainett (Rainett, 2016).

Les actions en faveur du développement durable des grandes entreprises sont croissantes et mieux connues. Les budgets consacrés à leur promotion sont importants et certaines en font un puissant levier stratégique comme IKEA, Nature & Découvertes, Lafuma ou encore Orange, pour ne citer qu'elles.

³ Les Petites et Moyennes Entreprises (PME) sont définies usuellement comme étant les entreprises qui emploient « moins de 250 personnes, avec un chiffre d'affaires annuel inférieur à 50 millions d'euros ou un total de bilan n'excédant pas 43 millions d'euros » (INSEE, 2008b).

⁴ Le règlement EMAS est un système européen de management et d'audit environnemental qui permet d'encadrer une démarche volontaire d'innovation environnementale. Il permet, entre autres, à l'entreprise une évaluation et une amélioration de sa performance environnementale (Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie, 2013)

Le constat est différent pour les PME. Alors que les grandes entreprises sont 71% à avoir introduit des innovations environnementales selon l'enquête *CIS* 2008, ce chiffre passe à 50% pour les PME de 50 à 249 salariés et à seulement 27% pour les PME de 10 à 49 salariés (INSEE, 2008a). Ces chiffres illustrent le retard en matière d'innovation environnementale, ou développement durable dans un sens plus large, des PME alors qu'elles ont un impact environnemental global important en termes de pollution émise et ce, même si leur impact individuel peut être considéré comme faible (Leonidou, Christodoulides et Thwaites, 2016). Les PME représentent en moyenne 99% des entreprises européennes, tout en étant largement majoritaires dans les différents pays européens, avec une contribution à la pollution industrielle européenne allant de 64% pour certains auteurs (Calogirou, Sørensen, Bjørn Larsen et Alexopoulou, 2010) jusqu'à 70% pour d'autres (Hillary, 2000; Leonidou *et al.*, 2016).

Compte tenu de ces enjeux, nous nous intéressons dans le cadre de notre thèse aux innovations environnementales des PME. Notre objectif est de participer à une meilleure compréhension des comportements de cette catégorie d'entreprises en la matière qui restent peu étudiés alors qu'elles peuvent contribuer significativement aux objectifs fixés en matière de développement durable, notamment sur son volet environnemental. Pour cela, nous porterons l'accent sur les déterminants, les barrières rencontrées ainsi que sur les comportements stratégiques des PME en matière d'innovations environnementales.

1. Genèse de l'objet de notre recherche

Au niveau des éléments propres au contexte, nous mettons tout d'abord en évidence le manque de connaissances académiques sur les innovations environnementales des PME. Nous situons ensuite la réflexion dans le cadre des entreprises industrielles françaises. Finalement, nous examinons la place de l'innovation environnementale vis-à-vis des autres types d'innovation et des types d'entreprise.

1.1 Contexte de la recherche

Constat 1 : Un manque de connaissances académiques sur l'innovation environnementale des PME

Le point de départ de notre recherche est le déficit de travaux sur les innovations environnementales mises en œuvre par les PME. Ce manque important est souligné par différents auteurs (Brìo et Junquera, 2003; Del Río González, Peñasco et Romero-Jordán, 2016; Del Río González, 2009). Il peut être expliqué par la nouveauté de ce champ de recherche, qui est qualifié de « champ jeune » (Díaz-García, González-Moreno et Sáez-Martínez, 2015; Klewitz et Hansen, 2014). Avant les années 1990, peu de recherches sur les innovations environnementales étaient effectuées (Schiederig, Tietze et Herstatt, 2012). Les premiers articles datent des dernières décennies du XX^{ème} siècle, avec une nette croissance des publications à partir de 2009 (Díaz-García *et al.*, 2015).

Les innovations environnementales sont également un type d'innovation récent qui n'est pas encore largement diffusé parmi les PME (voir à ce propos le Constat 3 ci-après). L'enquête CIS 2008⁵ auprès des entreprises industrielles françaises montre que seulement 27% des entreprises de 10 à 49 salariés ont adopté des innovations environnementales alors qu'elles sont 71% parmi les entreprises de 250 salariés et plus (INSEE, 2008a). Dans le même temps, les entreprises innovantes en matière environnementale font l'objet de davantage de travaux (Díaz-García *et al.*, 2015).

Toutefois, ces travaux sur les innovations environnementales restent très largement appliqués aux grandes entreprises, ceux relatifs aux PME étant encore peu développés (Del Río González *et al.*, 2016; Del Río González, 2009). Il résulte de ce déficit une compréhension insuffisante des déterminants, des barrières, mais aussi des comportements stratégiques, liés aux innovations environnementales, en particulier pour les PME.

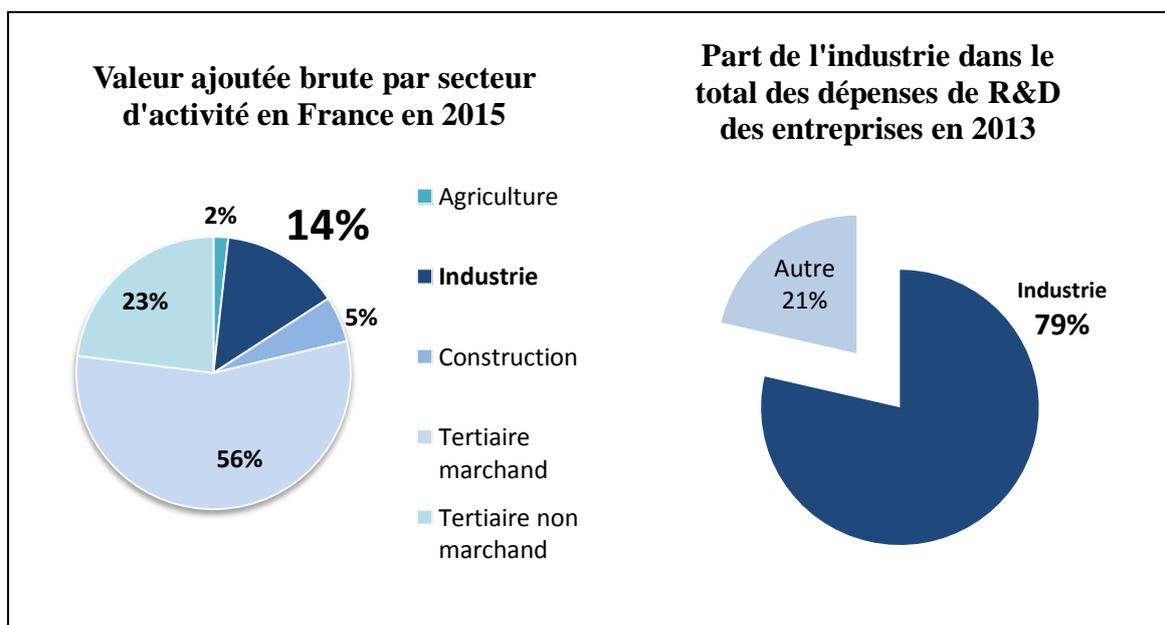
⁵L'enquête communautaire sur l'innovation, CIS (*Community Innovation Survey*), recueille au niveau européen des données sur l'innovation des entreprises (Eurostat, 2016b).

Constat 2 : Une contribution importante des entreprises industrielles à la croissance économique française qui s'accompagne d'impacts environnementaux négatifs

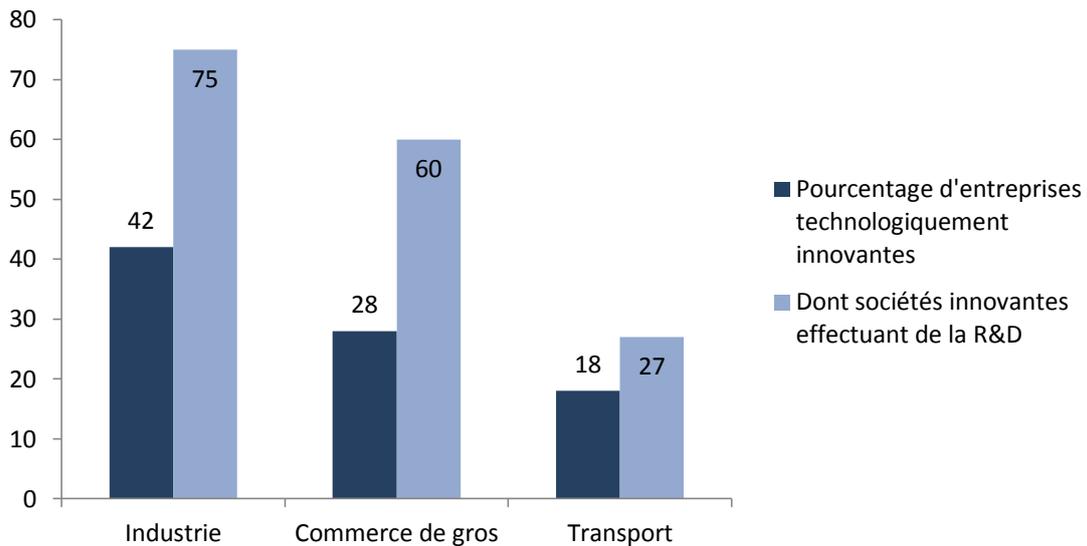
Avant de situer plus précisément les innovations environnementales au niveau des entreprises industrielles françaises (cf. Constat 3 ci-après), auxquelles nous nous référerons dans cette thèse, il convient d'examiner leur place dans l'économie française et leurs effets sur l'environnement, notamment en matière de pollution.

L'industrie française occupait en 2011 la quatrième place au niveau européen et la neuvième place au niveau mondial, avec un chiffre d'affaires total de 1 057 milliards d'euros et une valeur ajoutée de 255 milliards d'euros (ADEME, 2011). Ce secteur contribue de manière forte à l'économie française : en 2014, il emploie 3,1 millions de salariés et produit 266 milliards d'euros de richesse (Gouvernement.fr, 2015). Bien que la part de l'industrie dans le PIB français soit en diminution passant de 16,6% en 2000 à 12,4% en 2014 (Gouvernement.fr, 2015), l'industrie pèse pour une part non négligeable dans l'économie française comme en témoigne la Figure 1 et ses différents graphiques ci-après.

Figure 1. Part de l'industrie dans l'économie française



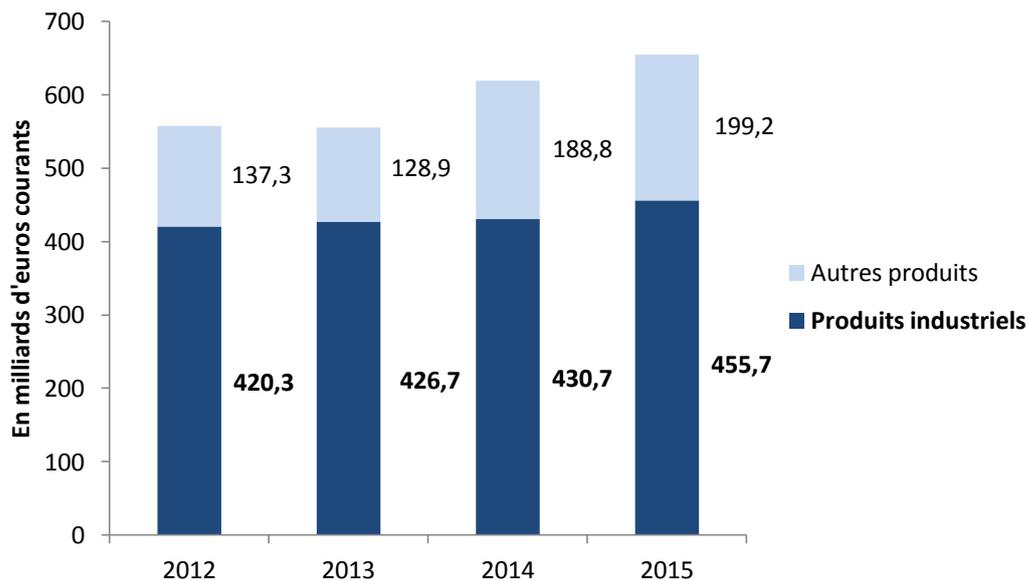
**Contribution de l'industrie à l'innovation entre 2010 et 2012
(CIS 2012)**



Lecture : 42% des entreprises de l'industrie sont innovantes technologiquement, dont 75% des entreprises innovantes qui effectuent de la R&D.

Note : Entreprises de 10 salariés et plus, hors secteur information et communication, services scientifiques et techniques ainsi que services d'assurances et financiers.

Part des produits industriels dans les exportations



Source : Données issues de l'INSEE (2016a), graphiques réalisés par l'auteur

Ces différents graphiques illustrent la place des entreprises industrielles en France. Ils montrent qu'elles contribuent à 14% de la valeur ajoutée brute produite en France, ce qui semble peu face au secteur tertiaire. Toutefois, leur contribution en

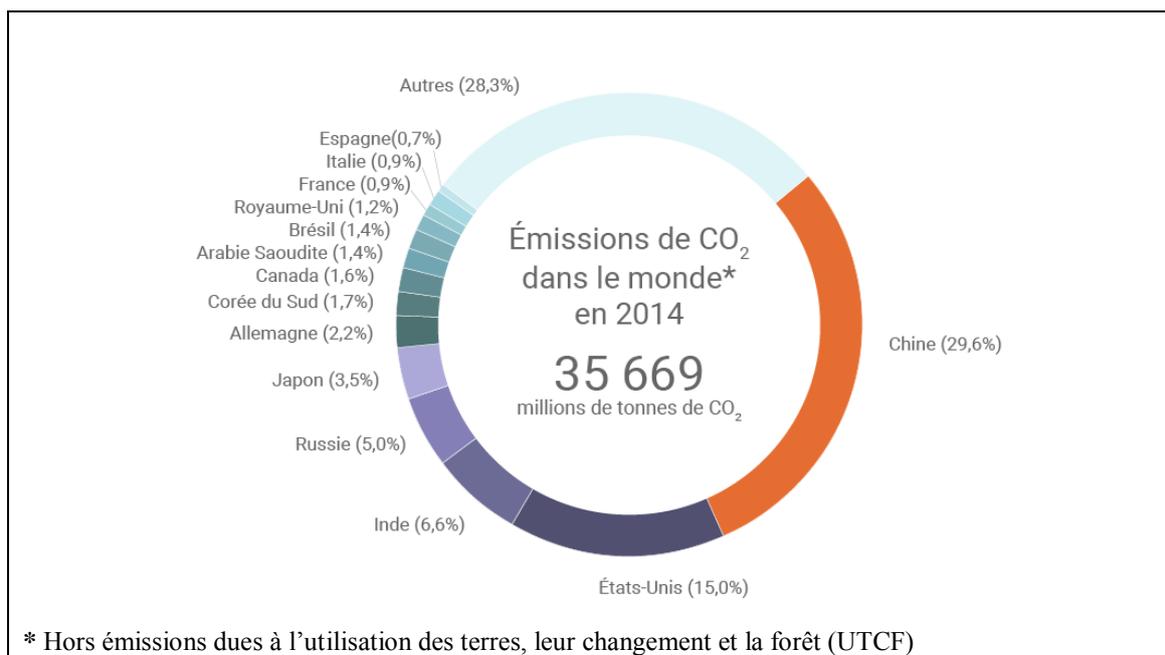
Introduction générale

termes de valeur ajoutée est supérieure à celle des entreprises agricoles et de la construction réunis (INSEE, 2016b). En outre, les entreprises industrielles sont celles qui réalisent l'écrasante majorité des dépenses de R&D en France (INSEE, 2016b) et par conséquent qui ont une plus grande activité d'innovation (*cf.* Figure 1). Par ailleurs, il convient de remarquer la place très importante des produits industriels dans les exportations par rapport aux autres produits, cette part est en croissance continue (INSEE, 2016a).

Si ces éléments montrent le poids des entreprises industrielles dans l'économie française, ils justifient également l'intérêt d'accorder une attention toute particulière à ces entreprises pour étudier les innovations environnementales. La France a un taux d'innovation dans la moyenne vis-à-vis des pays européens, avec un taux d'innovation global des entreprises de 50%, contre 52% en moyenne européenne ainsi qu'un taux d'innovation dans l'industrie qui la place au 15^{ème} rang sur 28 pays européens (INSEE, 2011).

Cependant, ces données ne révèlent pas la face cachée de l'activité industrielle, en particulier ses effets négatifs sur l'environnement. L'industrialisation grandissante a été accompagnée de pollution qui a suivi la même tendance, faisant naître d'importants enjeux sociétaux (Leonidou *et al.*, 2016). En effet, les activités industrielles sont à l'origine d'impacts négatifs sur l'environnement et de risques pour la société (Service de l'Observation et des Statistiques, 2016). Les entreprises industrielles françaises émettent des rejets polluants et des gaz à effet de serre, ces derniers étant de 341 250 milliers de tonnes de CO₂ équivalents en 2012 (Eurostat, 2015). Ces impacts environnementaux, qui apparaissent faibles comparés aux émissions d'autres pays comme la Chine ou les Etats-Unis, respectivement premier et deuxième émetteurs de gaz à effets de serre, n'en demeurent pas moins significatifs (*cf.* Figure 2. Emissions mondiales de CO₂ par pays en 2014).

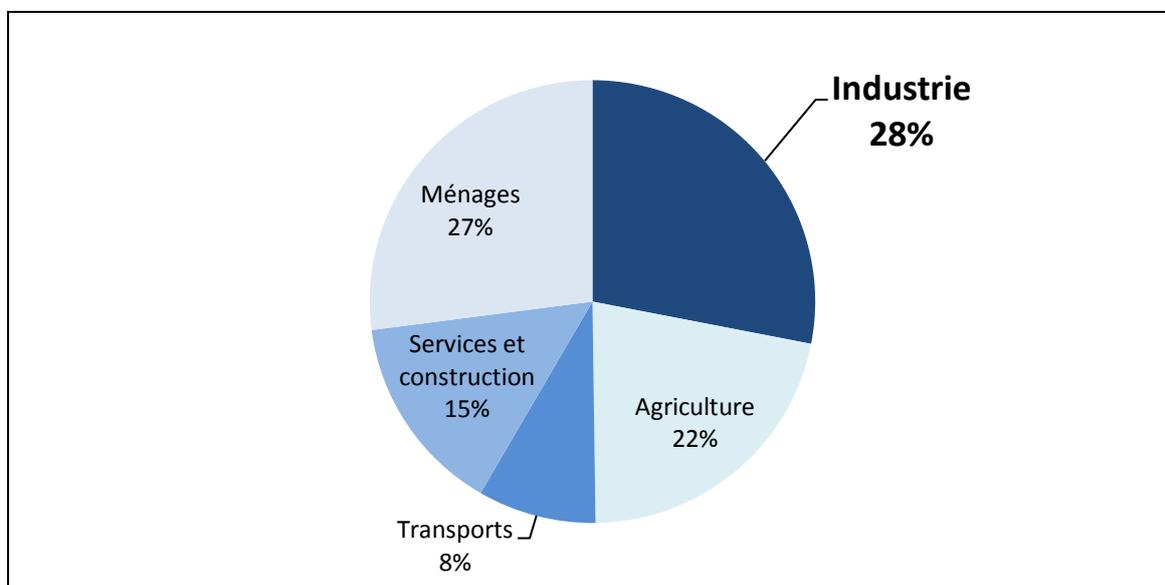
Figure 2. Emissions mondiales de CO₂ par pays en 2014



Source : Données issues de EDGAR, European Commission (2015), diagramme réalisé par la Fondation d'entreprise Alcen pour la connaissance des énergies (2016) (Données non corrigées des variations climatiques)

Au niveau de la répartition des émissions, les entreprises industrielles participent pour 28% des émissions de gaz à effet de serre de la France (soit 131 273 milliers de tonnes de CO₂ équivalents, cf. Figure 3), représentant la plus importante contribution devant les ménages (Eurostat, 2015).

Figure 3. Emissions de gaz à effet de serre par activité économique en France, 2012



Source : Données issues d'Eurostat (2015), graphique réalisé par l'auteur

Introduction générale

Par ailleurs, l'activité industrielle, outre les émissions de gaz à effet de serre et les rejets polluants dans l'air, peut être source de pollution au niveau de l'eau, des sols ainsi que des déchets industriels notamment. L'industrie consomme également de l'énergie pour la production, cette consommation représente un cinquième de la consommation finale d'énergie française (Observatoire de l'Industrie Electrique, 2015)⁶.

Ces différents éléments montrent que l'impact des entreprises industrielles sur l'environnement en termes de pollution est loin d'être négligeable. Par conséquent, l'adoption de comportements plus responsables en matière environnementale par les entreprises industrielles semble nécessaire. L'entreprise qui met en œuvre des innovations environnementales s'inscrit dans cette prise en compte des enjeux environnementaux liés à la pollution. En effet, les innovations environnementales correspondent à l'introduction de nouveaux produits et de nouveaux procédés permettant une réduction de la pollution émise dans l'air (CO₂ et gaz à effets de serre, composés polluants), dans l'eau (avec le recyclage des eaux usées) ou encore des déchets. Elles peuvent permettre à l'entreprise de consommer moins de matières premières et d'énergie ainsi que de réduire les risques (avec le remplacement des matériaux dangereux). Ces bénéfices environnementaux sont visibles à la fois pour l'entreprise qui réduit la pollution émise, l'énergie consommée ou qui améliore le recyclage, mais aussi pour la société et le consommateur (Horbach, Oltra et Belin, 2013).

⁶Ces différents éléments ne seront pas développés davantage, toutefois plus d'information est disponible notamment sur le site du Service de l'Observation et des Statistiques (2016).

Constat 3 : Des innovations environnementales qui ne se diffusent pas au même rythme que les autres types d'innovations et selon le type d'entreprise

Parmi les entreprises industrielles françaises, 40% introduisent des innovations technologiques⁷, 34% des innovations organisationnelles⁸, 20% des innovations marketing⁹. Elles sont 33% à adopter des innovations environnementales¹⁰ entre 2006 et 2008, qu'elles soient technologiques ou non technologiques (INSEE, 2008a). Ce dernier chiffre indique que les innovations environnementales sont relativement répandues, même si ce ne sont pas les premières innovations adoptées par les entreprises industrielles françaises. Selon Eurostat (2015), la situation française en matière d'innovation est comparable à celle des entreprises industrielles des différents pays européens¹¹.

En ce qui concerne le type d'entreprise, les PME de 10 à 49 salariés sont 27% à avoir mis en œuvre des innovations environnementales, celles de 50 à 249 salariés sont 50% et les grandes entreprises de 250 salariés et plus sont 71% (INSEE, 2008a). Ces chiffres montrent bien l'écart significatif existant entre les PME et les grandes entreprises. L'adoption d'innovations environnementales est plus faible pour les PME et augmente avec la taille de l'entreprise. Cette tendance peut d'ailleurs être observée pour tous les types d'innovation (*cf.* Tableau 1).

⁷Une « innovation technologique, considérée ici en produit et/ou procédé, consiste en l'introduction de produits et/ou services et/ou à l'adoption de méthodes de production nouvelles ou significativement améliorées, en matière technologique » (OECD/Eurostat, 2005, p. 47).

⁸Une « innovation organisationnelle consiste à la mise en œuvre de nouvelles méthodes organisationnelles dans les pratiques de l'entreprise, l'organisation du lieu de travail ou les relations extérieures » (OECD/Eurostat, 2005, p. 51).

⁹Une « innovation marketing correspond à la mise en œuvre de nouvelles méthodes marketing qui entraînent des changements significatifs dans le design du produit ou son emballage, son positionnement, son mode de distribution ou sa tarification » (OECD/Eurostat, 2005, p. 49).

¹⁰Une « innovation environnementale consiste à la réduction de l'impact environnemental de l'entreprise » (OECD, 2010, p. 15).

¹¹Pour l'innovation, la France avec une dépense de 2.23% de son PIB 2013 en R&D est dans la moyenne haute des pays européens avec l'Allemagne (2,85%), le Danemark (3.06%) ou la Suède (3,30%). Au niveau des types d'innovations adoptées, de nature technologiques, organisationnelles ou marketing notamment, les entreprises françaises se situent dans la moyenne européenne (Eurostat, 2015).

Tableau 1. Entreprises industrielles françaises innovantes en matière technologique, organisationnelle, marketing ou environnementale (de 2006 à 2008)

<i>(Chiffres en pourcentage d'entreprises)</i>	Innovation technologique <small>(produits ou procédés)</small>	Innovation organisationnelle	Innovation marketing	Innovation environnementale
10 à 49 salariés	33	29	17	27
50 à 249 salariés	59	43	26	50
250 salariés et plus	77	59	35	71
Ensemble (Industrie, industries manufacturières, extractives et autres)	40	34	20	33

Source : Enquête statistique publique innovation CIS 2008 (INSEE, 2008a)

Champ : Ensemble des entreprises industrielles françaises de 10 salariés et plus

Note de lecture : Entre 2006 et 2008, 33% des entreprises industrielles françaises du champ considéré ici ont mis en œuvre des innovations environnementales

Par ailleurs, l'innovation environnementale peut générer deux types de bénéfices environnementaux. D'une part, des bénéfices pour l'entreprise peuvent être dégagés au cours du processus de production et d'autre part, des bénéfices pour le consommateur associés à l'utilisation d'un produit ou d'un service. Notons que l'innovation environnementale avec des bénéfices pour l'entreprise est largement majoritaire. Elle correspond à 95% des entreprises qui sont engagées dans ce type d'innovation contre 60% pour celle qui présente des bénéfices pour le consommateur (INSEE, 2008a). Cette répartition des bénéfices environnementaux ne varie pas selon le type d'entreprise (cf. Tableau 2).

Tableau 2. Répartition des bénéfices environnementaux des entreprises françaises innovantes environnementalement (de 2006 à 2008)

<i>(Chiffres en pourcentage d'entreprises)</i>	Bénéfices pour l'entreprise	Bénéfices pour le consommateur
10 à 49 salariés	94	59
50 à 249 salariés	96	60
250 salariés et plus	97	68
Ensemble (Industrie, industries manufacturières, extractives et autres)	95	60

Source : Enquête statistique publique innovation CIS 2008 (INSEE, 2008a)

Champ : Ensemble des entreprises industrielles françaises de 10 salariés et plus, innovantes environnementalement

Note de lecture : Entre 2006 et 2008, 95% des entreprises industrielles françaises innovantes environnementalement ont mis en œuvre des innovations avec des bénéfices pour l'entreprise.

Introduction générale

Au total, ces trois constats ont fortement marqué la genèse de l'objet de notre recherche. Tout d'abord, les innovations environnementales souffrent d'un déficit de connaissances pour les PME alors qu'elles se diffusent de manière croissante en France. Les entreprises industrielles que nous étudions plus particulièrement, pèsent de manière importante sur l'économie française. Malgré leur contribution majeure pour l'économie française, leur impact environnemental est non négligeable. En effet, les entreprises industrielles sont celles qui émettent le plus de gaz à effet de serre, elles peuvent aussi être à l'origine de pollution (au niveau de l'eau, des sols, de l'air et des déchets). C'est pourquoi l'adoption d'innovations environnementales peut sembler essentielle pour une diminution et une meilleure maîtrise de cet impact. Par ailleurs, les innovations environnementales sont relativement répandues par rapport aux autres types d'innovation. Toutefois, leur adoption par les PME est plus faible comparée à celle des grandes entreprises. Quels leviers actionner, quelles barrières lever pour l'innovation environnementale des PME ? Tel était notre questionnement initial, à l'origine de cette thèse.

1.2 Objet de la recherche

Les différents constats précédents nous ont ainsi amené à nous intéresser plus particulièrement aux innovations environnementales des PME, notamment industrielles, comme ce sont elles qui innovent le plus et qui peuvent avoir un impact important sur l'environnement. Par conséquent, nous avons précisé notre questionnement initial. L'objet de notre recherche porte sur les spécificités des innovations environnementales des PME. Il résulte la problématique suivante :

Existe-t-il des spécificités propres aux innovations environnementales des PME, au regard de leurs déterminants¹², des barrières perçues et des caractéristiques associées à ce type d'entreprise ?

¹²Nous entendons ici les déterminants dans leur sens générique, en tant que facteurs explicatifs, leviers ou antécédents, nous attribuons le même sens à chacun de ces termes qui seront employés de manière interchangeable et équivalente dans cette thèse. Nous ne considérons pas les déterminants dans leur acception « déterministe », c'est-à-dire en tant que notion philosophique « qui tient que certaines choses ou que toutes choses sont déterminées, c'est-à-dire que certains facteurs internes ou externes en fixent d'avance, de façon précise et exacte, les manières d'être et d'agir » (Noël, 1905, p. 5).

Dans cette thèse, nous défendons l'idée que les innovations environnementales mises en œuvre par les PME présentent des spécificités. Nous avons choisi d'aborder ces spécificités en faisant appel à un cadre théorique issu des *Resource-based* et *Knowledge-based views* (*RBV* et *KBV*). Celui-ci présente l'avantage de prendre en compte les ressources, les compétences et les connaissances que les PME mobilisent pour innover en matière environnementale. Nous nous appuyons aussi sur l'hypothèse de Porter (Porter, 1991; Porter et van der Linde, 1995) liée au rôle de la réglementation pour l'innovation environnementale.

Ce cadre nous a permis d'envisager ces spécificités sous trois angles distincts, qui correspondent à nos trois questions de recherche, traitées dans le cadre des trois articles qui constituent cette thèse :

(1) Les PME qui introduisent des innovations environnementales perçoivent-elles des barrières plus nombreuses et plus fortes que les autres PME, qu'elles soient innovantes ou non ? (Article 1)

Il existe un véritable enjeu dans l'étude des barrières à l'innovation environnementale des PME. Les barrières à l'innovation environnementale sont peu étudiées et insuffisamment connues (Del Río González, 2009). Elles ne font l'objet que de rares travaux récents (Ghisetti, Mazzanti, Mancinelli et Zoli, 2015; Marin, Marzucchi et Zoboli, 2015; Souto et Rodriguez, 2015). Elles ont été essentiellement étudiées *via* une taxonomie de PME européennes (Marin *et al.*, 2015). D'autres travaux se sont intéressés à certains types de barrières à l'innovation environnementale des PME, en particulier financières à l'échelle européenne (Ghisetti, Mazzanti, *et al.*, 2015). Au niveau national, seules les barrières à l'innovation environnementale ont été étudiées en Espagne pour des entreprises de toutes tailles (Souto et Rodriguez, 2015). Ces différents travaux s'accordent à montrer que les barrières sont plus importantes pour les entreprises innovantes environnementalement (Ghisetti, Mazzanti, *et al.*, 2015; Marin *et al.*, 2015; Souto et Rodriguez, 2015). Cependant, bien qu'ils considèrent différents types de barrières pour l'innovation environnementale, ils ne prennent pas en compte simultanément le nombre et l'intensité des barrières perçues par les entreprises innovantes. De surcroît, les entreprises étudiées le sont plutôt à un niveau européen sans considérer les particularités éventuelles liées au pays. En outre, les PME auxquelles

nous nous intéressons plus particulièrement sont moins étudiées que les grandes entreprises et leurs barrières pour innover environnementalement sont peu connues (Del Río González, 2009).

Un premier objectif de la thèse est de garantir une meilleure compréhension des spécificités de l'innovation environnementale *via* l'analyse de ses différents types de barrières, en nombre et en intensité. En outre, la comparaison des barrières à l'innovation environnementale des PME avec d'autres catégories de PME, innovantes technologiquement et non innovantes, doit permettre une compréhension plus fine de ces spécificités.

(2) Les PME qui introduisent des innovations environnementales font-elles appel à des déterminants et des sources de connaissances spécifiques comparativement aux PME qui adoptent des innovations technologiques ?
(Articles 1 et 2)

Une meilleure connaissance des déterminants et des sources de connaissances utilisés pour innover est essentielle dans la mesure où ils représentent des leviers clés de l'innovation. En ce qui concerne l'innovation environnementale, une meilleure compréhension des sources de connaissances est d'autant plus cruciale que ce type d'innovation fait appel de manière plus intense aux connaissances. De même, si les déterminants à l'innovation environnementale sont bien connus pour les grandes entreprises, il subsiste un manque de connaissances pour les PME (Del Río González, 2009), en particulier concernant le rôle des sources de connaissances (De Marchi, 2012). Les déterminants pour l'innovation environnementale des grandes entreprises sont généralement appréhendés suivant la classification d'Horbach (2008) où les déterminants réglementaires, liés à la technologie et au marché sont distingués. Les sources de connaissances, quant à elles, sont étudiées en distinguant les sources de connaissances internes des sources externes à l'entreprise (Cainelli, De Marchi, et Grandinetti, 2015; Ghisetti, Mazzanti, *et al.*, 2015). Par ailleurs, la comparaison des sources de connaissances entre les innovations environnementales et d'autres types d'innovation, comme les innovations technologiques, n'est que très rarement effectuée pour les PME, certains travaux se concentrant sur les grandes entreprises (Horbach *et*

al., 2013), à l'échelle européenne (Ghisetti, Marzucchi et Montresor, 2015), ou n'étudiant pas spécifiquement les PME (Cainelli *et al.*, 2015).

Considérant ces différents éléments, un deuxième objectif de cette thèse est de contribuer à une meilleure compréhension des déterminants et des sources de connaissances susceptibles de favoriser l'innovation environnementale des PME. Pour en saisir les éventuelles spécificités, nous nous appuyons sur une comparaison entre les entreprises innovantes environnementalement, technologiquement, et non-innovantes. Au niveau des sources de connaissances, nous faisons appel à cette comparaison pour mettre en évidence le rôle spécifique des sources de connaissances internes et externes ainsi que leur complémentarité.

(3) Les PME qui introduisent des innovations environnementales ont-elles des profils stratégiques distincts comparativement aux grandes entreprises ?
(Article 3)

Une meilleure connaissance des comportements des entreprises innovantes en matière environnementale est essentielle afin de mettre en place des incitations adaptées à chaque type d'entreprise. En outre, ces comportements ne sont pas forcément identiques (Triguero, Moreno-Mondéjar, et Davia, 2016) et peu de travaux permettent d'éclairer le profil stratégique des PME ayant introduit des innovations environnementales (Marin *et al.*, 2015; Triguero *et al.*, 2016). Par ailleurs, ces travaux ne considèrent pas conjointement les petites et grandes entreprises (Aragón-Correa, Hurtado-Torres, Sharma et García-Morales, 2008), alors que les stratégies peuvent différer suivant la taille de l'entreprise (Brío et Junquera, 2003). La comparaison entre les profils des grandes entreprises et des PME n'ayant pas été considérée jusqu'ici, nous avons souhaité mettre en évidence les spécificités des PME au niveau des stratégies environnementales menées, au travers de cette comparaison. PME et grandes entreprises n'ont pas les mêmes ressources, ni les mêmes capacités. Elles ne mobilisent pas forcément les mêmes sources de connaissances et les mêmes déterminants pour innover environnementalement.

Le troisième objectif de cette thèse est de dégager les spécificités des PME quant à leur profil stratégique pour mettre en œuvre des innovations environnementales. Nous

nous basons sur une comparaison des profils stratégiques entre les PME et les grandes entreprises innovantes en matière environnementale uniquement. Cette comparaison permet de formuler des préconisations managériales et en termes de politiques publiques.

1.3 Enjeux de la recherche

Cette recherche, qui vise à une meilleure compréhension des spécificités associées à l'innovation environnementale, comporte des enjeux théoriques, empiriques et managériaux développés à la suite.

Enjeux théoriques

A travers cette thèse, nous avons pour premier objectif de contribuer à la fois à la littérature sur l'innovation environnementale et à celle sur les PME. Comme nous l'avons précédemment vu, ce domaine de recherche est relativement nouveau. Les innovations environnementales sont apparues dans les entreprises au cours des années 1980 et ont fait l'objet de travaux académiques à partir des années 1990-2000 (Schiederig *et al.*, 2012). De cette nouveauté, il résulte un déficit de connaissances sur les innovations environnementales menées par les PME, que nous souhaitons plus particulièrement contribuer à combler.

La mise en perspective des innovations environnementales par rapport à l'innovation technologique constitue une originalité de cette thèse. Bien que ces types d'innovation aient des similitudes, nous formulons l'hypothèse centrale selon laquelle l'innovation environnementale diffère grandement de l'innovation technologique. Cette comparaison permettra de mieux mettre en évidence les spécificités de l'innovation environnementale.

Nous souhaitons contribuer également à montrer les spécificités des PME par rapport aux grandes entreprises en innovation environnementale. Les PME ne peuvent pas être considérées comme de « petites » grandes entreprises (Battisti et Perry, 2011; Tilley, 2000) mais possèdent des spécificités qu'il convient de prendre en compte, liées notamment à la nature de leurs ressources et à leurs caractéristiques. Une meilleure connaissance de ces spécificités doit contribuer à enrichir les travaux croissants sur les PME et l'innovation environnementale. Ces spécificités ne sont pas suffisamment prises

en compte dans les travaux antérieurs, nous souhaitons contribuer à combler ce vide. Ce travail de thèse participera à élaborer des recommandations utiles pour favoriser l'adoption des innovations environnementales des PME.

En outre, il nous paraît indispensable dans le cadre de cette mise en lumière de proposer un cadre théorique basé sur une représentation de l'entreprise enrichie par rapport aux travaux classiques (essentiellement en sciences économiques), qui intègre non seulement l'effet de la réglementation et la capacité de l'entreprise à y répondre mais aussi et surtout en prenant en compte les capacités et les ressources tant internes qu'externes des PME. Le cadre théorique proposé s'inscrit dans la tradition des approches basées sur les ressources et les connaissances (Grant, 1996; Wernerfelt, 1984). Il cherche à aller plus loin que l'hypothèse de Porter¹³ (Porter, 1991; Porter et van der Linde, 1995) en entrant dans la « boîte noire » qu'est l'entreprise. En effet, si cette hypothèse considère qu'une réglementation environnementale adaptée favorise la mise en œuvre d'innovations environnementales, elle ne permet pas de comprendre comment de telles innovations sont introduites à l'échelle de l'entreprise (Ziesemer, 2013). Dans ce cadre, l'entreprise est vue uniquement comme répondant à des incitations et à des forces exogènes. Dans la lignée des approches basées sur les ressources et connaissances (*RBV* et *KBV*, Barney (1991), Grant (1996) et Wernerfelt (1984)), l'ambition de ce travail est d'enrichir cette lecture en considérant que l'introduction d'innovations environnementales dépend aussi et surtout des « capacités » de l'entreprise (Ketata, Sofka et Grimpe, 2015). Dans cette recherche, ces capacités sont entendues au sens de Penrose (1959). Elles font référence non seulement à la détention de ressources « supérieures » mais aussi à la manière dont elles sont utilisées. Ces perspectives complètent l'hypothèse de Porter en reconnaissant l'importance, au-delà de la réglementation, de facteurs propres à l'entreprise, sources d'avantage concurrentiel (Amit et Schoemaker, 1993; Grant, 1996). En particulier, l'approche *RBV* considère que les entreprises acquièrent des avantages compétitifs en exploitant des ressources de grande valeur, rares, inimitables et non-substituables dont elles disposent (Barney, 1991; Wernerfelt, 1984). La perspective *KBV* va plus loin en portant l'accent sur l'hétérogénéité des entreprises quant à leur capacité acquérir des connaissances et à les

¹³ Nous développerons plus en détail l'hypothèse de Porter dans la sous-partie 2.1 du chapitre 1.

combiner avec leurs savoirs existants pour innover (Grant, 1996; Kogut et Zander, 1992).

Sans nier le rôle de la réglementation, saisi à travers l'hypothèse de Porter, nous conceptualisons la capacité de l'entreprise à introduire des innovations environnementales à l'aide de ces deux perspectives complémentaires.

Enjeux empiriques

Avec cette thèse, nous avons pour objectif d'améliorer la compréhension des spécificités des innovations environnementales vis-à-vis du type d'innovation et du type d'entreprise considéré. En particulier, nous souhaitons contribuer à l'enrichissement des travaux actuels qui ne développent pas d'analyse comparative entre l'innovation environnementale et l'innovation technologique ou encore entre PME et grandes entreprises. Pour ce faire, nous mobilisons des techniques quantitatives adaptées de nature économétrique (*Multiple treatment effects*, logarithmes multinomiaux, analyse en composantes principales et *clustering*). Ces techniques quantitatives sont de nature à produire des analyses robustes pour rendre compte des spécificités associées à l'innovation environnementale.

En outre, notre analyse s'appuie pour partie sur des données originales issues d'une enquête *ad hoc* réalisée au niveau de la région Rhône Alpes. Ces données sont inédites car elles permettent de comparer les entreprises non innovantes, innovantes en matière technologique ou environnementale. Elles fournissent également des informations riches concernant les déterminants mais également des barrières à l'innovation, informations non disponibles dans les enquêtes officielles comme l'enquête *CIS*. Cette originalité nous permet d'adopter une approche subjective des barrières (*cf.* Chapitre 2, sous-partie 3.1 et chapitre 3, article 1) susceptible de garantir une évaluation plus fine de celles-ci.

Enjeux managériaux

Les éclairages apportés dans cette thèse, tant au niveau des déterminants, des sources de connaissances et des barrières à l'innovation environnementale des PME sont sources de recommandations à la fois pour les décideurs publics et pour les dirigeants de PME.

Au niveau des décideurs publics et des organismes qui soutiennent l'innovation, comme les pôles de compétitivité et les clusters, cette thèse peut permettre de mettre en évidence de nouveaux critères pour élaborer des politiques publiques en matière environnementale, adaptées aux PME. Les résultats peuvent permettre également de contribuer à la révision de certains critères pour sélectionner les entreprises candidates, notamment les PME, aux programmes publics de soutien à l'innovation environnementale.

Pour les dirigeants de PME, notre thèse a pour objectif d'apporter une meilleure compréhension des déterminants, des sources de connaissances et des barrières auxquels ce type d'entreprise doit faire face dans la mise en œuvre d'innovations environnementales. La mise en évidence de ces différents facteurs permet d'une part, de combler leur manque d'information et d'autre part, de fournir de nouveaux critères d'aide à la décision.

2. Architecture de la recherche

Un traitement rigoureux de notre problématique a exigé de s'interroger sur notre posture épistémologique et d'opérer des choix méthodologiques. Nous présentons nos choix dans ces domaines puis nous détaillons la démarche générale que nous avons suivie ainsi que notre plan de thèse.

2.1 Positionnement épistémologique

Avoir un questionnement sur le positionnement épistémologique est une étape préalable à toute recherche. Elle permet d'inscrire un projet de recherche dans un positionnement épistémologique particulier et réfléchi (Gavard-Perret, Gotteland, Haon et Jolibert, 2008). Dans cette perspective, nous nous sommes penchés sur les différents paradigmes épistémologiques mobilisés en sciences de gestion, *i.e.* positivisme, interprétativisme, constructivisme et réalisme. Notre réflexion a plus particulièrement

porté sur les paradigmes positivistes logiques, réalistes scientifiques et réalistes critiques¹⁴.

A la suite de l'étude de ces trois paradigmes, nous avons choisi d'adopter un positionnement épistémologique réaliste critique (Bhaskar, 1979). Il convient de noter que le réalisme critique est fréquemment adopté en management stratégique (Fleetwood et Ackroyd, 2004; Miller et Tsang, 2011) dans lequel nous inscrivons notre thèse. Afin d'apporter une première justification¹⁵, nous résumons nos critères de choix principaux comme suit :

- Au niveau de l'hypothèse ontologique, le réalisme critique perçoit un réel stratifié en trois sous-domaines : le réel profond, le réel actualisé et le réel empirique (Bhaskar, 1979). Notre conception de la réalité s'inscrit dans ce paradigme épistémologique dans la mesure où les innovations environnementales sont influencées à plusieurs niveaux, au niveau de l'entreprise (facteurs internes à l'entreprise), du marché, de l'Etat, au niveau des politiques publiques (facteurs externes à l'entreprise). Les innovations environnementales ne sont pas des réponses systématiques à la réglementation mais elles résultent d'un *processus* complexe et interactif (Del Río González, 2005).
- L'hypothèse épistémique du réalisme critique mentionne que seul le réel empirique peut être connu et qu'il n'est pas possible de saisir la réalité de manière parfaite (Gavard-Perret, Gotteland, Haon et Jolibert, 2012). En nous inscrivant dans ce paradigme, nous souhaitons rendre compte du réel, tout en sachant que l'étude que nous menons peut avoir des failles (Archer, Bhaskar, Collier, Lawson et Norrie, 2013).
- En ce qui concerne le but de la connaissance, nous souhaitons mettre à jour, expliquer les mécanismes générateurs. Ces mécanismes générateurs sont assimilables aux déterminants mais aussi aux barrières à l'innovation environnementale, dont l'étude est au cœur de cette thèse. Les entreprises innovantes en matière environnementale font appel à différents déterminants

¹⁴ Une synthèse de ces réflexions est proposée au chapitre 2.

¹⁵ La justification développée de notre positionnement est également disponible au chapitre 2.

pour innover, qui incluent notamment la réglementation (Porter, 1991; Porter et van der Linde, 1995) ainsi que des facteurs internes et externes à la PME, dans des perspectives *RBV* et *KBV* (Barney, 1991; Grant, 1996; Wernerfelt, 1984).

2.2 Choix méthodologiques

Conformément au paradigme réaliste critique, nous avons pour objectif d'expliquer le phénomène qu'est l'innovation environnementale des PME à travers l'analyse de ses causes. Dans cette perspective, nous avons adopté une approche hypothético-déductive qui s'appuie sur des méthodologies quantitatives pour identifier les mécanismes générateurs *via* des mises à l'épreuve successives (Gavard-Perret *et al.*, 2012).

Nous avons donc formulé des hypothèses à partir des connaissances existantes, que nous avons mises ensuite à l'épreuve des faits (Bhaskar, 1979; Charreire Petit et Durieux, 2007). Dans le cadre de cette approche hypothético-déductive, des tests empiriques, en particulier économétriques, sont mobilisés où nous testons et quantifions l'effet de différents déterminants, sources de connaissances et barrières.

Pour effectuer ces tests empiriques, nous avons adopté différents outils quantitatifs de façon à mieux saisir la réalité et à réduire les erreurs. Cette méthodologie est de nature à garantir plus d'objectivité dans les résultats, à l'aide notamment de plusieurs techniques statistiques (Baumard et Ibert, 2007). A la différence d'une méthodologie qualitative, la méthodologie quantitative nous permet de saisir et étudier la force des liens existants entre les différentes variables (Baumard et Ibert, 2007). Elle nous permet également de mieux comparer les variations entre différents groupes et d'identifier des groupes homogènes (Martin, 2012).

2.3 Démarche générale et plan de la thèse

Notre thèse est composée de six chapitres, dont trois sont constitués par des articles empiriques. Nous défendons la thèse que les innovations environnementales mises en œuvre par les PME présentent des spécificités au regard de leurs déterminants, des barrières et des caractéristiques propres à cette catégorie d'entreprise.

Introduction générale

Le format de cette thèse est dit « sur travaux » par opposition à la thèse dite « monographique ». Nous avons adopté ce format de thèse pour plusieurs raisons. Premièrement, ce format de thèse, utilisé de plus en plus en sciences de gestion, permet d'acquérir des compétences essentielles pour le métier d'enseignant-chercheur, qui sont notamment constituées par l'écriture d'articles, leur présentation en conférence puis leur publication. Deuxièmement, il est cohérent avec notre problématique de recherche, permettant d'étudier les spécificités des innovations environnementales suivant différents axes. Bien qu'il soit généralement reproché à ce format de manquer de cohérence interne, nous avons construit notre thèse en considérant chaque article comme étant une partie de la réponse apportée à notre problématique. En effet, le premier article s'intéresse majoritairement aux barrières mais aussi aux déterminants, le deuxième examine des déterminants particuliers, les sources de connaissances, et le troisième article analyse les comportements des entreprises innovantes environnementalement. Ces trois articles, qui permettent de répondre à notre problématique, se basent sur un cadre théorique commun qui s'inscrit dans une tradition *RBV* et *KBV*.

Notre thèse est composée de deux parties :

- La **première partie** se compose du chapitre 1 et du chapitre 2. Elle présente les fondements théoriques et méthodologiques de cette thèse.

Le **chapitre 1** permet d'abord de situer le concept d'innovation environnementale. Il propose ensuite d'étudier les spécificités des innovations environnementales au regard des déterminants et des barrières rencontrées par les PME. Le cadre d'analyse théorique développé cherche à dépasser l'hypothèse de Porter (Porter, 1991; Porter et van der Linde, 1995) qui considère que la réglementation est un déterminant important pour l'innovation environnementale. Ce cadre d'analyse fait appel aux approches *RBV* et *KBV* (Barney, 1991; Grant, 1996; Wernerfelt, 1984) qui considèrent les ressources et connaissances des entreprises comme des facteurs clés pour innover en matière environnementale. Ces deux approches contribuent à apporter une vision unifiée et cohérente de l'entreprise à travers sa capacité à mettre en œuvre les ressources et connaissances qu'elle détient.

Les ressources sont constituées de tous les actifs et capacités de l'entreprise qui leur permettent de mettre en œuvre des stratégies (Barney, 1991). Les connaissances, en tant que ressources particulières, sont les « *ressources stratégiques les plus importantes pour la firme* », elles peuvent être de nature tacites ou explicites (Grant, 1996, p. 110). Elles peuvent dès lors être considérées comme des ressources spécifiques qui ont des caractéristiques distinctes. Il convient donc de faire appel à ces deux approches pour enrichir l'étude des facteurs à l'origine de l'introduction des innovations environnementales réduits jusqu'ici largement aux facteurs réglementaires et aux facteurs propres aux structures industrielles. Ce chapitre se conclut par le modèle d'analyse conceptuel dans lequel se positionnent les trois articles.

Le **chapitre 2** fournit le positionnement épistémologique et la méthodologie de la recherche. Il débute en précisant le positionnement épistémologique que nous avons adopté. Nous développons ensuite notre choix de démarche hypothético-déductive qui s'inscrit dans une méthodologie de recherche quantitative que nous justifions. Les choix de méthodes économétriques puis les mesures employées en innovation environnementale et les différentes enquêtes et base des données utilisées sont ensuite présentées. Nous concluons ce chapitre en apportant des éléments liés à la validité, interne et externe, à la fiabilité de la méthodologie que nous employons et à la cohérence de notre démarche.

- La **deuxième partie** regroupe les trois articles empiriques, chacun composant un chapitre.

Le premier article (**Chapitre 3**) s'intéresse aux déterminants propres aux PME innovantes en matière environnementale ainsi qu'aux différentes perceptions des barrières à l'innovation de cette catégorie d'entreprises. Nous effectuons une comparaison entre les PME innovantes environnementalement, technologiquement et non-innovantes afin de dégager des spécificités liées à l'innovation environnementale. Le cadre théorique mobilisé pour cette analyse dépasse celui de l'hypothèse de Porter (Porter, 1991; Porter et van der Linde, 1995) en mobilisant les approches *RBV* et *KBV* (Barney, 1991; Grant, 1996; Wernerfelt, 1984) au niveau des déterminants et la littérature sur les barrières à l'innovation, du fait du manque de littérature sur les barrières à l'innovation environnementale. La méthodologie quantitative adoptée est

composée d'un logit multinomial puis d'un modèle de traitement multiple pour étudier les barrières. Les résultats montrent que la réglementation, même si elle s'avère être un levier important pour l'innovation environnementale des PME, est insuffisante pour rendre compte de ses spécificités. D'autres facteurs conformes à une lecture *RBV* s'avèrent tout aussi essentiels. Quant aux barrières, celles perçues par les PME innovantes environnementalement sont plus importantes en nombre et en intensité que pour les autres catégories de PME étudiées (innovantes technologiquement et non innovantes).

Le deuxième article (**Chapitre 4**) approfondit l'analyse des déterminants aux innovations environnementales des PME sous l'angle des sources de connaissances internes et externes. Le cadre théorique de cet article est largement basé sur les théories *RBV* et *KBV* (Barney, 1991; Grant, 1996; Wernerfelt, 1984) où les ressources et les sources de connaissances des PME pour innover environnementalement sont au centre de l'analyse. Nous considérons également l'hypothèse de Porter (Porter, 1991; Porter et van der Linde, 1995) pour contrôler l'effet de la réglementation. A l'aide de modèles de type logit multinomiaux, les résultats confirment l'importance des sources de connaissances pour l'innovation environnementale par rapport à l'innovation technologique. Les PME innovantes environnementalement utilisent plus de sources externes qu'internes pour innover, avec une complémentarité plus forte de la R&D interne et externe.

Le troisième article (**Chapitre 5**) étudie plus spécifiquement le profil stratégique des entreprises innovantes environnementalement, PME et grandes firmes. Dans une perspective *RBV* et *KBV* (Barney, 1991; Grant, 1996; Wernerfelt, 1984), les déterminants que les entreprises mobilisent pour innover environnementalement sont examinés *via* le 'modèle du triangle de l'innovation' (*Innovation triangle model* de van Dijken *et al.* (1999)). Afin de mettre en évidence les différents profils stratégiques, nous avons adopté une méthodologie quantitative basée sur une analyse en composantes principales (ACP) et sur une classification non-hiérarchique. Les résultats montrent qu'il existe trois profils stratégiques distincts d'entreprises innovantes environnementalement, 'Proactif', 'Réactif' et 'Opportuniste'. Chacun d'entre eux est composé d'une proportion différente de PME et de grandes entreprises. Les PME sont moins nombreuses à appartenir au profil 'Proactif' que les grandes

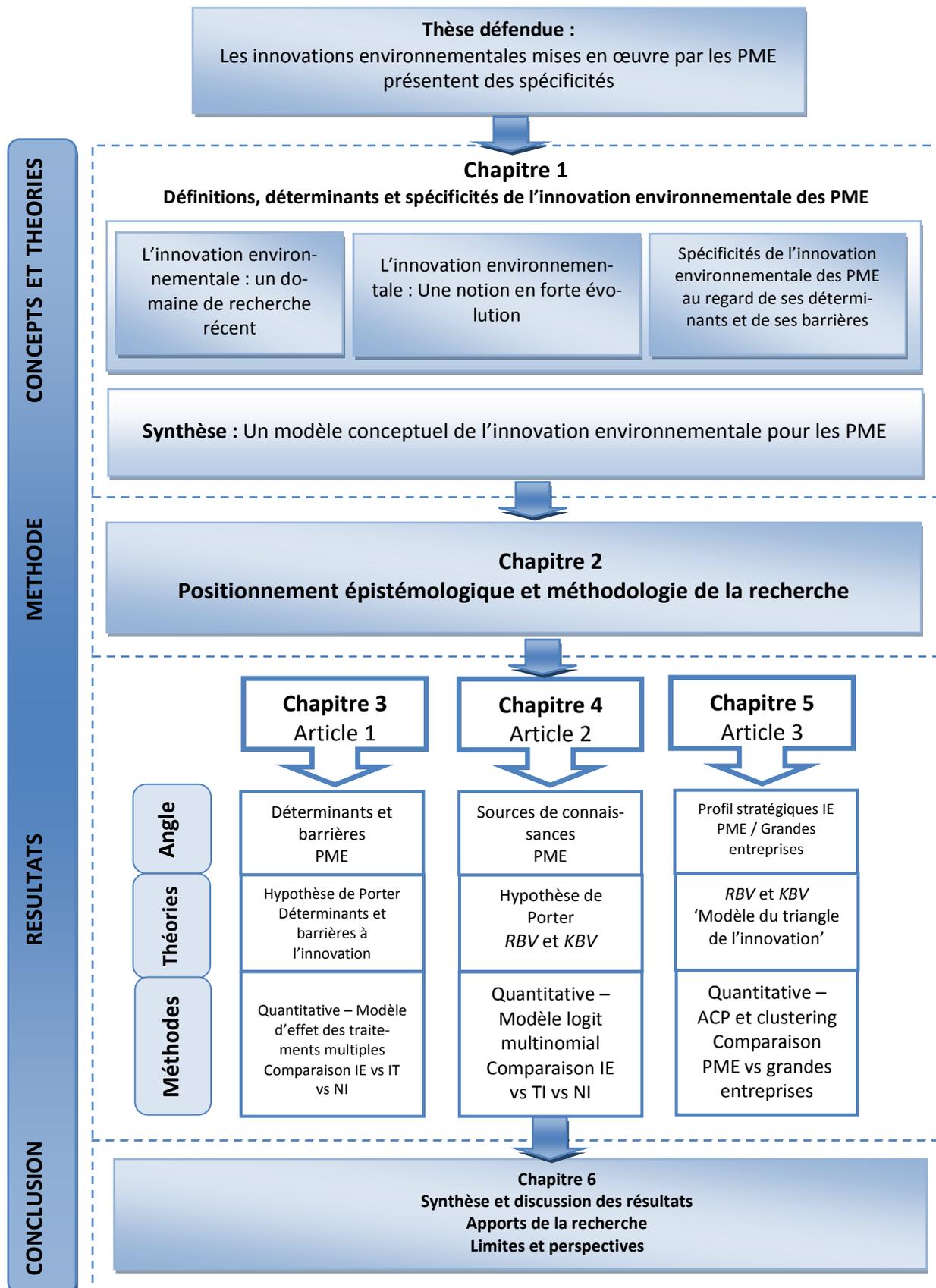
Introduction générale

entreprises mais ces résultats suggèrent qu'elles sont capables d'avoir des comportements proactifs en innovation environnementale, en mobilisant les ressources et capacités qui leur sont propres.

- La discussion et conclusion générale (**Chapitre 6**), permettent d'effectuer une synthèse puis une discussion des résultats obtenus. Nous discutons des résultats suivant deux axes, *i.e.* les spécificités des déterminants de l'innovation environnementale suivant le type d'innovation et suivant le type d'entreprise. Nous contribuons à la fois à la littérature sur l'innovation environnementale et à celle sur les PME. Finalement, les apports de la recherche puis ses limites ainsi que ses perspectives sont abordés.

La démarche générale que nous avons retenue pour cette recherche est synthétisée dans la Figure 4 ci-après.

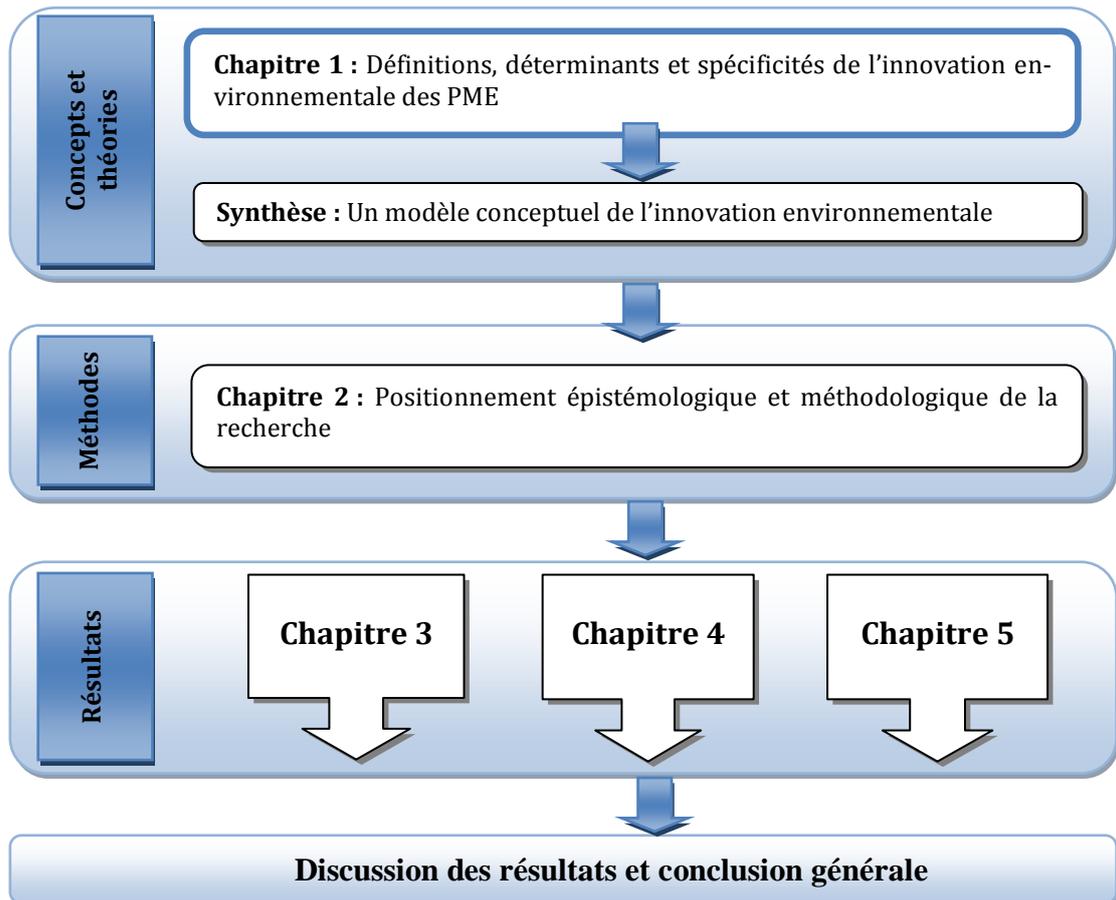
Figure 4. Thèse défendue et démarche générale de la thèse



Notes : IE : Innovation Environnementale ; IT : Innovation Technologique ; NI : Non Innovante

Chapitre 1

Définitions, déterminants et spécificités de l'innovation environnementale des PME



Plan du chapitre 1

Introduction	39
1. L'innovation environnementale : un domaine de recherche récent	40
1.1 <i>Du développement durable aux innovations environnementales</i>	40
1.2 <i>Un type d'innovation avec des enjeux forts</i>	43
1.3 <i>Une terminologie non unifiée</i>	45
1.4 <i>Définitions.....</i>	49
2. L'innovation environnementale : une notion en forte évolution	53
2.1 <i>L'innovation environnementale conduite par la réglementation</i>	53
2.2 <i>L'innovation environnementale dans une approche stratégique.....</i>	59
2.3 <i>Positionnement théorique</i>	62
3. Spécificités de l'innovation environnementale des PME au regard de ses déterminants et de ses barrières.....	65
3.1 <i>Spécificités de l'innovation environnementale par rapport aux autres types d'innovations</i>	65
3.2 <i>Déterminants à l'innovation environnementale</i>	68
3.3 <i>Barrières à l'innovation environnementale.....</i>	74
3.4 <i>Caractéristiques des PME pour innover en matière environnementale.....</i>	76
Synthèse du chapitre	86
Modèle conceptuel	90

Introduction

Les innovations environnementales apparaissent comme une réponse des entreprises aux forts enjeux environnementaux actuels. Même si elles sont de plus en plus étudiées, notamment au niveau de leurs déterminants (Cleff et Rennings, 1999; Horbach, 2008, 2014; Horbach, Rammer et Rennings, 2012), les innovations environnementales restent insuffisamment connues par rapport à d'autres types d'innovation comme les innovations technologiques (Del Río González, 2009). Cela est notamment lié à l'engagement relativement tardif des entreprises en faveur du développement durable et de la protection de l'environnement. En dépit des enjeux associés, la recherche sur les innovations environnementales est émergente et mobilise encore peu de chercheurs (Andersen, 2008).

Du fait du stade pré-paradigmatique de ce phénomène, différents termes sont associés à l'innovation environnementale, tels que « innovation verte », « innovation soutenable », « innovation durable », *etc.* Ces différents termes peuvent contribuer à certaines confusions (Schiederig *et al.*, 2012). C'est pourquoi, nous nous efforcerons dans ce premier chapitre de lever les ambiguïtés qui peuvent exister de façon à proposer une définition de l'innovation environnementale. Les deux perspectives adoptées relatives à l'innovation environnementale, c'est-à-dire celle induite par la réglementation d'une part et l'approche stratégique d'autre part, seront ensuite présentées afin de préciser notre positionnement théorique. Nous avons fait le choix d'inscrire ce travail dans une tradition *RBV* et *KBV* (Barney, 1991; Grant, 1996; Wernerfelt, 1984) qui permet de considérer que la décision des entreprises d'introduire des innovations environnementales n'est pas seulement une réponse à des exigences réglementaires, dans l'optique de l'hypothèse de Porter (Porter, 1991; Porter et van der Linde, 1995) mais repose aussi sur l'existence de ressources et compétences spécifiques qui sont mobilisées par les PME. Enfin, la connaissance imparfaite de l'innovation environnementale entraîne également une méconnaissance de ses spécificités. L'étude des spécificités associées à ce type d'innovation se situe au cœur de notre questionnement. Nous les examinerons au regard de ses déterminants, de ses barrières et des caractéristiques des PME adoptantes.

1. L'innovation environnementale : un domaine de recherche récent

Avant d'étudier les spécificités propres aux innovations environnementales, il convient de se pencher sur leur émergence, sur les enjeux associés puis sur les terminologies employées pour finalement s'intéresser aux différentes définitions de manière à stabiliser le concept étudié.

1.1 Du développement durable aux innovations environnementales

Pour situer l'émergence des innovations environnementales, il convient d'aborder les notions associées de développement durable, de responsabilité sociale de l'entreprise (RSE) et leurs interrelations à travers des événements clés.

Dans les années 1970, suite à l'ouvrage *Halte à la Croissance* du Club de Rome (Meadows, Meadows, Randers et Behrens, 1972) puis à la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement à Stockholm (1972), les préoccupations environnementales sont de plus en plus prégnantes, avec notamment les problématiques d'épuisement des ressources et de changements climatiques (Aggeri et Godard, 2006). En outre, parallèlement aux préoccupations environnementales, la société moderne devient une « société du risque » et de l'incertitude (Beck, 1992). Ces risques peuvent être d'origine naturelle, liés à la problématique du changement climatique, mais également générés par la société, comme les risques technologiques notamment (Ekberg, 2007). Ceci conduit à renforcer le besoin pour un développement plus durable capable de mieux prendre en compte ces risques de différentes natures. Au-delà, les problématiques environnementales représentent un challenge managérial complexe pour le XXI^{ème} siècle (Rugman et Verbeke, 1998). Ces quelques éléments sont en faveur de l'émergence d'une prise de conscience collective liée à l'environnement.

C'est dans ce contexte que la notion de développement durable est proposée par les Nations Unies au début des années 1980. Cette notion n'est pas connue immédiatement mais le rapport de Brundtland en 1987 contribue fortement à sa diffusion en le définissant comme « *un développement qui cherche à répondre aux besoins et aspirations du présent sans compromettre la capacité des générations futures* ».

à répondre aux leurs » (Brundtland, 1987, p. 39). Ce rapport est le premier à concilier les aspects économiques, sociaux et politiques liés au développement (Redclift, 2005). Il pourrait être considéré comme apportant les prémices des innovations environnementales, le volet économique étant abordé en lien avec l'environnement.

A la suite du rapport Brundtland, le développement durable est reconnu et se diffuse peu à peu au niveau mondial. Au niveau des gouvernements, cette prise de conscience s'est notamment manifestée par l'organisation de sommets liés au développement durable (Ambec et Lanoie, 2008), de Stockholm en 1972 à Paris fin 2015, et par des engagements pris en faveur de ce développement. Le développement durable est ainsi intégré progressivement aux textes réglementaires comme l'article L110-1 du Code de l'environnement et la Charte de l'environnement (Aggeri et Godard, 2006) afin d'impliquer les différents acteurs économiques dans une démarche plus responsable. Cette intégration du développement durable dans la réglementation permet de sensibiliser les entreprises aux enjeux associés en apportant une prise de conscience liée, notamment, aux innovations environnementales. Parmi les acteurs, les entreprises peuvent contribuer à jouer un rôle non neutre pour le développement durable (Aggeri et Godard, 2006). D'une part, elles ont un impact négatif sur l'environnement quand elles sont émettrices de pollution. Adopter des mesures de réduction de leur pollution réduirait cet impact négatif. D'autre part, la prise en compte du développement durable dans leur stratégie d'entreprise peut leur permettre d'acquérir un avantage concurrentiel basé sur une différenciation par rapport aux concurrents avec des produits ou des procédés nouveaux conçus pour minimiser leur impact environnemental (Reynaud, Depoers, Gauthier, Gond et Schneider-Maunoury, 2011). Dans cette perspective, la prise en compte du développement durable peut être le premier pas vers l'introduction d'innovations environnementales. Les entreprises, notamment les PME, qui s'engagent ou sont sensibilisées au développement durable, peuvent être incitées plus fortement à agir en conséquence, c'est-à-dire en réduisant la consommation de matières premières, d'énergie, d'émissions de gaz à effet de serre et polluants. Elles peuvent aussi être plus actives au niveau du recyclage des déchets et eaux usées. De tels bénéfices peuvent être pour l'entreprise, mais également pour le consommateur final avec la réduction de la consommation d'énergie du produit, de la pollution et un meilleur recyclage. Toutes ces différentes actions, précédemment mentionnées, s'inscrivent dans les stratégies d'innovations environnementales menées par les entreprises.

Un autre concept lié à l'innovation environnementale est celui de la responsabilité sociétale de l'entreprise (RSE). Alors que le développement durable a été créé au niveau mondial à la fin du XX^{ème}, la RSE est originaire des Etats-Unis au début du XX^{ème} siècle (Aggeri et Godard, 2006). L'ouvrage théorique fondateur, *Social Responsibility of the Businessman* (Bowen et Johnson, 1953), pose les bases et appelle à développer de nouveaux outils pour la RSE. Le concept de RSE voit ainsi son essor démarrer dans les années 1960 aux Etats-Unis pour se diffuser dans les entreprises peu à peu (Carroll et Shabana, 2010).

En Europe, la RSE est définie depuis la fin des années 1990 comme « *l'intégration volontaire des préoccupations sociales et écologiques des entreprises à leurs activités commerciales et leurs relations avec leurs parties prenantes* » (Commission des Communautés Européennes, 2001). Avec la RSE, les entreprises sont incitées à intégrer dans leur stratégie des objectifs environnementaux et sociaux en adéquation avec leurs objectifs économiques (Capron et Quairel-Lanoizelée, 2010).

En France, la RSE apparaît au début des années 2000 comme un ensemble de démarches volontaires d'entreprise mais sans caractère obligatoire (Capron et Quairel-Lanoizelée, 2010). Le contexte économique troublé (pressions, restructurations, scandales financiers et crises) va entraîner une prise de conscience en faveur d'un développement plus durable, qui conduit notamment les entreprises vers des démarches RSE, favorisées par les pouvoirs publics (Capron et Quairel-Lanoizelée, 2010).

Le développement durable et la RSE, bien que se situant à des niveaux d'analyse distincts, ont connu leur essor aux mêmes périodes pour ensuite converger. Il est fréquemment considéré que la RSE est la participation des entreprises au développement durable (Capron et Quairel-Lanoizelée, 2010), ce dernier étant plus « large » que la RSE, comme des institutions et des pouvoirs publics sont impliqués en plus des entreprises (Le Bas et Poussing, 2010). Dans cette perspective, le développement durable, et plus spécifiquement un engagement dans les démarches RSE, peut conduire l'entreprise à innover de manière plus respectueuse de l'environnement, *i.e.* en introduisant des innovations environnementales (Bansal et Roth, 2000; Cuerva, Triguero-Cano, et Córcoles, 2014; Wagner, 2010).

Toutefois, ce lien entre RSE et innovation environnementale, bien que restant relativement inexploré (Le Bas, Poussing et Haned, 2010; Le Bas et Poussing, 2010), n'est pas toujours tranché. En effet, si une mise en œuvre stratégique de la RSE favorise l'innovation de produits et de procédés, ce qui n'est pas forcément le cas

lorsque la stratégie RSE est mise en œuvre en réponse à des incitations (Bocquet, Le Bas, Mothe et Poussing, 2013). En outre, ce lien n'est pas systématique. L'adoption de démarches RSE n'induit pas automatiquement une augmentation de l'investissement pour des innovations environnementales comme l'ont montré Kesidou et Demirel (2012) dans une étude sur des entreprises innovantes en matière environnementale en Grande Bretagne.

Par conséquent, étant donné l'absence de consensus, nous concevons le développement durable et la RSE comme des cadres plus larges dans lesquels l'innovation environnementale peut soit s'insérer, soit être mise en œuvre de manière indépendante.

1.2 Un type d'innovation avec des enjeux forts

Puisant leurs origines dans le développement durable, les innovations environnementales peuvent être considérées comme apportant des éléments de réponse aux enjeux environnementaux actuels. Ces enjeux sont forts. Ils sont à la fois économiques et environnementaux, pour l'entreprise, pour les consommateurs et la société dans un sens plus large (Horbach *et al.*, 2013).

Pour les entreprises, des modes de production plus durables et responsables sont développés *via* les innovations environnementales. Ces modes de production sont plus propres, plus respectueux de l'environnement. L'introduction d'innovations environnementales telles que de nouveaux modes de production peut s'accompagner de la réduction de différents impacts en relation avec la nature de l'innovation mise en œuvre (Hemmelskamp, 1999). Les innovations environnementales peuvent donc se traduire par des réductions de matières premières, de consommation d'énergie, d'émission de CO₂, de pollution (émissions de composés polluants), du remplacement des matériaux dangereux, du recyclage des déchets, des eaux usées et des matières premières réalisés par l'entreprise. Les bénéfices sont aussi pour l'utilisateur final, avec les réductions de consommation d'énergie, de pollution ou encore l'amélioration du recyclage.

En plus des enjeux environnementaux, il existe des enjeux économiques associés aux innovations environnementales qui sont liés au marché et aux consommateurs.

Introduire des innovations environnementales permet à l'entreprise d'acquérir des avantages comparatifs en différenciant ses produits par rapport à ses concurrents mais aussi en diminuant ses coûts grâce à de nouveaux processus (Porter, 1981; Porter et van der Linde, 1995). La différenciation peut s'effectuer également *via* le design et l'emballage du produit plus responsable environnementalement (Chang, 2011; Chen, Lai et Wen, 2006; Hart, 1995; Shrivastava, 1995). L'entreprise acquiert une image plus « verte » et respectueuse de l'environnement, qui lui procure un avantage compétitif vis-à-vis de ses concurrents (Eiadat, Kelly, Roche et Eyadat, 2008; Shrivastava, 1995).

Par ailleurs, les parties prenantes aux innovations environnementales peuvent avoir un impact sur l'entreprise. En effet, les différentes parties prenantes, relativement nombreuses (Xu, Walker, Nairn et Johnsen, 2007), parmi lesquelles il convient de citer notamment les consommateurs, les employés, les fournisseurs, les gouvernements, exercent une pression forte pour qu'il y ait une action en faveur d'un développement plus durable et responsable en matière environnementale (Hopkins *et al.*, 2009).

En particulier, les consommateurs peuvent exercer une influence sur les entreprises pour qu'elles intègrent leurs préoccupations environnementales dans leur stratégie (Hopkins *et al.*, 2009). Depuis les années 1990, les consommateurs¹⁶ estiment qu'ils peuvent aider à résoudre les problèmes environnementaux (Giunipero, Hooker et Denslow, 2012). Ils sont de plus en plus conscients des enjeux environnementaux et sont, de ce fait, de plus en plus sensibles à cette problématique environnementale, à la recherche d'une consommation plus respectueuse de l'environnement (Xu *et al.*, 2007) et de plus en plus éco-responsable¹⁷. Cette éco-responsabilité peut se manifester par une préférence des consommateurs pour des entreprises développant une démarche environnementale plus responsable (Xu *et al.*, 2007) voire celles ayant adopté une stratégie RSE. Aussi, les consommateurs auraient tendance à sélectionner des produits et des services qu'ils perçoivent comme étant plus respectueux de l'environnement (Xu *et al.*, 2007).

¹⁶ Les recherches sur les démarches environnementales sont plus focalisées sur les entreprises que sur les consommateurs (Xu *et al.*, 2007).

¹⁷ Le concept d'éco-responsabilité reste relativement flou au niveau de sa définition.

1.3 Une terminologie non unifiée

Les innovations environnementales sont apparues dans un contexte général favorable, le développement durable ayant initié une prise de conscience environnementale au niveau mondial (Hopwood, Mellor et O'Brien, 2005). Le premier rapport mentionnant le terme d'« *environmental innovation* » aux Etats-Unis date de 1967, le terme étant employé à la fois pour les entreprises et pour l'urbanisme local (Burby, 1967). Plus tard, dans les années 1970, ce terme est mentionné dans un tout petit nombre de publications. C'est dans les années 1980 que les travaux sur les innovations environnementales commencent à se diffuser, s'accroissant dans les années 1990, pour être grandissants et en plein essor à partir des années 2000. Parallèlement, d'autres termes sont employés comme « *green innovation* » ou « innovation verte ». Ces termes sont employés à partir des années 2000, notamment par Noci et Verganti (1999), Jaffe et Palmer (1997) et Rennings (2000), avec une augmentation de leur usage depuis cette date. Le terme « éco-innovation » suit de manière relativement similaire la même progression au niveau de son utilisation. L'« éco-conception » apparaît finalement dans les années 2000.

Les innovations ayant un impact environnemental recouvrent diverses réalités et restent une notion ambiguë (Oltra, 2008). Ceci peut être expliqué par leur récente émergence mais pas uniquement. Il existe différents termes employés pour les désigner sans qu'ils ne fassent l'objet d'une unicité de termes (Reid et Miedzinski, 2008). D'où une confusion de la terminologie, des notions et concepts (Schiederig *et al.*, 2012). Selon Schiederig *et al.* (2012), les termes les plus employés pour évoquer les innovations avec des bénéfices environnementaux sont respectivement « innovation environnementale », « éco-innovation », « innovation verte », et « innovation soutenable ». Le Tableau 3 ci-après propose une synthèse des termes employés et les principales définitions associées.

Tableau 3. Termes et définitions de l'innovation environnementale et des notions associées

Termes	Auteurs	Définitions et précisions complémentaires
<p align="center">Innovation environnementale</p>	<p>Klemmer, Lehr, et Lobbe, (1999), Rennings (2000)</p>	<p>Les « innovations environnementales (en abrégé : éco-innovations) [...] sont toutes les mesures des acteurs pertinents (entreprises, réglementateurs, syndicats, associations [...] qui développent de nouvelles idées, comportements, produits et procédés, les appliquent ou les introduisent et qui contribuent à la réduction de l'impact environnemental négatif ou à des buts spécifiques de soutenabilité écologique ». (Klemmer <i>et al.</i>, 1999; Rennings, 2000, p. 322)</p>
	<p>Horbach (2008), Kemp, Arundel et Smith (2001)</p>	<p>« L'innovation environnementale correspond à la création de procédés, techniques, systèmes et produits, nouveaux ou modifiés, pour éviter ou réduire les dommages pour l'environnement. » (Kemp <i>et al.</i> (2001) cité par Horbach, 2008, p. 163)</p>
	<p>Kammerer (2009)</p>	<p>« Les innovations environnementales sont définies comme étant toutes les innovations qui ont un effet bénéfique sur l'environnement naturel, sans prendre en compte si c'était l'objectif principal de cette innovation. » (Kammerer, 2009, p. 2286)</p>
<p align="center">Eco-innovation</p>	<p>Reid et Miedzinski (2008)</p>	<p>L'éco-innovation est « la création de biens, procédés, systèmes, services et procédures nouveaux et à des prix compétitifs conçus pour satisfaire les besoins humains et pour apporter une meilleure qualité de vie à chacun avec un cycle de vie comprenant une utilisation minimale des ressources naturelles (matières premières qui incluent l'énergie et l'utilisation de surface par unité produite), et qui minimise les rejets de substances toxiques. » (Reid et Miedzinski, 2008, p. 2)</p>
	<p>Ekins (2010), Huppés <i>et al.</i> (2008)</p>	<p>L'éco-innovation se situe à l'intersection entre économie et innovation environnementale, en « améliorant à la fois la performance économique et la performance environnementale de la société » (Huppés <i>et al.</i>, 2008, p. 29)</p>
	<p>Schiederig <i>et al.</i> (2012)</p>	<p>« Le terme éco-innovation permet une analyse d'impact précise » (Schiederig <i>et al.</i>, 2012, p. 183)</p>

Tableau 3 : Termes et définitions de l'innovation environnementale et des notions associées (suite)

Termes	Auteurs	Définitions et précisions complémentaires
Innovation soutenable	Schiederig <i>et al.</i> (2012)	L'innovation soutenable inclut des composantes « économiques, écologiques et sociales » (Schiederig <i>et al.</i> , 2012, p. 182).
Innovation verte	Driessen et Hillebrand (2002)	« Une innovation verte n'a pas à être développée dans le but de réduire l'impact environnemental. [...] Elle doit cependant apporter des bénéfices environnementaux significatifs. » (Driessen et Hillebrand, 2002, p. 344)
	Chen, Lai et Wen (2006)	L'innovation verte regroupe « l'innovation en équipement ou logiciel en relation avec les produits ou procédés verts, qui incluent l'innovation en technologies, en particulier pour économiser de l'énergie, empêcher la pollution, recycler les déchets, concevoir des produits verts, ou un management environnemental au niveau du groupe. » (Chen <i>et al.</i> , 2006, p. 332)

Parmi les termes employés, celui d'« innovation soutenable » est le plus large car il englobe également des volets liés au développement durable et social (Andersen, 2008; Schiederig *et al.*, 2012). Dans la littérature, les termes « éco-innovation », « innovation verte » et « innovation environnementale » sont généralement utilisées de manière « interchangeable » (Díaz-García *et al.*, 2015, p. 8). Toutefois, celui d'« innovation environnementale » est le plus fréquemment utilisé dans les articles. Le terme d'« éco-innovation » (Díaz-García *et al.*, 2015) peut être considéré comme son abréviation (Rennings, 2000). Quant au terme « innovation verte », bien qu'ayant un sens *a priori* proche d'« innovation environnementale » et « éco-innovation », il est en décalage avec eux dans les articles employant cette terminologie. L'analyse se positionne en effet à un niveau moins approfondi que certains auteurs qualifient de « superficiel » (Schiederig *et al.*, 2012, p. 182). La terminologie « innovation verte » est moins employée comparativement aux autres termes (9,8% des publications contre 40,7% pour l'innovation environnementale, 31,9% pour l'innovation soutenable et 17,6% pour l'éco-innovation (Schiederig *et al.*, 2012, p. 183)).

Face à ce manque d'unicité, nous privilégierons le terme d'« innovation environnementale » (IE) ou son expression anglo-saxonne « *environmental innovation* » (EI) qui est le plus employé dans 40,7% des publications (Schiederig *et al.*, 2012). Le périmètre et le niveau de précision de ce terme, comparé à ceux d'« innovation soutenable/durable » et d'« innovation verte », nous paraît plus en adéquation avec notre recherche. L'« innovation environnementale » est plus restreinte que l'« innovation soutenable/durable » en n'incluant pas de volet social (Brundtland, 1987). A la différence de l'« innovation verte », l'innovation environnementale a un but clairement défini de réduction de l'impact environnemental (Klemmer *et al.*, 1999; Rennings, 2000, p. 322) et permet d'avoir une analyse plus approfondie (Schiederig *et al.*, 2012), le concept étant défini de manière plus précise.

En relation avec notre choix terminologique pour l'« innovation environnementale », nous allons maintenant préciser les définitions associées.

1.4 Définitions

Parmi les premiers chercheurs qui se sont intéressés à l'innovation environnementale, Hemmelskamp (1997, p. 2) s'appuie sur la définition de l'OCDE et du Manuel d'Oslo pour en donner la définition suivante:

« [...] Les innovations environnementales peuvent être définies comme des innovations qui ont pour but de réduire l'impact environnemental négatif causé par des méthodes de production (innovation de procédés) et de produit (innovation de produits). Les innovations environnementales servent à éviter ou réduire les émissions causées par la production, l'usage ou la consommation, ou l'élimination des biens, réduire les ressources utilisées pour produire, nettoyer les dommages environnementaux causés dans le passé, identifier et contrôler la pollution. »

Cette définition s'intéresse plus particulièrement aux innovations environnementales technologiques, de procédés et de produits, tout en apportant des précisions sur leurs impacts environnementaux. Bien qu'elle soit plus précise au niveau des impacts environnementaux, elle est restrictive concernant les innovations environnementales considérées.

Une autre définition, plus large et plus récente, considère que :

« [...] L'innovation environnementale consiste en des procédés, équipements, produits, techniques et systèmes de management, nouveaux ou modifiés, qui évitent ou réduisent les impacts nocifs pour l'environnement » (Arundel, Kemp et Parto, 2006, p. 325).

Allant dans le même sens que la définition précédente, cette définition étend le périmètre de l'innovation environnementale aux innovations non technologiques, en particulier aux systèmes de management qui la rend relativement large. De plus, il n'est pas mentionné les parties prenantes à la dite innovation environnementale.

Parmi les autres définitions existantes, Oltra et Saint Jean (2009, p. 567) apportent une définition proche des innovations environnementales qui sont :

« [...] Des innovations qui consistent en des procédés, pratiques, systèmes et produits nouveaux ou modifiés qui ont des bénéfices pour l'environnement et de ce fait contribuent à une soutenabilité environnementale ».

A la différence de la définition précédente d'Arundel *et al.* (2006), la définition d'Oltra et Saint Jean (2009) définit les impacts environnementaux en termes positifs pour l'environnement, mais là encore elle reste relativement vague.

Ces différentes définitions nous semblent incomplètes, c'est pourquoi il leur sera préféré la définition suivante des innovations environnementales, ou éco-innovations, abréviation des innovations environnementales (Rennings, 2000) qui a été originalement formulée par Klemmer *et al.* (1999)¹⁸ :

« Les éco-innovations sont toutes les mesures des acteurs appropriés (entreprises, politiciens, syndicats, associations, églises, ménages) qui (i) développent de nouvelles idées, comportements, produits et procédés, (ii) les appliquent ou les introduisent et (iii) qui contribuent à une réduction de l'impact environnemental ou à des buts spécifiques de développement environnemental durable » (Rennings, 2000, p. 322).

Cette définition a été adoptée par de nombreux auteurs (Carrillo-Hermosilla *et al.*, 2010; De Marchi, 2012; Frondel, Horbach, Rennings, et Requate, 2004; Horbach, *et al.*, 2012; Ketata *et al.*, 2015; Wagner, 2007, 2008) et mobilisée à de nombreuses reprises faisant l'objet d'un consensus relativement large. Elle a le mérite de prendre en compte les acteurs, parties prenantes des innovations environnementales, d'associer les innovations environnementales à une dimension technologique en insistant sur la nouveauté des produits et des procédés et de leurs impacts environnementaux bien définis. De ce fait, cette définition fait l'objet d'une vision commune à certains auteurs que nous partageons également.

En outre, il convient de noter que bien que récente, la recherche en innovation environnementale se développe, tant au niveau théorique qu'empirique (Rennings, 2000). L'innovation environnementale n'est pas unique mais multiple en ce qui concerne ses différents sous-types. Les innovations environnementales peuvent être développées par tout type d'organisation et avoir une nature technologique, marketing, organisationnelle, sociale ou institutionnelle¹⁹. Elles ont un impact sociétal qui dépasse

¹⁸ Il n'a pas été possible pour l'auteur de retrouver la publication originale de Klemmer *et al.* (1999), la définition est issue de l'article de Rennings (2000, p.322).

¹⁹ Les innovations environnementales sociales et institutionnelles étant moins développées, elles ne sont pas prises en compte dans les enquêtes CIS ni dans notre thèse.

les frontières de l'entreprise (OECD, 2010). Les bénéfices environnementaux pour la société et les différents acteurs (entreprises, institutions et consommateurs notamment) peuvent être relativement larges (OECD, 2010), ce sont des éléments essentiels différenciant les innovations environnementales des autres types d'innovation.

En ce qui concerne les innovations environnementales dites technologiques, la distinction usuelle entre innovations de produits (biens et services) et innovations de procédé s'applique. Les innovations technologiques environnementales de produits se focalisent sur la réduction de l'impact environnemental du produit durant son cycle de vie (Kammerer, 2009). Les innovations technologiques environnementales de procédé sont constituées par de nouvelles méthodes de production (à la fois pour des biens ou des services) qui utilisent moins de matières premières (OECD/Eurostat, 2005). Ce type d'innovation est subdivisé en technologies « *end-of-pipe* » ou de « fin de chaîne », et en technologies de production plus propres « *cleaner production technologies* » ou « technologies intégrées »²⁰ (Rennings, Ziegler, Ankele et Hoffmann, 2006). Les technologies *end-of-pipe* freinent les émissions polluantes par la mise en place de dispositifs de mesures (Frondel, Horbach et Rennings, 2004), et sont généralement plus coûteuses (Porter et van der Linde, 1995). Les *cleaner production technologies* sont des méthodes de production plus propres qui réduisent la consommation de matières premières et/ou la pollution à son origine, généralement moins coûteuses et meilleures pour l'environnement que les technologies *end-of-pipe* (Frondel *et al.*, 2004).

Dans cette thèse et conformément à la définition retenue, nous nous intéresserons essentiellement aux innovations technologiques environnementales dans les articles 1 et 2. Ce choix permet d'éviter un écueil important, celui de confondre au sein d'une même catégorie des innovations technologiques et non technologiques, comme les innovations organisationnelles et marketing. Toutefois, nous avons souhaité étendre le périmètre des innovations environnementales aux innovations organisationnelles²¹ et marketing²² dans le troisième article basé sur l'enquête CIS 2008

²⁰ Cette distinction est rarement effectuée en innovation environnementale technologique de procédé (Horbach *et al.*, 2012). Nous n'avons pas été en mesure de distinguer les technologies *end-of-pipe* et de *cleaner production* dans notre thèse du fait que nous avons considéré différents types d'innovation environnementale, pas seulement des innovations de procédé, et les bases de données utilisées ne permettaient pas d'effectuer cette distinction.

²¹ Définies comme de nouvelles méthodes d'organisation et de management des activités de l'entreprise, orientées vers la réduction de l'impact environnemental (Triguero, Moreno-Mondéjar et Davia, 2013).

dans la mesure où ces sous-types d'innovation environnementale sont considérés conjointement à l'innovation technologique dans cette enquête. En outre, comme l'innovation environnementale n'est pas uniquement de nature technologique mais peut avoir d'autres formes, nous souhaitons également les considérer afin d'avoir une vision plus large qui ne se limite pas à l'innovation technologique environnementale.

Après avoir examiné les différents termes et définitions liés aux innovations environnementales, nous avons mis en évidence les points suivants :

❖ Le terme « innovation environnementale » est le plus utilisé dans la littérature témoignant d'un fort consensus (Schiederig *et al.*, 2012, p. 183), comparativement aux innovations vertes, soutenables et aux éco-innovations. C'est ce terme que nous privilégierons.

❖ En accord avec cette terminologie, nous nous sommes intéressés aux différentes définitions relatives à l'innovation environnementale. Nous avons retenu celle de Rennings (2000) (originellement formulée par Klemmer *et al.*, 1999) qui permet de mieux prendre en compte les différents acteurs dans le processus d'innovation environnementale. Cette définition porte également l'accent sur la dimension technologique mais pas uniquement. Elle est en accord avec les sous-types d'innovations environnementales étudiées dans de ce travail doctoral, à savoir essentiellement des innovations environnementales technologiques, mais également des innovations environnementales organisationnelles et marketing qui peuvent être prises en compte dans cette définition.

²² Définies comme l'introduction de nouvelles méthodes liées au design du produit, à son emballage, sa publicité et son prix qui sont associées à une réduction de l'impact environnemental (OECD/Eurostat, 2005).

2. L'innovation environnementale : une notion en forte évolution

Du fait de sa nouveauté, le concept d'innovation environnementale a évolué et s'est enrichi dans le cadre de différentes approches. Deux perspectives distinctes se dégagent en innovation environnementale. La première regroupe des approches qui ont pour point commun de conceptualiser l'innovation environnementale comme une réponse des entreprises à des incitations ou des pressions réglementaires. La seconde est formée par des approches qui conçoivent l'innovation environnementale comme étant un résultat ou un processus issu de comportements stratégiques des entreprises. L'examen de ces perspectives et de leurs apports respectifs nous permettra de mieux appréhender conceptuellement les innovations environnementales.

Comme les différentes perspectives considèrent plutôt des grandes entreprises ou ne différencient pas les grandes entreprises des PME dans leur approche, nous ne différencierons pas non plus grandes entreprises et PME à cette étape. Nous préciserons notre positionnement vis-à-vis de ces approches, dans la dernière sous-partie, en introduisant les PME dans notre analyse à ce moment-là.

2.1 L'innovation environnementale conduite par la réglementation

Cette première perspective est constituée par les approches de l'innovation environnementale orientée par la réglementation, ou *policy driven/ policy oriented*. Ces approches, majoritaires dans la littérature économique, conçoivent les réglementations environnementales comme des instruments qui encourageant les innovations (Kemp et Soete, 1990). Au niveau de ces réglementations, deux types d'instruments réglementaires peuvent être utilisés : les instruments basés sur le marché ou les réglementations de type « commande et contrôle ». Les instruments basés sur le marché comme les taxes sur la pollution, les permis à polluer et les subventions, sont mis en œuvre dans le but d'encourager les entreprises à contrôler leurs émissions polluantes dans leur intérêt propre et pour atteindre des objectifs fixés par le gouvernement (Stavins, 2003). Les réglementations de type commande et contrôle, quant à elles, fixent des normes et des objectifs de réduction de la pollution identiques à toutes les entreprises (Jaffe, Newell et Stavins, 2002). Ces deux instruments réglementaires peuvent être vus comme des schémas incitatifs, encourageant les entreprises à adopter

des technologies qui sont incertaines car insuffisamment connues (Jaffe *et al.*, 2002). Toutefois, les instruments réglementaires basés sur le marché sont plus incitatifs pour les entreprises car elles sont plus performantes et moins coûteuses par rapport aux instruments de type commande et contrôle (Jaffe *et al.*, 2002).

S'inscrivant dans cette perspective plus macroéconomique, l'approche néolibérale, néoclassique ou *mainstream* privilégie les instruments basés sur le marché comme les taxes et les permis à polluer, du fait d'une plus grande efficacité, pour une intervention de l'état en faveur des innovations environnementales (Rennings, 1998). Cette approche a le mérite d'être applicable à tout type d'innovation environnementale, qu'elle soit technologique, organisationnelle ou sociale. Elle permet d'apporter des éléments de réponse au problème de la double externalité à travers l'effet « *push/pull* » de la réglementation (Rennings, 2000). En effet, les innovations environnementales génèrent des externalités de connaissances positives pendant les stades de R&D et d'innovation puis d'autres types d'externalités spécifiques dues à leur impact positif sur l'environnement pendant les stades d'adoption et de diffusion (Horbach *et al.*, 2013). Ces derniers effets peuvent conduire les entreprises à moins investir en R&D et en innovation (Beise et Rennings, 2005). En effet, l'entreprise qui développe des innovations environnementales supporte tous les coûts afférents à l'innovation alors que les bénéfices sont aussi pour la société (Beise et Rennings, 2005), pour laquelle la diffusion des innovations environnementales est toujours socialement désirable (Horbach *et al.*, 2013). Pour l'entreprise, les retours liés aux investissements en R&D sont plus faibles que le retour social de l'innovation (Horbach *et al.*, 2013). Par conséquent, les entreprises sont moins incitées à développer des innovations pour réduire l'impact environnemental. Il en résulte un échec du marché qui rend nécessaire une intervention de l'Etat (Beise et Rennings, 2005).

Néanmoins, l'approche néolibérale s'applique imparfaitement aux innovations environnementales. Il peut se produire des conflits suivant le type d'entreprises et les incitations liées au marché. Dans un cas, une réglementation stricte peut être en conflit avec des entreprises polluantes qui cherchent à réduire leurs coûts (Rennings, 1998). La réglementation environnementale a ici un impact négatif sur ces entreprises, qui doivent allouer des ressources supplémentaires (travail et capital notamment) à la réduction de la pollution émise, avec pour résultat une augmentation des coûts, un profit moins important et une baisse de la productivité (Ambec et Barla, 2006). Dans un autre cas,

celui des entreprises déjà engagées dans une démarche d'innovation environnementale, la réglementation leur permettra de maximiser leur profit (Rennings, 1998). Une autre limite de l'approche néoclassique est qu'elle n'intègre pas le manque d'information, la connaissance imparfaite et les coûts de transactions dans les déficiences de marché, considérant qu'ils sont uniquement le fait des coûts externes (Rennings, 1998). Finalement, dans cette approche, la réglementation est considérée comme le déterminant crucial de l'adoption d'innovations environnementales et néglige d'autres déterminants plus complexes qui peuvent influencer la prise de décision des entreprises en la matière (Rennings, 1998).

A la suite de l'approche néolibérale, nous examinons l'approche institutionnaliste (Meyer et Rowan, 1977) qui permet de mieux prendre en compte les spécificités des acteurs pour mettre en place un cadre institutionnel adapté (Rennings, 1998) et pour laquelle la réglementation reste centrale. Dans cette approche, les entreprises sont soumises à la pression des institutions, regroupant le gouvernement, les groupes d'intérêt, et la société, qui leur imposent de rationaliser leurs pratiques, notamment avec des normes et des règles environnementales (Oliver, 1991; Yarahmadi et Higgins, 2012). Le gouvernement peut exercer, en particulier sur les entreprises polluantes, une plus forte pression, *via* des normes strictes et avec des méthodes comme le prix du carbone (Yarahmadi et Higgins, 2012). En se conformant à ces règles, les entreprises obtiennent des bénéfices en termes de légitimité et réputation et évitent les sanctions financières prévues pour le non-respect des normes environnementales (Oliver, 1991). Selon Berrone, Fosfuri, Gelabert et Gomez-Mejia (2013), une forte pression institutionnelle (du gouvernement et des organisations non gouvernementales) peut encourager significativement les entreprises à adopter des innovations environnementales. En outre, les firmes qui polluent plus par rapport aux autres sont plus sensibles à la pression institutionnelle et devraient être plus réactives en innovation environnementale (Berrone *et al.*, 2013). Cependant, les approches institutionnalistes considèrent principalement le rôle des institutions, qui n'est pas le seul à jouer dans le cas complexe des innovations environnementales. De ce fait, cette approche néglige les facteurs internes et externes à l'entreprise pouvant influencer l'introduction d'innovations environnementales. C'est pourquoi certains auteurs se sont tournés vers d'autres approches avec une portée explicative plus large (Berrone *et al.*, 2013).

C'est en réponse au déficit théorique que Porter (1991) et Porter et van der Linde (1995) formulent leur célèbre hypothèse de Porter. Il s'agit d'une hypothèse centrale pour l'innovation environnementale au sein de laquelle les deux auteurs (1995, p. 98) défendent l'idée que « *des normes environnementales définies de manière adaptée peuvent favoriser l'innovation en compensant partiellement ou totalement les coûts de mise en conformité avec elle* ». Dans ce cadre, la réglementation peut inciter les entreprises à avoir un comportement plus responsable environnementalement en faisant appel à des moyens de production nouveaux, plus propres, qui leur permettraient d'être plus efficaces et où les coûts seraient compensés par les bénéfices. De manière plus spécifique, la pollution peut faire partie d'un gaspillage de ressources matérielles, liées à l'énergie notamment. Par conséquent, une réglementation environnementale plus stricte en stimulant l'innovation apporte des sources de réduction de coûts liés à la pollution (Porter et van der Linde, 1995). L'hypothèse de Porter peut être schématiquement résumée de la manière suivante (Figure 5) :

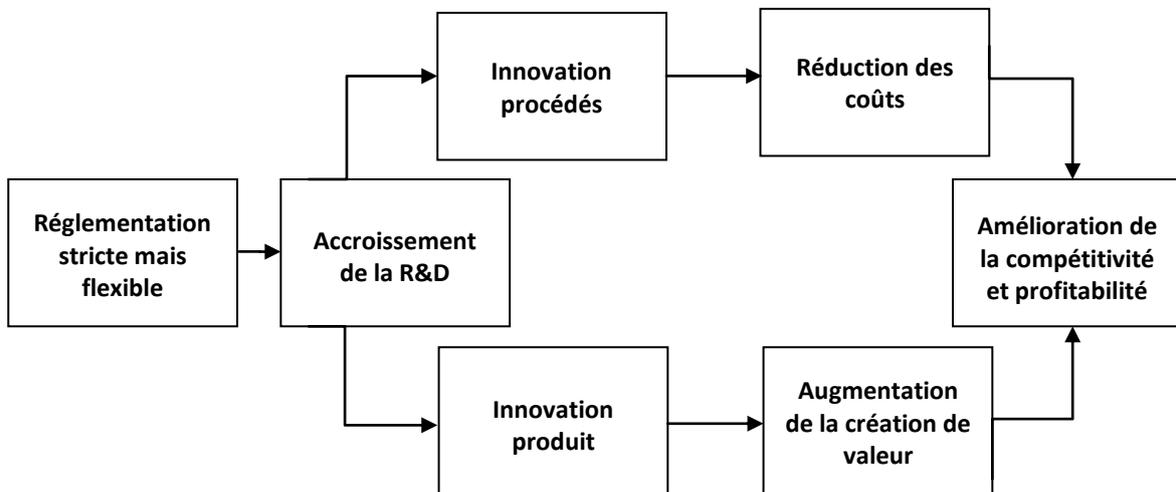


Figure 5. Représentation schématique de l'hypothèse de Porter

Source : Traduit de Ambec et Barla (2006, p. 44)

L'hypothèse de Porter révolutionne la vision néo-classique de la protection de l'environnement dans la mesure où cette protection était généralement associée à des coûts supplémentaires liés à la réglementation. Il en résultait une diminution de la compétitivité de l'entreprise (Ambec et Lanoie, 2008). C'est pourquoi elle fait l'objet de nombreux débats, notamment de la part des auteurs néoclassiques (Jaffe et Palmer, 1997).

Plus particulièrement, il existe trois variantes de l'hypothèse de Porter : ces hypothèses sont qualifiées de *narrow*, *weak* et *strong* (« étroite, faible et forte ») (Jaffe et Palmer, 1997). La première hypothèse, la plus étroite (*narrow hypothesis*), postule que « *certain types seulement de réglementation environnementale stimulent l'innovation* » (Jaffe et Palmer, 1997, p. 610). La deuxième hypothèse, ou *weak hypothesis*, indique que « *la réglementation devrait stimuler certains types d'innovation* » (Jaffe et Palmer, 1997, p. 610). La troisième hypothèse, ou *strong version*, conjecture que « *les firmes qui opèrent sous des circonstances habituelles ne trouvent ou ne poursuivent pas toutes les opportunités de profit avec des nouveaux produits ou procédés* » (Jaffe et Palmer, 1997, p. 610). Le choc d'une nouvelle réglementation pourrait donc les amener à élargir leur réflexion et trouver de nouveaux produits ou procédés qui respectent la réglementation tout en augmentant leurs profits (Jaffe et Palmer, 1997).

Les effets associés à l'hypothèse de Porter sont multiples, comme le montre la Figure 6 suivante (Ambec et Lanoie, 2008). Sous l'effet de pressions externes (en particulier réglementaires), les entreprises élaborent des stratégies d'innovation qui leur offrent l'opportunité à la fois d'augmenter leur chiffre d'affaires et de réduire leurs coûts. Ces stratégies d'innovation des entreprises ont des impacts positifs sur leurs performances environnementale et économique.

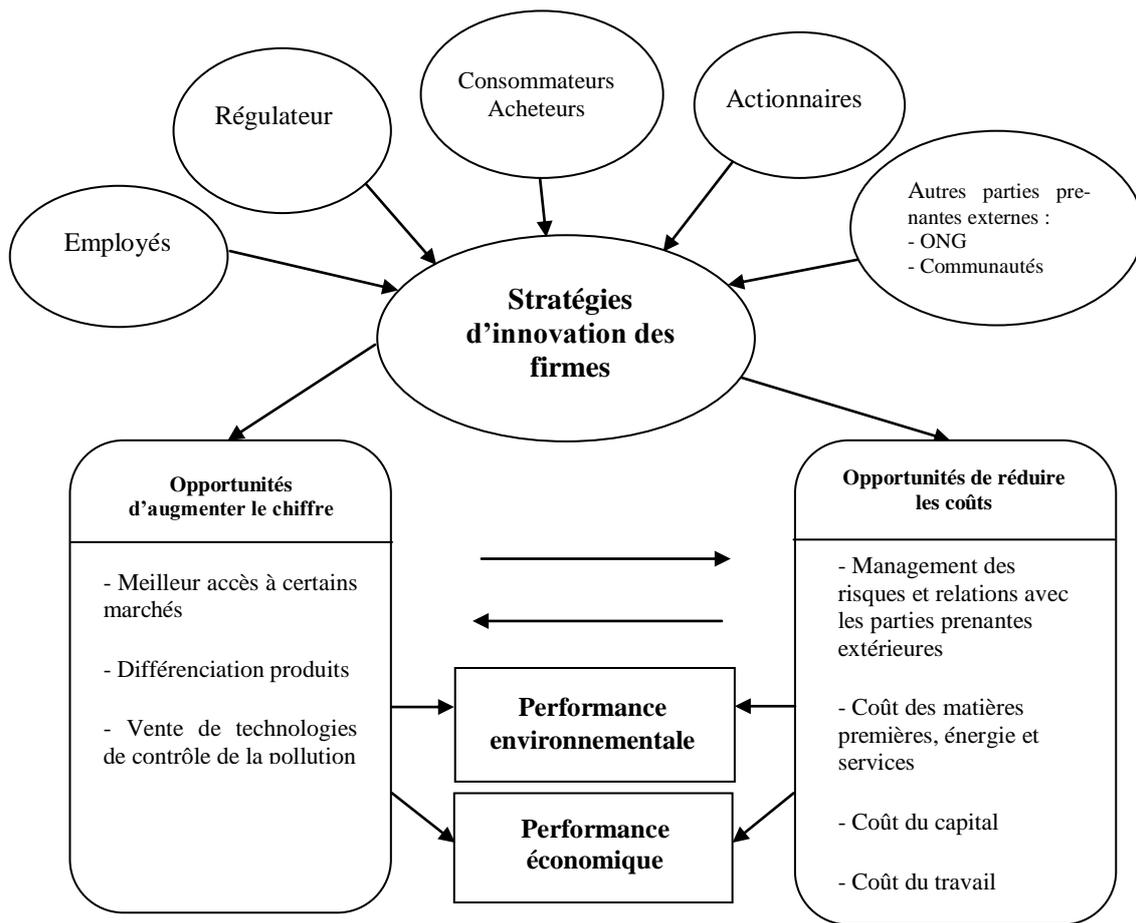


Figure 6. Effets associés à l'hypothèse de Porter

Source : Ambec et Lanoie (2008, p. 47)

Dans cette perspective, la mise en œuvre d'une stratégie d'innovation environnementale (sans en éclairer toutefois les mécanismes) peut amener à la fois une augmentation des revenus et une réduction des coûts (Ambec et Lanoie, 2008). Au niveau des revenus, une meilleure performance environnementale peut conduire à un meilleur accès à certains marchés, une plus grande différenciation des produits, voire à la monétisation de la technologie de contrôle de la pollution qui a été développée (Ambec et Lanoie, 2008). Les coûts et les risques, relatifs aux matériaux, à l'énergie employée, aux services ainsi que le coût du capital et du travail peuvent être réduits tout en améliorant les relations avec les différentes parties prenantes (gouvernement, médias, société) (Ambec et Lanoie, 2008).

L'hypothèse de Porter a fait l'objet de différentes études empiriques qui ont été recensées par Ambec et Lanoie (2007) selon les méthodologies employées. Un résultat est de montrer qu'aucun consensus ne se dégage, les résultats positifs, négatifs ou neutres dépendant fortement de la méthode retenue pour le test. Toutefois sur le long-terme, un certain nombre d'études montrent une relation positive entre une meilleure performance environnementale et une meilleure performance financière (Ambec et Lanoie, 2007).

Si ce premier corps d'approches identifie la réglementation comme un facteur explicatif important des innovations environnementales, il n'est pas le seul élément à prendre en compte. D'autres approches plus stratégiques permettent de préciser les mécanismes à l'œuvre et apportent un autre éclairage sur les innovations environnementales.

2.2 L'innovation environnementale dans une approche stratégique

A la suite des approches orientées vers une action des politiques publiques, une seconde perspective émerge en plaçant l'entreprise au centre de l'analyse. En déplaçant l'unité d'analyse, ces approches s'intéressent spécifiquement aux déterminants des innovations environnementales. Elles considèrent le plus souvent la classification suivante, composée de quatre types de déterminants majeurs : la réglementation (*regulation*), la technologie (ou *technologie push*), le marché (ou *demand/market pull*) mais aussi, et surtout, les facteurs spécifiques à l'entreprise (Horbach, 2008). Dans ces approches, si la réglementation apparaît comme un déterminant clé des innovations environnementales (Horbach, 2008), il n'est pas le seul déterminant considéré.

Allant dans le même sens que l'hypothèse de Porter (Porter, 1991; Porter et van der Linde, 1995), la réglementation est vue comme incitative pour initier une démarche d'innovation environnementale (Horbach, 2008). La technologie, constituée des moyens technologiques de l'entreprise, incluant son stock de capital physique et de connaissances, est importante dans la phase de développement du produit (Baumol, 2002; Horbach, 2008). L'influence du marché, ou de la demande, est la plus importante dans la phase de diffusion du nouveau produit (Horbach, 2008). Le dernier ensemble de déterminants est constitué par les éléments spécifiques et stratégiques à l'entreprise, en particulier sa capacité à s'insérer dans des réseaux et à acquérir des connaissances en

lien avec d'autres acteurs (Horbach *et al.*, 2012). Ainsi, si la réglementation est toujours appelée à jouer un rôle central, cette approche affirme le rôle crucial joué par les ressources et compétences de l'entreprise.

Cette perspective stratégique trouve ses premiers fondements dans le courant évolutionniste (Kogut et Zander, 1992; Nelson et Winter, 1982), qui permet notamment de mieux comprendre les changements sur le long-terme (Rennings, 2000). A la différence de l'approche néoclassique, le courant évolutionniste attribue à l'innovation un rôle central pour l'adaptation de l'entreprise (Cecere, Corrocher, Gossart et Ozman, 2014). L'innovation environnementale n'est pas uniquement considérée comme une réponse systématique à la réglementation, mais elle est vue comme le résultat d'un processus complexe et interactif (Oltra, 2008). Les innovations ne sont pas mises en œuvre par les entreprises de manière isolée mais dans un contexte technologique, socioculturel et institutionnel où ces éléments doivent être mutuellement en cohérence (Malerba, 2004). A la suite, et en guise de raffinement, l'approche co-évolutionniste telle que définie par Norgaard (1984) peut paraître *a priori* mieux adaptée pour étudier les innovations environnementales du fait qu'elle prend en compte les différents composants sociaux, écologiques et institutionnels, et les différents types d'innovations environnementales (technologiques, organisationnelles, sociales et institutionnelles) qui évoluent conjointement ainsi que leurs interactions (Rennings, 2000). Toutefois, cette approche n'a pas été conçue pour l'innovation environnementale en particulier²³ et doit être adaptée (Rennings, 2000).

Parallèlement et en complémentarité avec la perspective évolutionniste, un autre courant théorique mobilisé en innovation environnementale s'est développé en sciences de gestion, celui des approches basées sur les ressources, compétences et connaissances. Les travaux fondateurs de Penrose (1959) sur la théorie de la croissance de la firme sont à l'origine de la théorie des ressources (Kor et Mahoney, 2004). Ils ont été enrichis par Wernerfelt (1984) qui a contribué à fonder la *Resource-Based View (RBV)* ou théorie basée sur les ressources. La *RBV* s'intéresse aux ressources et compétences possédées en interne par chaque entreprise (*i.e.* de nature physique, financière, humaine et organisationnelle) qui, compte tenu de leur spécificité, peuvent expliquer

²³ Cette approche a notamment été appliquée en biologie (Norgaard, 1984), en économie (Nelson et Winter, 2002) et en économie du développement durable (Rammel, Stagl, et Wilfing, 2007).

l'hétérogénéité des performances d'entreprises situées dans un même secteur d'activité (Barney, 1991; Wernerfelt, 1984). Dans cette approche, l'avantage concurrentiel repose sur la capacité des entreprises à détenir des ressources et compétences internes rares et spécifiques, qui sont par définition coûteuses à imiter pour les entreprises concurrentes (Barney, 1991; Wernerfelt, 1984). Cette approche est intéressante à mobiliser dans le cadre de l'innovation environnementale. Elle permet de dépasser ainsi les explications basées sur le seul facteur réglementaire et de mieux rendre compte des caractéristiques associées à ce type d'innovation qui fait appel à plus de ressources et compétences de l'entreprise, de manière plus intensive que des innovations plus classiques (De Marchi, 2012).

En prolongement de ces travaux, Hart (1995) a développé la *Natural Resource-Based View (NRBV)* ou théorie naturelle des ressources basée sur les relations que l'entreprise noue avec son environnement naturel. Dans cette approche, l'entreprise peut adopter trois stratégies qui sont la prévention de la pollution, la gestion des produits et le développement durable (Hart, 1995). Ces différentes stratégies se basent sur différents leviers, ressources et elles sont à l'origine d'avantages concurrentiels différents pour l'entreprise (Hart et Dowell, 2011). La *NRBV* est née du fait que les interactions entre l'entreprise et son environnement naturel ne sont pas considérées dans la *RBV*, alors que celui-ci peut être à l'origine de contraintes dans la mise en œuvre d'un avantage compétitif durable (Hart, 1995). En lien avec la *RBV*, la *NRBV* peut être considérée comme une de ses extensions²⁴, en intégrant en plus l'environnement naturel dans le cadre d'analyse.

Enfin, la *Knowledge-based view (KBV)*, ou théorie basée sur les connaissances, se présente comme une extension intéressante de la *RBV* en considérant que les connaissances sont les ressources stratégiques les plus significatives pour la firme (Grant, 1996). Plus précisément, les connaissances sont catégorisées en deux types : les connaissances explicites et tacites (Polanyi, 1962). Possédées par les entreprises, les connaissances tacites sont des connaissances clés dans la mesure où elles sont difficilement imitables. Elles constituent ainsi les bases d'un avantage compétitif durable (Grant, 1996). Nous le verrons, l'innovation environnementale faisant appel à

²⁴ Comme nous considérons que la *NRBV* (Hart, 1995) est une extension de la *RBV*, nous ne l'avons pas directement incluse dans notre cadre théorique.

davantage de connaissances, notamment tacites, cette approche peut permettre de mettre en lumière un déterminant stratégique clé pour l'entreprise.

En synthèse, les travaux sur l'innovation environnementale se sont développés dans le cadre de deux grandes perspectives : l'une orientée sur la réglementation au sein de laquelle les entreprises ont finalement peu d'emprise, l'autre qui met en avant la capacité propre de l'entreprise à innover grâce aux ressources et connaissances dont elle dispose. La première perspective examinée, conduite par la réglementation, ne considère majoritairement que cette dernière. Même si la réglementation joue un rôle non négligeable dans le cadre de l'innovation environnementale, elle n'est toutefois pas le seul facteur explicatif. La deuxième perspective la complète en plaçant l'entreprise, ici la PME, au centre du questionnement. Ces deux perspectives relativement différentes ne sont pas antinomiques (Ziesemer, 2013). C'est pourquoi il conviendra de s'interroger maintenant sur la complémentarité de ces approches afin de préciser notre positionnement théorique.

2.3 Positionnement théorique

Comme il a été vu précédemment, diverses approches théoriques peuvent contribuer à mieux expliquer l'innovation environnementale, sans qu'il n'y ait de véritable consensus, ce qui peut être à la fois déstabilisant pour le chercheur, qui peut avoir des difficultés *a priori* à déterminer le cadre conceptuel le mieux adapté, mais qui peut également être une source d'une plus grande liberté dans les choix d'approches théoriques. En outre, comme nous l'avons vu, ces diverses approches ne sont pas spécifiquement adaptées aux PME.

A l'issue de cet examen, une première approche basée sur l'hypothèse de Porter (Porter, 1991; Porter et van der Linde, 1995) nous paraît incontournable pour l'innovation environnementale dans la mesure où elle accorde une place centrale à la réglementation. Cette dernière semble jouer un rôle significatif au regard de la littérature empirique, et l'ignorer reviendrait à introduire un facteur potentiellement important. Elle est une incitation forte pour les entreprises en matière d'innovation environnementale (Cleff et Rennings, 1999; Hemmelskamp, 1999; Horbach, 2008; Kemp, 1997; Rennings, 1998). C'est même l'un des déterminants les plus importants selon Rennings (2000). En mobilisant l'hypothèse de Porter, nous considérons que la

réglementation joue un rôle positif important en innovation environnementale, en accord avec Ambec et Barla (2006), Lanoie, Laurent-Lucchetti, Johnstone et Ambec (2011), Porter (1991) et Porter et van der Linde (1995). Toutefois, cette hypothèse ne peut à elle seule apporter un cadre théorique « complet » pour saisir les spécificités associées à l'innovation environnementale. Par ailleurs, elle a été généralement considérée pour étudier les comportements des grandes entreprises et non des PME.

Dans la recherche sur les innovations environnementales, nous l'avons vu, diverses théories sont mobilisées, certaines d'entre elles pouvant être mobilisées en complémentarité et de manière combinée (Hojnik et Ruzzier, 2015). Par exemple, Kemp (1997) et Rennings (2000) combinent des approches évolutionnistes et néoclassiques, ce qui leur permet d'enrichir la vision néoclassique avec des éléments issus de l'approche évolutionniste. Pour Rennings (2000), l'approche néo-classique permet d'apporter des éléments explicatifs au problème de la double externalité et à l'effet de la réglementation (*regulatory push/pull effect*) tandis que l'approche évolutionniste explique mieux les interactions entre les composants écologiques, sociaux et institutionnels de l'innovation environnementale. D'autres auteurs associent l'approche institutionnaliste à la *RBV* comme Yarahmadi et Higgins (2012) qui mobilisent ces deux théories afin de mieux expliquer les relations inter-organisationnelles en innovation environnementale. En outre, Aragón-Correa et Leyva-de la Hiz (2015) appliquent la *RBV*, la *NRBV* et la théorie institutionnaliste aux brevets environnementaux et montrent que ces théories ont des interconnexions. Par ailleurs, Ziesemer (2013) associe la théorie basée sur les connaissances (*KBV*) à l'hypothèse de Porter dans la mesure où cette dernière ne permet pas de comprendre de manière parfaite la manière dont les innovations sont développées au niveau de l'entreprise.

Dans la même lignée, nous avons choisi de combiner l'hypothèse de Porter à l'approche basée sur les ressources et ses extensions (*RBV* et *KBV* voire *NRBV*) (Barney, 1991; Grant, 1996; Hart, 1995; Wernerfelt, 1984) afin d'élaborer un cadre théorique enrichi qui permette de mieux comprendre les innovations environnementales et leurs potentielles spécificités. Ces approches, *RBV* et *KBV*, qui placent au centre de l'analyse les ressources, les capacités et les connaissances propres à l'entreprise permettent d'étendre l'analyse des déterminants de l'innovation environnementale, au-delà des seuls facteurs réglementaires et qu'il est important de considérer pour les PME. L'approche *RBV* considère que l'avantage compétitif de l'entreprise dépend de leurs

ressources et capacités qui sont rares, inimitables et non-substituables (Russo et Fouts, 1997). Dans cette perspective, les ressources et les capacités d'une entreprise sont distinctes. Les ressources sont les entrées (ou *inputs*) du processus de production, qui incluent le « capital, les compétences des salariés, les brevets, les marques, les ressources financières, etc. » (Grant, 1991, p. 118). Les capacités sont constituées par un ensemble de ressources qui servent à réaliser des tâches ou des activités productives (Grant, 1991). Il résulte dans la *RBV* que les « ressources sont la source des capacités de l'entreprise, les capacités étant la source principale de son avantage compétitif » (Grant, 1991, p. 119).

Plus précisément, le fait de considérer conjointement l'hypothèse de Porter avec les théories liées aux ressources, compétences et connaissances (*RBV* et *KBV* voire *NRBV*) permet d'avoir un cadre conceptuel qui prenne en compte à la fois des éléments externes à l'entreprise, tels que la réglementation et le marché, et des éléments internes à l'entreprise, comme la technologie comprenant notamment ses ressources, ses compétences et ses connaissances, qui sont essentiels à prendre en compte en innovation environnementale. Ces approches apportent un fondement théorique à la classification des déterminants de l'innovation environnementale proposée par Horbach (2008). En effet, dans cette classification, l'hypothèse de Porter est considérée au niveau des déterminants relatifs à la réglementation (*regulatory push*), tandis que les approches liées aux ressources, compétences et connaissances sont prises en compte au niveau des déterminants liés à la technologie (ou *technologie push*) ainsi qu'au niveau des déterminants liés au marché (*market pull*) (Horbach, 2008). Nous mettons en cohérence cette classification avec les approches *RBV* et *KBV* que nous considérons avec l'hypothèse de Porter dans un cadre théorique plus large, qui est adapté pour l'étude des innovations environnementales. Toutefois, cette classification adaptée aux grandes entreprises est incomplète si l'intérêt se porte sur les PME. C'est pourquoi, nous ajoutons une nouvelle catégorie relative aux caractéristiques spécifiques des PME que cette classification ne prend pas en compte.

3. Spécificités de l'innovation environnementale des PME au regard de ses déterminants et de ses barrières

Après avoir défini les innovations environnementales, nous allons maintenant nous intéresser à leurs déterminants (leviers et barrières), puis aux facteurs propres aux PME. Nous débuterons cette partie par une discussion sur la spécificité des innovations environnementales par rapport aux autres types d'innovations à partir des résultats des travaux existants.

3.1 Spécificités de l'innovation environnementale par rapport aux autres types d'innovations

Pour discuter des spécificités de l'innovation environnementale vis-à-vis des autres types d'innovations, nous avons choisi de reprendre et adapter l'approche de Coombs et Miles (2000) qui propose un cadre pour appréhender les différentes approches de l'innovation technologique dans les secteurs des services et de l'industrie. En l'adaptant, nous allons examiner trois approches distinctes de l'innovation environnementale par rapport aux autres types d'innovation (Coombs et Miles, 2000) :

(1) Une approche de démarcation, où l'innovation environnementale est appréhendée comme étant différente des autres types d'innovation, notamment technologique. Cette approche conduit à la nécessité de recourir à des théories spécifiques pour expliquer chaque type d'innovations.

(2) Une approche d'assimilation, dans laquelle l'innovation environnementale est conceptualisée comme étant similaire aux autres types d'innovation. Il n'y a donc pas de nécessité de faire appel à des théories spécifiques.

(3) Une approche de synthèse, qui a une vision intégrative considérant à la fois l'innovation environnementale et les autres types d'innovation, qui prend en compte à la fois des caractéristiques propres aux innovations environnementales et celles relatives aux autres types d'innovation.

Dans la première approche dite de démarcation, l'innovation environnementale peut être vue comme étant différente des autres types d'innovation de par l'incertitude, les risques, les coûts et les leviers distincts qui lui sont associés (De Marchi, 2012). De plus, bien qu'elles présentent certaines similitudes avec les autres innovations, les innovations environnementales diffèrent notamment de par leur finalité, leur impact environnemental, qui est une des caractéristiques clés et différenciantes par rapport aux autres types d'innovation. Ces premiers éléments pencheraient donc en faveur d'une théorie distincte pour mieux prendre en compte l'innovation environnementale. Cependant, l'innovation environnementale est issue de la théorie générale de l'innovation²⁵, qui a été ensuite adaptée à l'innovation environnementale (Horbach, 2008). Comme l'innovation environnementale a des caractéristiques similaires à l'innovation technologique, telles que des facteurs liés à la technologie, au marché et à la demande (Hemmelskamp, 1999), il apparaît réducteur qu'elle fasse l'objet d'une théorie qui lui serait spécifique.

La deuxième approche dite d'assimilation présente, comme la première approche, certaines limites. En assimilant les innovations environnementales aux autres types d'innovation, cette approche peut passer sous silence certaines des spécificités au détriment d'une meilleure compréhension de l'innovation environnementale. Ce type d'innovation, bien qu'appartenant à la famille des innovations, est difficilement analysable avec la théorie générale de l'innovation (Hojnik et Ruzzier, 2015) qui n'est pas adaptée à ses particularités. S'il n'y a qu'une seule théorie à la fois pour l'innovation environnementale et pour les autres types d'innovation comme l'innovation technologique, cela conduirait à négliger une spécificité majeure de l'innovation environnementale qui est son impact positif sur l'environnement. Dès lors, une seule théorie pour l'innovation ne pourrait pas être suffisante pour appréhender l'innovation environnementale.

La troisième approche est une approche dite de synthèse au sein de laquelle l'innovation environnementale est vue comme ayant des caractéristiques propres mais possédant également des caractéristiques communes avec les autres innovations. Elle

²⁵ La théorie générale de l'innovation est constituée par les caractéristiques et les déterminants communs aux innovations (Horbach, 2008; Rosenberg, 1974; Triebswetter et Wackerbauer, 2008). Elle a été adaptée aux innovations technologiques, mais aussi à d'autres types d'innovation.

conduit à reconnaître la nécessaire adaptation de la théorie générale de l'innovation à l'innovation environnementale (Horbach, 2008) pour mieux prendre en compte les spécificités. Comme pour l'innovation, une théorie de l'innovation environnementale devrait s'appuyer sur la technologie (ou *technologie push*), le marché (ou *demand/market pull*), les facteurs institutionnels et réglementaires (Horbach, 2008) mais également sur les caractéristiques propres des entreprises, qui sont importantes à prendre en compte. Les caractéristiques considérées ici sont en lien avec les spécificités des PME. En outre, les PME peuvent avoir une stratégie propre pour innover en matière environnementale, dans l'optique d'une intention stratégique (Hamel et Prahalad, 2005) avec une vision volontaire et active de leur stratégie d'entreprise. Par ailleurs, les innovations environnementales sont généralement considérées comme étant plus complexes que les innovations technologiques (Rennings et Rammer, 2009).

Comme les innovations environnementales font partie de la famille des innovations, elles partagent de ce fait un certain nombre de caractéristiques avec les innovations non-environnementales. Certains auteurs (Carrillo-Hermosilla, *et al.*, 2010; OECD, 2010) considèrent que les innovations environnementales constituent un sous-groupe dans les innovations en général (Yarahmadi et Higgins, 2012). A l'appui de ce positionnement, les innovations environnementales ont notamment en commun avec les innovations technologiques, l'introduction de certains changements technologiques tels que de nouveaux équipements comme de nouvelles machines ou logiciels, de nouveaux procédés de production ainsi que le développement de nouveaux produits (Arundel *et al.*, 2006). Toutefois, les objectifs et les effets de l'innovation peuvent différer entre innovations environnementale et non-environnementale. Le volet environnemental, avec les objectifs associés de réduction de l'impact environnemental, n'est pas considéré dans les innovations non-environnementales, seuls des objectifs d'ordres économiques sont pris en compte. Par conséquent, à la différence de l'innovation en général, les innovations environnementales ne peuvent pas être vues comme un « concept ouvert et sans fin » (OECD, 2010, p. 41) car elles ont un but précis qui est la réduction de l'impact sur l'environnement.

En ce qui concerne les processus mis en place pour innover, les différents types d'innovation peuvent avoir des similitudes comme ceux à la base des innovations (OECD, 2010). Les déterminants pour les innovations environnementales peuvent être

communs, pour certains, aux innovations classiques (Horbach *et al.*, 2013). Toutefois, le processus d'innovation peut diverger, notamment au niveau des déterminants mobilisés mais aussi de l'acquisition des sources de connaissances (comme il sera vu dans les chapitres 3 et 4) pour les innovations environnementales comparées aux innovations technologiques. De manière similaire, au niveau des barrières²⁶, celles qui sont rencontrées par les entreprises innovantes non-environnementales ne sont pas tout à fait les mêmes que celles rencontrées par les entreprises innovantes environnementalement.

Ainsi, nous souhaitons adopter une approche de synthèse dans l'étude des spécificités de l'innovation environnementale, où des éléments relatifs aux autres formes d'innovation sont considérés pour en révéler les similitudes mais aussi et surtout les spécificités.

3.2 Déterminants à l'innovation environnementale

L'étude des déterminants de l'innovation environnementale des PME est au centre de cette thèse pour en apprécier d'éventuelles spécificités. Les déterminants de l'innovation environnementale ne sont étudiés que depuis récemment. Pour les PME, ces déterminants restent méconnus et mal appréhendés (Brìo et Junquera, 2003; Noci et Verganti, 1999). Nous souhaitons de ce fait contribuer à cette littérature naissante.

Conformément à notre positionnement théorique, nous avons adapté et enrichi la classification communément admise en innovation environnementale (De Marchi, 2012; Ghisetti, Marzucchi *et al.*, 2015; Horbach *et al.*, 2012; Rennings et Rammer, 2009) pour étudier les déterminants spécifiques de l'innovation environnementale des PME. Afin de mettre en cohérence une littérature relativement fragmentée, nous avons choisi d'adapter cette classification (que nous avons déjà présentée dans la sous-partie 2.2 de ce chapitre). Notre positionnement théorique basé sur l'hypothèse de Porter (Porter, 1991; Porter et van der Linde, 1995) mais également sur les approches basées sur les ressources, compétences et connaissances (Grant, 1996; Russo et Fouts, 1997; Wernerfelt, 1984) apporte des fondements théoriques solides à la classification qui lui

²⁶Au niveau de la littérature relative aux barrières, nous le verrons, il a été fait appel à la littérature propre aux innovations technologiques, à défaut d'éléments suffisants pour les innovations environnementales.

faisaient défaut. Comme nous l'avons déjà vu, les trois types de facteurs externes et internes: la réglementation, les facteurs technologiques, les facteurs liés à la demande peuvent être respectivement reliés à l'hypothèse de Porter et aux approches basées sur les ressources compétences et connaissances. Nous avons ajouté à ces facteurs les caractéristiques de l'entreprise afin d'intégrer dans notre analyse les spécificités qui sont liées aux PME. Ainsi, nous souhaitons enrichir cette classification en considérant des facteurs spécifiques au type d'entreprise étudié. En même temps, nous contribuons à une lecture des déterminants de l'innovation environnementale plus riche en introduisant dans la classification une dimension supplémentaire relative aux spécificités des PME. Cela nous permet de mieux prendre en compte les spécificités liées aux PME.

Nous examinerons donc, dans cette sous-partie, les déterminants représentés sur le schéma suivant (Figure 7). Les caractéristiques de la firme sont liés au type de firme, PME ou grande entreprise, nous nous intéresserons ensuite aux caractéristiques propres aux PME pour une meilleure adaptation dans la sous-partie 3.4.

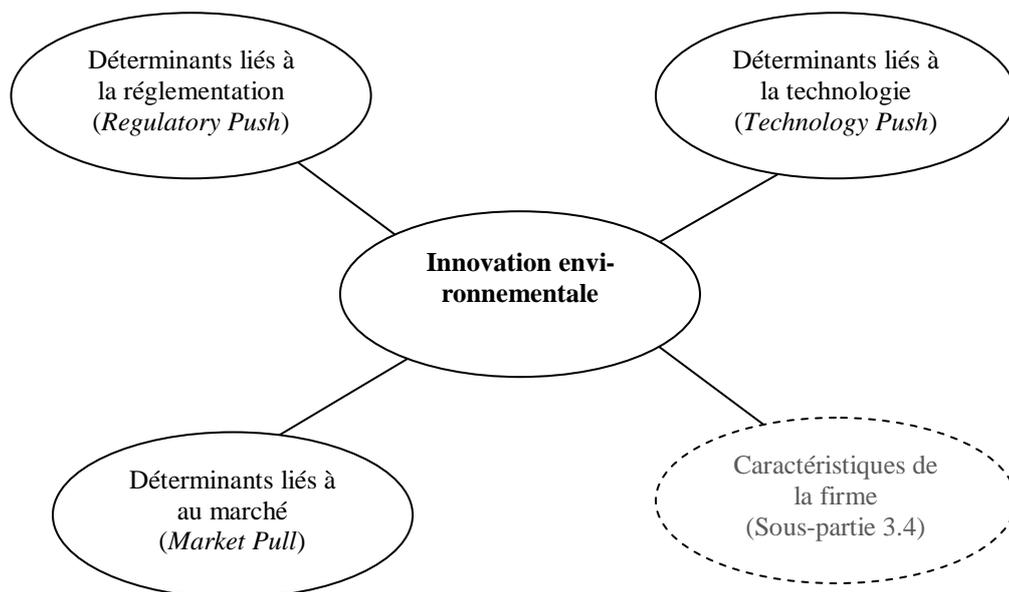


Figure 7. Déterminants des innovations environnementales

Source : Traduit et adapté de Rennings (2000, p. 326)

A partir d'une revue de la littérature existante sur les déterminants de l'innovation environnementale et de l'innovation technologique, nous avons cherché à préciser les déterminants potentiellement spécifiques aux innovations environnementales. Nous l'avons vu, la première spécificité est liée à l'importance du

facteur réglementaire (comme développé dans la sous-partie 2.1) qui fournit une réponse au «problème de la double externalité» (*double externality problem*) des innovations environnementales. L'intervention des pouvoirs publics se présente comme une réponse efficace pour inciter les entreprises à investir dans des technologies coûteuses alors que les bénéfices sont partagés avec la société dans son ensemble. Cet impératif de gestion de la double externalité explique pourquoi les facteurs institutionnels et réglementaires peuvent jouer un rôle beaucoup plus important en innovation environnementale qu'en innovation non-environnementale (Ozusaglam, 2012). En effet, la réglementation doit être plus forte et plus incitative pour les entreprises qui innovent environnementalement (Rennings, 2000) par rapport aux autres entreprises innovantes. En accord avec l'hypothèse de Porter, la réglementation peut être considérée comme une incitation essentielle (De Marchi, 2012; Horbach, 2008), ce qui est désigné par «*regulatory push/pull effect*» (Rennings, 2000). Les innovations environnementales et la réglementation sont d'ailleurs corrélées positivement (Horbach *et al.*, 2013).

De cette double externalité peut résulter une autre spécificité par rapport aux innovations dites « traditionnelles » : les innovations environnementales génèrent des situations « gagnant-gagnant » (*win-win*) du fait de l'impact environnemental positif (Horbach *et al.*, 2013). Les bénéfices issus de ces innovations sont à la fois économiques et environnementaux, pour l'entreprise, pour les consommateurs et la société dans un sens plus large (Horbach *et al.*, 2013). Les effets négatifs sur l'environnement sont internalisés par l'entreprise qui innove en matière environnementale (Horbach *et al.*, 2013). Dans cette perspective, les entreprises doivent associer à la fois leurs objectifs de performance économique à des objectifs de maîtrise de leur impact environnemental (Porter, 1991; Porter et van der Linde, 1995). La réglementation *via* le *regulatory push/pull effect* serait le déterminant ayant le plus de poids (Hemmelskamp, 1997; Kemp, 1997; Porter, 1991; Porter et van der Linde, 1995) comparativement aux déterminants relatifs à la technologie (*technology push*) et ceux relatifs au marché (*market pull*) qui joueraient un rôle plus essentiel pour l'innovation technologique (Rennings, 1998).

Par rapport aux autres innovations, notamment l'innovation technologique, les déterminants liés à la technologie semblent présenter de fortes spécificités pour l'innovation environnementale. Une amélioration dans l'organisation, la stratégie et les capacités technologiques peut déclencher une démarche d'innovation environnementale (Horbach, 2008). En particulier, une stratégie d'innovation environnementale peut être adoptée par des entreprises conscientes de leur impact environnemental mais aussi sous l'influence des parties prenantes (clients, fournisseurs,...) ou encore quand le dirigeant est sensible aux problématiques environnementales (Eiadat *et al.*, 2008), ce qui peut être le cas pour les PME. Une stratégie d'innovation environnementale peut également apporter un avantage comparatif à l'entreprise qui la met en œuvre (Hart, 1995). Par ailleurs, comme l'innovation environnementale requiert généralement plus de ressources (De Marchi, 2012), il est nécessaire pour l'entreprise de consacrer des ressources importantes pour l'innovation environnementale (Kesidou et Demirel, 2012). Certains dispositifs et normes en lien avec les innovations environnementales, comme les *EMS* (*Environmental Management System* ou système de management environnemental) et les normes ISO favorisent l'adoption d'innovations environnementales (Horbach, 2008; Wagner, 2007). En particulier, les réductions de matériaux et de consommation d'énergie sont des incitations fortes, propres à l'innovation environnementale (Kesidou et Demirel, 2012).

Parmi les déterminants liés à la technologie, les sources de connaissances sont d'autres éléments clés pour l'innovation environnementale. Plus intensive en connaissances que les autres types d'innovation (De Marchi, 2012), l'innovation environnementale semble exiger le recours à des connaissances qui ne seraient pas détenues en interne par les entreprises (Horbach *et al.*, 2012; Rennings et Rammer, 2009). Toutefois, les sources de connaissances internes à l'entreprise restent non négligeables pour mener à bien une stratégie d'innovation environnementale. En particulier, le capital humain ainsi que le profil²⁷ du dirigeant peuvent avoir leur importance (Brño et Junquera, 2003). Comme pour les entreprises innovantes technologiquement, la R&D interne joue également un rôle très important dans le processus d'innovation (Horbach, 2008; Mazzanti et Zoboli, 2006). Au niveau des sources de connaissances externes, du fait de l'intensité des connaissances demandées

²⁷ Toutefois, du fait du manque de données disponibles dans le cadre de notre thèse nous n'avons pas pu approfondir le lien entre le profil du dirigeant et l'adoption d'innovations environnementales.

par l'innovation environnementale, les entreprises doivent être dans une démarche orientée *open innovation* (Chesbrough, 2003), ou innovation ouverte, et faire largement appel à des sources de connaissances externes (Klewitz et Hansen, 2012). L'*open innovation* peut être définie comme « l'usage de flux de connaissances entrants et sortants afin respectivement d'accélérer l'innovation interne, et pour étendre les marchés pour une utilisation externe de l'innovation » (Chesbrough, Vanhaverbeke et West, 2006, p. 1). Il convient de noter que bien que l'*open innovation* soit plus étudiée pour les grandes entreprises que pour les PME, les pratiques de ces dernières en la matière diffèrent (Spithoven, Vanhaverbeke et Roijakkers, 2013). L'*open innovation* a une place importante pour les PME (Spithoven *et al.*, 2013) qui ont de plus en plus recours à ces pratiques pour innover (van de Vrande, de Jong, Vanhaverbeke et de Rochemont, 2009). En particulier, dans une logique de flux entrants en *open innovation*, l'acquisition de connaissances externes par les PME peut s'effectuer *via* les réseaux (van de Vrande *et al.*, 2009). En effet, les réseaux (notamment les réseaux informels) pourraient jouer un rôle clé pour acquérir des connaissances (Bougrain et Haudeville, 2002; Hansen, 1999). De même, les coopérations interentreprises, avec les clients, les fournisseurs, les universités sont essentielles pour l'innovation environnementale (Caloghirou, Kastelli, et Tsakanikas, 2004; De Marchi, 2012; Zsidisin et Siferd, 2001). La R&D externe a un rôle plus ambigu en innovation environnementale, elle est parfois vue comme n'ayant pas d'impact (Doran et Ryan, 2012; Hemmelskamp, 1999), mais elle peut aussi être considérée comme complémentaire de la R&D interne (Cassiman et Veugelers, 2006; Veugelers et Cassiman, 1999), ce qui la rend essentielle. Ainsi, il convient donc d'avoir des sources de connaissances diverses et variées dans une démarche d'innovation environnementale.

En ce qui concerne les déterminants liés au marché et à la demande, les bénéfiques pour le consommateur sont des déterminants importants à considérer (Kammerer, 2009). Dans cette perspective, les produits ou services respectueux de l'environnement procurent aux consommateurs une valeur ajoutée (Kammerer, 2009) par rapport à des produits standards. Cette valeur ajoutée implique un coût d'acquisition plus important du produit, que certains consommateurs sont prêts à payer si le bénéfice est suffisamment perceptible et important (Horbach *et al.*, 2012). Néanmoins, l'impact environnemental peut parfois être un attribut caché si le produit ou service ne fait pas mention d'informations complémentaires liées à sa spécificité (De Marchi, 2012). De ce

fait, au niveau des consommateurs, le manque de lisibilité ou de différenciation lié à l'impact environnemental sur les produits ou services peut être un frein à leur achat (De Marchi, 2012). Compte tenu de cette particularité, il convient pour l'entreprise de communiquer de manière adaptée sur le produit, d'apporter des informations en lien avec son impact environnemental et les innovations qui ont été développées (De Marchi, 2012). En outre, le prix plus élevé des produits incorporant des innovations environnementales peut être un élément freinant l'achat des consommateurs (Rehfeld, Rennings et Ziegler, 2007). Par ailleurs, développer des innovations environnementales peut être un moyen d'acquérir de nouvelles parts de marché pour les entreprises (Horbach *et al.*, 2012). Plus précisément, les innovations environnementales peuvent avoir pour buts d'agrandir leur marché au niveau local ou international mais aussi de sécuriser les différents marchés existants (Hemmelskamp, 1999). Cependant, il convient de noter que les produits avec des innovations environnementales se positionnent plus sur des marchés régionaux ou nationaux de niche plutôt que sur des marchés internationaux (Rehfeld *et al.*, 2007).

En résumé, les trois catégories de déterminants retenues (liées à la réglementation, à la technologie et au marché - la quatrième catégorie de déterminants relative aux caractéristiques propres aux PME sera abordée en sous-partie 3.4) s'avèrent utiles pour mettre en cohérence une littérature très fragmentée. A l'aide de cette grille de lecture, certaines spécificités relatives à l'innovation environnementale au regard de ses déterminants apparaissent déjà sans qu'il soit possible de les relier au cas des PME. Sous l'angle de l'hypothèse de Porter, la première spécificité est liée au rôle du facteur réglementaire et à la nécessaire intervention des pouvoirs publics pour résoudre le problème de double externalité. Les résultats des travaux existants sur les déterminants liés à la technologie rendent compte de certaines spécificités au niveau de la stratégie, des ressources et sources de connaissances employées, qu'elles soient internes mais aussi externes. Les sources de connaissances externes seraient essentielles, indiquant une plus grande ouverture de l'entreprise. Finalement, les déterminants liés au marché seraient propres aux bénéficiaires pour le consommateur qu'ils tardent toutefois à percevoir et à la motivation des entreprises de gagner de nouvelles parts de marché.

Après avoir examiné les déterminants des innovations environnementales, qui favorisent la mise en œuvre de celles-ci, nous allons nous pencher maintenant sur les barrières spécifiques aux innovations environnementales qui peuvent freiner ou empêcher leur introduction.

3.3 Barrières à l'innovation environnementale

Pour l'analyse des barrières, nous nous sommes largement appuyés sur la littérature existante en innovation technologique, à défaut de littérature suffisante dans le champ de l'innovation environnementale (Del Río González, 2009). Cependant, les barrières comme les déterminants sont des éléments essentiels à considérer dans la démarche d'innovation d'une entreprise, *a fortiori* en innovation environnementale. C'est dans cette perspective que notre recherche est la première à s'intéresser à la fois aux déterminants mais aussi aux barrières rencontrées par les PME innovantes environnementalement.

De ce fait, nous avons adopté la classification des barrières issue de l'innovation technologique. Elle est composée de trois types de barrières majeures rencontrées par les entreprises innovantes environnementalement: les barrières liées aux coûts, à la connaissance et au marché. Ces types de barrières sont directement en lien avec les innovations environnementales, leurs caractéristiques et conformes à l'approche stratégique de l'innovation environnementale que nous adoptons. En effet, les innovations environnementales sont plus coûteuses, font appel à plus de connaissances mais également elles sont sources d'incertitude et leur nouveauté peut constituer des freins à l'achat (De Marchi, 2012; Horbach *et al.*, 2012; Rehfeld *et al.*, 2007; Rennings et Rammer, 2009). Par conséquent, nous passerons successivement en revue les barrières liées aux coûts, à la connaissance et au marché.

En ce qui concerne les barrières liées aux coûts, une première barrière serait due au fait que l'impact environnemental d'une innovation est difficilement mesurable (Horbach *et al.*, 2013) et ce, bien qu'il existe certains critères (émission de gaz à effet de serre, pollution de l'air, énergie utilisée, pollution de l'eau, production de déchets, contamination des sols). C'est précisément ce nombre important de critères qui rend difficilement quantifiable cet impact (Horbach *et al.*, 2013) et de ce fait, le bénéfice pour l'entreprise qui innove en matière environnementale. De plus, les innovations

environnementales entraînent des coûts importants, les investissements requis sont plus élevés par rapport aux innovations traditionnelles (De Marchi, 2012). Conformément à l'hypothèse de Porter, il convient de noter toutefois que si les coûts sont importants pour l'entreprise à court terme, ils seraient compensés sur le long terme (Horbach *et al.*, 2012).

Au niveau des barrières liées à la connaissance, les innovations environnementales sont plus complexes (De Marchi, 2012). C'est pourquoi, elles sont notamment plus difficiles à mettre en œuvre que les innovations technologiques. Elles nécessitent plus de connaissances et de compétences, qui ne sont pas forcément dans le cœur de métier de l'entreprise (Horbach *et al.*, 2012; Rennings et Rammer, 2009), de par leur complexité et la non-spécialisation des entreprises (De Marchi, 2012). De fait, le manque de connaissances aurait un impact plus fort en innovation environnementale (Horbach *et al.*, 2013). De plus, ces difficultés liées aux connaissances peuvent être amplifiées par le manque de personnel qualifié au sein de l'entreprise ou sur le marché du travail (Souto et Rodriguez, 2015). Il peut aussi être difficile de trouver des partenaires pour coopérer en innovation environnementale, ce qui peut être une barrière à l'innovation importante, les entreprises ne pouvant pas échanger de connaissances, mettre à jour leurs connaissances *via* la coopération avec d'autres entreprises (Souto et Rodriguez, 2015).

Concernant les barrières liées au marché, l'entreprise doit faire face à des incertitudes fortes au niveau du marché et des technologies développées du fait de son inexpérience en matière environnementale. Cette difficulté est renforcée en l'absence de normes ou de mesures définies (De Marchi, 2012), conduisant l'entreprise à prendre plus de risques. Dans cette situation, les entreprises peuvent sous-estimer l'importance des aspects environnementaux liés à la législation et aux marchés (Schaper, 2002), ce qui peut être une barrière supplémentaire. Par ailleurs, bien qu'augmenter les parts de marché grâce aux produits et services plus respectueux de l'environnement représente une opportunité pour les entreprises, le taux de croissance du marché serait trop faible pour que l'entreprise ait un réel avantage concurrentiel (Bianchi et Noci, 1998).

Si l'on considère maintenant ces trois types de barrières ensemble, les barrières relatives à la connaissance et au marché, notamment, peuvent avoir un effet similaire ou

plus fort que les barrières liées aux coûts dans les processus d'innovation (Pellegrino et Savona, 2013). De surcroît, les différents types de barrières (coûts, connaissances et marché) pourraient se renforcer mutuellement, comme l'ont montré certains travaux sur l'innovation technologique (Galia et Legros, 2004).

En synthèse, les barrières aux coûts peuvent être dues à l'impact environnemental difficilement mesurable mais aussi aux coûts plus importants de l'innovation environnementale. Au niveau des barrières liées à la connaissance, elles seraient principalement dues au fait que l'innovation environnementale soit plus complexe à introduire, exigeant à la fois plus de connaissances, du personnel qualifié ainsi que des coopérations adéquates. Quant aux barrières liées au marché, les entreprises font face à plus de risques et d'incertitudes pour innover. Finalement, au regard des avancées de la littérature sur les déterminants des innovations technologiques, il convient finalement de noter que ces différentes barrières pourraient être relativement liées et se renforcer mutuellement.

3.4 Caractéristiques des PME pour innover en matière environnementale

Après avoir abordé les déterminants et les barrières à l'innovation environnementale, nous allons maintenant nous intéresser aux caractéristiques propres des PME susceptibles de les adopter. Conformément à notre objectif, nous souhaitons proposer un cadre d'analyse qui englobe à la fois les déterminants et les barrières à l'innovation environnementale et qui soit adapté aux PME. Il n'existe que peu de travaux s'intéressant à ces entreprises, celles-ci étant au centre de notre questionnement. Les quelques travaux existants, nous le verrons, tendent à sous-estimer les comportements volontaires et les capacités des PME à mettre en œuvre des innovations environnementales.

Un premier constat théorique, relativement partagé, est que les PME ne peuvent pas être considérées comme des « *plus petites grandes entreprises* » (Seidel *et al.*, 2009, p. 39). De par leurs spécificités et leurs caractéristiques distinctes, les PME requièrent l'adoption d'approches différentes de celles utilisées pour les grandes entreprises afin qu'elles acquièrent une plus grande responsabilité environnementale (Jenkins, 2004; Williamson, Lynch-Wood et Ramsay, 2006). Plus précisément, les PME innoveront

différemment des grandes entreprises (Bos-Brouwers, 2010). Les indicateurs traditionnels de l'innovation comme les dépenses de R&D, le nombre d'employés en R&D, les brevets ne sont pas pertinents et applicables pour les PME (Acs et Audretsch, 1988; Tether, 1998). C'est pourquoi il convient d'avoir une approche de l'innovation environnementale qui soit adaptée aux PME, qui puisse prendre en compte leurs caractéristiques propres.

Cependant, les PME restent sous-étudiées dans le champ de l'innovation environnementale. Elles sont relativement peu appréhendées dans la littérature bien qu'elles puissent avoir un impact environnemental substantiel (Hillary, 2000). Un des objectifs de cette thèse est de participer à combler ce vide, en étudiant les PME mais aussi en les comparant aux grandes entreprises, afin de mieux mettre en évidence leurs spécificités.

Comme nous l'avons déjà indiqué, les enjeux sont forts dans la mesure où les PME peuvent contribuer potentiellement à 70% de la pollution industrielle mondiale (Groundwork Foundation, 1995). Malgré leur petite taille et bien que leur impact environnemental individuel soit faible, c'est l'impact cumulé de toutes les PME qui contribue très fortement à la pollution au niveau mondial (Schaper, 2002). Bien qu'elles aient un impact environnemental potentiellement important, les PME ne sont pas conscientes de celui-ci, ce qui peut impliquer un effet négatif sur leur niveau d'implication en matière environnementale (Seidel *et al.*, 2009). En effet, certains dirigeants perçoivent l'impact environnemental de leur entreprise comme étant très faible, ne nécessitant pas d'attention et donc d'intérêt pour initier une démarche environnementale (Hillary, 2000; Parker, Redmond et Simpson, 2009; Revell et Blackburn, 2007). Ils pensent que ces problématiques sont plus importantes pour les grandes entreprises (Drake, Purvis et Hunt, 2004). Les PME sont généralement considérées comme étant difficiles à mobiliser par rapport aux grandes entreprises qui sont plus facilement atteignables par la réglementation environnementale (Rutherford, Blackburn et Spence, 2000), tandis que les grandes entreprises sont perçues comme étant plus polluantes et avec un impact environnemental négatif plus important (Tilley, 1999). Il résulte que les grandes entreprises sont en avance sur les PME, elles sont plus actives environnementalement (Tilley, 1999).

Du fait de ce contexte, il convient d'étudier les « vraies » capacités des PME à innover environnementalement. Il est intéressant de noter que deux perspectives s'opposent sur l'évaluation de telles capacités. Une première perspective conçoit les PME comme n'ayant pas de ressources suffisantes pour mettre en place des innovations environnementales ou des stratégies en faveur de l'environnement. En cela, cette perspective rejoint les arguments des approches en lien avec la réglementation évoqués plus haut (*cf.* Sous-partie 2.1 de ce chapitre). La seconde perspective considère au contraire que les PME ont des capacités pour innover et à mettre en œuvre des stratégies environnementales dans la lignée des approches stratégiques (*cf.* Sous-partie 2.2 de ce chapitre).

La première perspective est partagée par un certain nombre d'auteurs qui portent l'accent sur les difficultés des PME à mettre en œuvre des innovations environnementales compte tenu de leurs ressources limitées (Rutherford *et al.*, 2000; Williamson et Lynch-Wood, 2001). L'implication des PME en matière environnementale est vue comme étant relativement limitée (Remmen, 2001). Communément, les PME sont considérées comme étant moins conscientes de leur impact sur l'environnement, ce qui constitue un obstacle fort pour la mise en œuvre de démarches environnementales (Hillary, 1995; Rutherford *et al.*, 2000). Certaines études réalisées sur les PME, comme celle de Baylis, Connell et Flynn (1998) révèlent que les PME sont peu conscientes, moins que les grandes entreprises, qu'une démarche environnementale peut avoir pour résultat une diminution des coûts. Par ailleurs, les PME peuvent souffrir d'un manque d'expertise en management environnemental (Hillary, 2000; Tilley, 2000), certains dirigeants ne percevant pas qu'ils ont les capacités de mener une démarche environnementale (Revell et Blackburn, 2007). Cette perspective, en mettant en évidence les déficits des PME, considère que les politiques publiques et la réglementation sont essentielles pour les inciter à développer des innovations environnementales (Baylis *et al.*, 1998; Doran et Ryan, 2012; Rennings et Rammer, 2011).

Par opposition, la seconde perspective défend la vision que les PME sont capables de développer des stratégies environnementales, en étant proactives (Boiral, Baron et Gunnlaugson, 2014; Williams et Schaefer, 2013). Une PME peut être considérée comme étant proactive si elle met en œuvre une stratégie volontaire qui va au-delà des contraintes imposées par la réglementation et qui n'est pas une réponse à des pressions du secteur d'activité (Sharma et Vredenburg, 1998). En outre, elle perçoit la préservation de l'environnement comme une source d'opportunités plutôt qu'un problème (Brìo et Junquera, 2003). Dans cette perspective, les PME sont vues au travers de leurs capacités organisationnelles (Roome et Wijen, 2006), notamment leur flexibilité et leur réactivité (Brìo et Junquera, 2003) qui peuvent favoriser la mise en œuvre d'innovations environnementales. Bien que les PME soient généralement perçues comme étant moins responsables au niveau environnemental (Gadenne, Kennedy et McKeiver, 2009), elles se préoccupent de leur impact (Noci et Verganti, 1999). Si certaines PME développent des innovations environnementales pour se conformer à la réglementation, d'autres mettent en œuvre, de manière proactive, des démarches d'innovations environnementales en les considérant comme des opportunités à saisir (Brìo et Junquera, 2003). Les entreprises proactives développent des innovations environnementales en allant plus loin que la réglementation et en considérant d'autres forces (Buisse et Verbeke, 2003) provenant de parties-prenantes (consommateurs, fournisseurs, associations, organisations non gouvernementales...). En particulier, dans ces PME, le rôle du dirigeant et de ses valeurs personnelles ainsi que son implication sont essentiels pour s'engager dans une démarche proactive d'innovation environnementale (Williams et Schaefer, 2013).

Cette perspective fait écho aux apports de la *RBV* et de ses extensions qui conduisent à reconnaître des comportements volontaires et non seulement contraints des PME qui introduisent des innovations environnementales, ce qui peut être mis en relation avec l'intention stratégique (Hamel et Prahalad, 2005). Ces entreprises mobilisent leurs ressources et connaissances pour mettre en œuvre ces innovations dans le cadre d'une stratégie environnementale volontaire. Ces ressources et connaissances peuvent être vues comme des actifs stratégiques (Barney, 1991; Grant, 1996; Wernerfelt, 1984) pouvant conférer aux PME dans le cadre d'innovations environnementales des avantages concurrentiels ainsi que des performances économiques et environnementales supérieures.

Vis-à-vis de ces deux positionnements relativement distincts, nous défendons la thèse que les PME possèdent des capacités et des ressources qui peuvent favoriser la mise en place d'innovations environnementales. En effet, en accord avec notre positionnement théorique qui fait appel à l'hypothèse de Porter et les théories basées sur les ressources, compétences et connaissances, nous considérons que les PME peuvent avoir des stratégies volontaires et se doter des ressources nécessaires pour mettre en œuvre des innovations environnementales. Ainsi, nous cherchons à aller au-delà d'une explication strictement réglementaire et de mise en conformité des PME. Pour cela, il convient de préciser les effets des déterminants synthétisés dans les trois catégories préalablement étudiées (liés à leurs ressources et connaissances, au marché et à la réglementation) en lien avec les caractéristiques propres aux PME qui peuvent influencer notablement, de manière favorable ou non, leur comportement d'innovation en matière environnementale.

❖ Spécificités liés à la technologie pour l'innovation environnementale des PME

Au niveau des déterminants liés à la technologie, un premier élément à considérer est l'effet de la taille de l'entreprise qui peut être ambivalent. En effet, la taille de l'entreprise peut avoir un effet positif sur l'innovation environnementale, les plus grandes entreprises bénéficiant de plus de ressources financières et humaines (Rehfeld *et al.*, 2007) sont donc davantage susceptibles de s'engager dans le développement d'innovations environnementales (Cuerva *et al.*, 2014; De Marchi, 2012). Ce point serait donc en défaveur des PME qui auraient moins de facilités à s'engager dans une démarche d'innovation environnementale par rapport aux plus grandes entreprises. Plus précisément, les PME peuvent souffrir d'un manque de ressources liées à leur capital, aux connaissances, et aux employés qualifiés qui peuvent limiter leurs capacités d'innovation (Bos-Brouwers, 2010). Les PME peuvent avoir plus fréquemment des problèmes financiers avec notamment un moins bon accès aux financements (Hillary, 2000). Ce manque de ressources financières peut pénaliser les PME pour faire face à la réglementation environnementale (Hillary, 2000). Dans cette optique, les PME considèrent généralement des investissements qui ont des bénéfices à court-terme (Biondi *et al.*, 2002), alors que les innovations environnementales ont plutôt des bénéfices sur le moyen ou long-terme, ce qui peut créer des conflits pour innover (Bos-Brouwers, 2010). Cependant, malgré leur désavantage lié à leur manque de

ressources, les PME peuvent mettre en œuvre des stratégies d'innovations environnementales proactives (Roome et Wijen, 2006). Bos-Brouwers (2010) a mis en évidence le fait que même si les PME souffrent d'un manque de ressources, les entreprises les plus actives environnementalement compensent ce manque de ressources en favorisant différentes activités et en développant des coopérations.

En outre, les PME bénéficient également d'avantages liés à leur taille comme leur flexibilité, elles sont, de ce fait, plus réactives (Aragón-Correa *et al.*, 2008), ce qui, par rapport aux plus grandes entreprises, peut leur conférer un avantage concurrentiel (Barney, 1991). Cette flexibilité leur permet de mieux incorporer une stratégie environnementale (Larson, 2000) et facilite ainsi la mise en place d'innovations en la matière (Hemmelskamp, 1999). Plus spécifiquement, la flexibilité des PME leur permet d'être plus efficaces, effectives et de mieux répondre aux changements de l'environnement (Bos-Brouwers, 2010). La plus grande simplicité des structures de gouvernance des PME peut être un atout pour implémenter des stratégies environnementales, en comparaison avec les grandes entreprises (Freel, 2000).

Par ailleurs, les PME ont des avantages au niveau de leurs comportements qui peuvent contrebalancer leurs manques de ressources (Bos-Brouwers, 2010). Ces avantages comportementaux sont dus au leadership du dirigeant, aux capacités organisationnelles et au personnel motivé dont bénéficient généralement les PME (Bos-Brouwers, 2010). Certaines PME peuvent bénéficier d'un haut niveau de capital humain (Bougrain et Haudeville, 2002; Heunks, 1998) qui contribue à l'adoption d'innovation environnementale. Toutefois, cela doit être relativisé du fait que les PME en particulier peuvent manquer des ressources humaines pour s'adapter aux exigences de la réglementation environnementale (Hillary, 2000). Certains dirigeants de PME possèdent moins de connaissances et de compréhension des problématiques environnementales, ce qui rend plus difficile leur mise en œuvre dans leur entreprise (Tilley, 1999). Du fait du manque de connaissances, ces dirigeants sont moins enclins à impulser des démarches environnementales ou à effectuer des améliorations en ce sens (Seidel *et al.*, 2009).

D'autres types de ressources, telles les connaissances, semblent très importantes pour l'innovation environnementale (De Marchi, 2012). Dans la théorie basée sur les connaissances (*Knowledge-based view*, ou *KBV*) à laquelle nous faisons appel, les connaissances sont vues comme les ressources les plus importantes de l'entreprise avec

des implications fortes pour acquérir un avantage compétitif et mettre en œuvre des stratégies (Grant, 2015) notamment d'innovations environnementales. En particulier, l'activité d'acquisition de connaissances est fondamentale pour l'entreprise (Grant, 1996). Elle peut s'effectuer *via* des universités ou centres de recherche, même si ce moyen est plus fréquemment mobilisé par les grandes entreprises que les PME (De Marchi, 2012). Egalement, pour acquérir des connaissances, les PME bénéficient de capacités de R&D interne généralement plus fortes que les grandes entreprises (Brìo et Junquera, 2003). Toutefois, la R&D externe peut être vue comme étant plus coûteuse par les PME car les coûts de transaction peuvent être plus importants (Love et Roper, 2002). En ce qui concerne la capacité d'absorption de connaissances (i.e. *ACAP*), les PME ont généralement une plus faible capacité d'absorption (Spithoven, Clarysse et Knockaert, 2011). Celle-ci est définie comme étant « la capacité à reconnaître la valeur d'une nouvelle information, à l'assimiler et à l'appliquer à des buts commerciaux » (Cohen et Levinthal, 1990, p. 128). Ceci peut être relativement pénalisant du fait du nombre important de connaissances nécessaires pour innover en matière environnementale.

❖ **Spécificités liés au marché pour l'innovation environnementale des PME**

En ce qui concerne les déterminants liés au marché, certaines spécificités apparaissent du point de vue des PME. Ces dernières peuvent avoir des difficultés à s'adapter aux marchés qui sont en constante évolution (Hillary, 2000). Traditionnellement, les PME sont présentes sur des marchés nationaux et peu exportatrices sur les marchés internationaux, les marchés internationaux pouvant être relativement différents en termes d'attentes des consommateurs et de réglementation (Seidel *et al.*, 2009). Entrer sur un nouveau marché à l'international peut être une difficulté supplémentaire pour les PME comme elles manquent de connaissances sur ces marchés (Tiwari et Buse, 2007). Généralement, les PME sont plutôt présentes sur des petits marchés à la différence des grandes entreprises (Aragón-Correa *et al.*, 2008), ce qui peut être un désavantage pour innover environnementalement (Acs et Audretsch, 1987). Toutefois, les PME peuvent adopter d'autres stratégies sur ces marchés. Elles peuvent être motivées par une meilleure performance en développant de nouveaux produits (Horbach, 2008) ou en se positionnant sur un marché de niche (Hemmelskamp, 1999). En ce qui concerne les parties prenantes, d'autres éléments peuvent freiner les

stratégies d'innovation environnementale des PME. Certaines PME ne perçoivent que peu de pression des parties prenantes externes comme les consommateurs ou les fournisseurs pour adopter des systèmes de management environnementaux (ou *Environmental Management System, EMS*) (Hillary, 2000). En particulier, la pression des consommateurs pour des produits plus respectueux de l'environnement peut être vue comme faible et difficile à percevoir pour les PME (Drake *et al.*, 2004). Du fait de leur moins grande formalisation au niveau de leur organisation, les PME manquent de visibilité pour les consommateurs et les questions environnementales sont parfois peu importantes pour elles (Bos-Brouwers, 2010). Ces derniers éléments spécifiques aux PME peuvent avoir un impact non négligeable sur leurs stratégies d'innovation environnementale.

❖ **Spécificités liés à la réglementation pour l'innovation environnementale des PME**

Au niveau de la réglementation également, les effets semblent pouvoir être nuancés du point de vue des PME. Suivant la taille de l'entreprise, la réglementation environnementale n'est pas neutre (Dean et Brown, 1995). La réglementation peut avoir un coût plus important pour les PME que pour les grandes entreprises (Darnall, Henriques et Sadorsky, 2010), ce qui pourrait désavantager les PME pour innover environnementalement. En effet, du fait de leur manque de ressources, les PME sont plus impactées par une réglementation forte par rapport aux grandes entreprises. Les incitations à adopter des démarches plus responsables environnementalement sont calibrées pour les grandes entreprises plutôt que pour les PME (Drake *et al.*, 2004). Il en résulte que les intérêts des PME sont soumis à ceux des grandes entreprises, et subissent de plus fortes pressions pour se conformer aux normes imposées (Drake *et al.*, 2004). Les PME peuvent être désavantagées par une réglementation trop stricte, elles peuvent être moins aptes à faire face à celle-ci (Brìo et Junquera, 2003). Certaines PME peuvent avoir du mal à se conformer à la réglementation environnementale, impliquant des risques financiers, il en résulte la mise en œuvre d'innovations environnementales présentant des bénéfices à court-terme (Drake *et al.*, 2004). Toutefois, une régulation forte peut contraindre ce type d'entreprise à avoir une démarche environnementale (Revell, Stokes et Chen, 2010). Pour toutes les entreprises, notamment les PME, le respect de la réglementation est la source de motivation environnementale la plus

répandue (Baylis *et al.*, 1998). C'est dans cette perspective que cette spécificité PME est d'autant plus importante à considérer : la réglementation au niveau environnemental, entre autres facteurs, peut contribuer à faire adopter aux PME des approches environnementales adaptées (Azzone et Noci, 1998; Noci et Verganti, 1999). Il est également montré que la réglementation environnementale peut parfois inciter les PME à aller plus loin que ce qui est requis (Drake *et al.*, 2004). C'est en tout cas un moyen d'attirer l'attention des PME sur les problématiques environnementales (Baylis *et al.*, 1998), en les impliquant dans des démarches plus respectueuses de l'environnement (Drake *et al.*, 2004). Dans cette perspective, les coûts afférents aux innovations environnementales pourraient être compensés par les bénéfices que ces innovations procurent (Porter et van der Linde, 1995). Cependant, l'innovation environnementale des PME n'est pas uniquement une réponse à des réglementations (Aragón-Correa *et al.*, 2008) mais comme il a été vu auparavant, le processus est plus complexe. Dans cette perspective, une réglementation environnementale ne peut garantir à elle seule l'adoption d'innovations environnementales, les PME pouvant choisir de se conformer uniquement au niveau requis par la réglementation (Drake *et al.*, 2004). Il convient également de ne pas considérer les PME comme étant un groupe d'entreprises homogènes face à la réglementation mais plutôt de prendre en compte différentes interventions en matière de réglementation qui tiennent compte de l'hétérogénéité des PME (Parker *et al.*, 2009).

En résumé, deux perspectives sur l'innovation environnementale des PME s'opposent. La première perspective, en lien avec la réglementation, néglige les capacités des PME à introduire des innovations environnementales. Cette capacité est étudiée en creux comme une simple mise en conformité aux normes réglementaires. La seconde perspective en lien avec l'approche stratégique que nous adoptons, reconnaît l'existence de compétences organisationnelles, voire de capacités supérieures liées à la petite taille ou au déficit de ressources qui conduit les PME à les compenser par des stratégies actives de recherche de solutions en externe. Le cadre d'analyse adopté est suffisamment flexible pour intégrer ces deux perspectives. Il s'agit, dans l'optique de l'hypothèse de Porter, de reconnaître le rôle que peut jouer la réglementation pour inciter les PME à adopter des stratégies d'innovation environnementale tout en

cherchant à ne pas réduire l'explication à ce seul déterminant. Nous introduisons donc explicitement le rôle clé des ressources et des compétences hérités de la *RBV* et de la *KBV* et de leur capacité à mettre en œuvre des stratégies volontaires d'innovation environnementale.

Synthèse du chapitre

Ce premier chapitre avait pour objectif de replacer l'innovation environnementale dans son contexte, avec ses enjeux, sa terminologie, puis de s'intéresser aux définitions et concepts mobilisés pour ensuite s'attacher à mettre en évidence les spécificités propres aux innovations environnementales au regard des déterminants, des barrières et des caractéristiques des PME.

Les principaux points qu'il convient de noter de ce premier chapitre sont les suivants :

(1) Dans la première partie de ce chapitre, nous avons commencé par présenter l'innovation environnementale qui est un domaine de recherche récent (i), avec des enjeux forts (ii) et une terminologie non unifiée (iii), nous avons examiné ensuite les différentes définitions (iv) :

- (i) Le développement durable (Brundtland, 1987) puis la responsabilité sociale de l'entreprise (RSE) ont pu constituer un contexte favorable au développement des innovations environnementales.
- (ii) L'innovation environnementale présente des enjeux forts pour les entreprises mais aussi pour les consommateurs. Le premier enjeu pour les entreprises est environnemental. Les innovations, du fait des modes de production plus durables et responsables mis en œuvre, ont un impact positif direct sur la préservation de l'environnement. Le deuxième enjeu est économique, les innovations environnementales permettent aux entreprises d'acquérir un avantage concurrentiel (Porter et van der Linde, 1995), notamment par la différenciation (Shrivastava, 1995). Les innovations environnementales sont également sources, *via* leur impact environnemental positif, de bénéfices pour la société et elles créent des situations gagnant-gagnant (Horbach *et al.*, 2013).

- (iii) Diverses terminologies désignent les innovations dites « vertes », comme « innovation environnementale », « éco-innovation », « innovation verte », et « innovation soutenable ». Le terme « innovation environnementale » ou IE en abrégé (ou « *environmental innovation* », *EI* en anglais) est le plus employé. Nous privilégierons ce terme compte tenu de la précision de la définition et de sa portée.

- (iv) Dans cette thèse, nous retenons la définition des innovations environnementales suivante : ce sont « *toutes les mesures des acteurs appropriés (entreprises, politiciens, syndicats, associations, églises, ménages) qui (i) développent de nouvelles idées, comportements, produits et procédés, (ii) les appliquent ou les introduisent et (iii) qui contribuent à une réduction de l'impact environnemental ou à des buts spécifiques de développement environnemental durable* » (Rennings, 2000, p. 322).

(2) D'un point de vue théorique, le concept d'innovation environnementale est un concept nouveau, en évolution. Deux perspectives distinctes se dégagent : d'un côté des approches d'essence strictement économique conceptualisent l'innovation environnementale comme le résultat de politiques publiques incitatives (i), de l'autre côté, des approches d'essence stratégique conçoivent l'innovation environnementale comme le résultat de comportements volontaires des entreprises (ii). Nous préciserons à la suite notre positionnement (iii).

- (i) Parmi les approches conduites par la réglementation nous avons distingué les approches néolibérales, institutionnalistes ainsi que l'hypothèse de Porter.

- (ii) Dans les approches qui partagent une vision stratégique de l'innovation environnementale, nous avons successivement examiné les perspectives évolutionnistes et co-évolutionnistes puis les théories des ressources, compétences et connaissances et la théorie naturelle des ressources et compétences.

- (iii) C'est en combinant deux perspectives que nous adoptons un positionnement théorique qui considère à la fois l'hypothèse de Porter (Porter, 1991; Porter et van der Linde, 1995) et les approches basées sur les ressources, compétences et connaissances (*RBV* et *KBV*) (Barney, 1991; Grant, 1996; Wernerfelt, 1984). Ce cadre théorique présente l'avantage de permettre la prise en compte à la fois des éléments externes à l'entreprise (la réglementation notamment) et des éléments qui lui sont internes (les ressources, compétences et connaissances propres à l'entreprise en particulier) qui restent étudiés de manière isolée dans la littérature. Ce cadre théorique nous permet de conceptualiser la PME comme n'étant non seulement sensible à des incitations règlementaires mais dotée de capacités organisationnelles, stratégiques ainsi que de ressources propres.

(3) Nous avons cherché à identifier d'éventuelles spécificités de l'innovation environnementale au niveau (i) de ses déterminants (ii), de ses barrières (iii) ainsi qu'au niveau des caractéristiques des PME (iv) :

- (i) Nous avons justifié l'intérêt d'adopter une approche de synthèse (Coombs et Miles, 2000) pour identifier d'éventuelles spécificités associées aux innovations environnementales par rapport aux innovations technologiques.
- (ii) Certains déterminants aux innovations environnementales s'avèrent *a priori* spécifiques sans que l'on puisse l'affirmer dans le cas des PME. La réglementation a un effet incitatif fort pour l'innovation environnementale (Rennings, 2000). Par rapport aux innovations technologiques, les déterminants liés à la technologie et aux compétences, connaissances associées semblent marqués par certaines spécificités. Les déterminants liés au marché ont des spécificités liées essentiellement à l'impact environnemental des innovations.
- (iii) Les barrières rencontrées pour innover en matière environnementale peuvent être relatives aux coûts, aux connaissances et au marché. Ce type

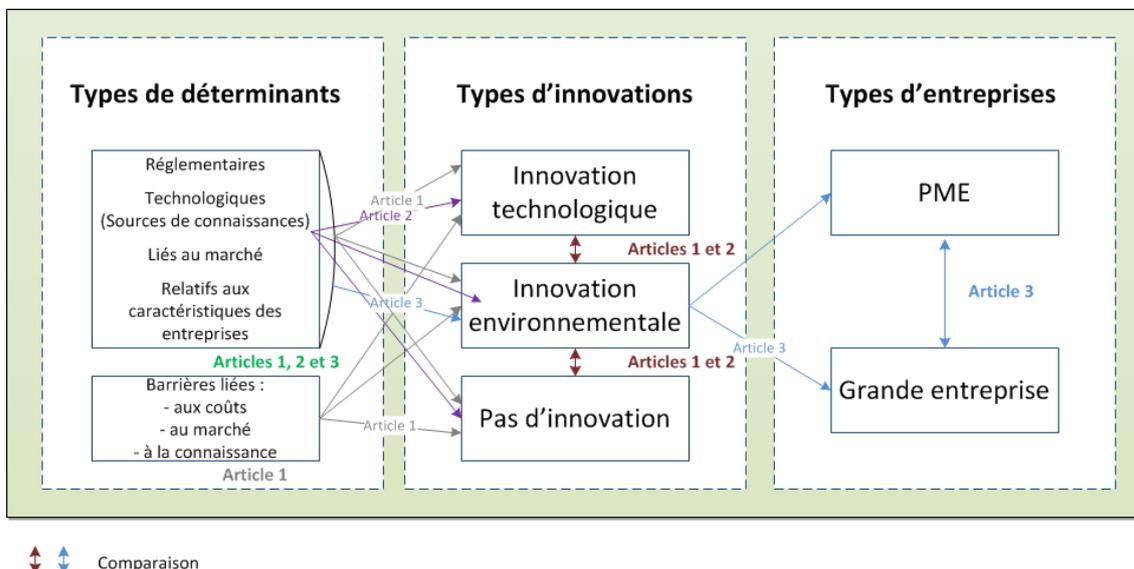
d'innovation semble être plus complexe à mettre en œuvre pour l'entreprise qui supporte plus de risques, d'incertitude et de coûts (De Marchi, 2012).

- (iv) En dépit d'un déficit de littérature sur les innovations environnementales des PME, certaines caractéristiques propres à cette catégorie d'entreprise semblent nuancer les effets des déterminants. Au plan théorique, deux perspectives s'opposent : une première perspective, liée aux approches réglementaires, voit les PME comme n'ayant pas les capacités (Rutherford *et al.*, 2000; Williamson et Lynch-Wood, 2001), tandis que la deuxième perspective, liée aux approches stratégiques, considère que les PME ont des capacités pour innover et mettre en œuvre des stratégies environnementales (Boiral *et al.*, 2014; Williams et Schaefer, 2013). Notre cadre d'analyse est suffisamment flexible pour intégrer les arguments associés à ces deux perspectives. Ainsi, nous défendons la thèse qu'au-delà d'une réponse aux facteurs réglementaires propres à l'hypothèse de Porter, les PME sont capables de mettre en œuvre des stratégies volontaires d'innovations environnementales conformément aux apports des approches basées sur les ressources, compétences et connaissances (*RBV* et *KBV*).

Modèle conceptuel

Ce premier chapitre suivi de sa synthèse permettent d'élaborer le modèle conceptuel suivant (Figure 8) qui schématise les différentes analyses réalisées ainsi que leur niveau. Nous avons mené une revue de littérature que nous avons souhaité la plus exhaustive possible pour rendre compte d'éventuelles spécificités propres aux innovations environnementales au regard de leurs déterminants, de leurs barrières et des caractéristiques des PME adoptantes ou non adoptantes. Nous nous sommes appuyés sur une comparaison entre les types d'innovation, en particulier les innovations environnementales et technologiques. Nous avons également fait appel à une comparaison entre les PME et les grandes entreprises pour mettre en lumière les particularités des PME en innovation environnementale.

Figure 8. Modèle conceptuel de l'innovation environnementale



Pour rappel (*cf.* Introduction générale), l'article 1 s'intéresse aux déterminants de l'innovation des PME innovantes environnementalement ainsi qu'aux barrières rencontrées par ces PME innovantes. Pour rendre compte des spécificités associées à ce type d'innovation, une comparaison est menée avec les entreprises technologiquement innovantes et non-innovantes. Les déterminants pour l'innovation environnementale commencent à être connus pour les grandes entreprises mais ne sont pas suffisamment étudiés pour les PME, de même que les barrières qui ne font l'objet que de peu de

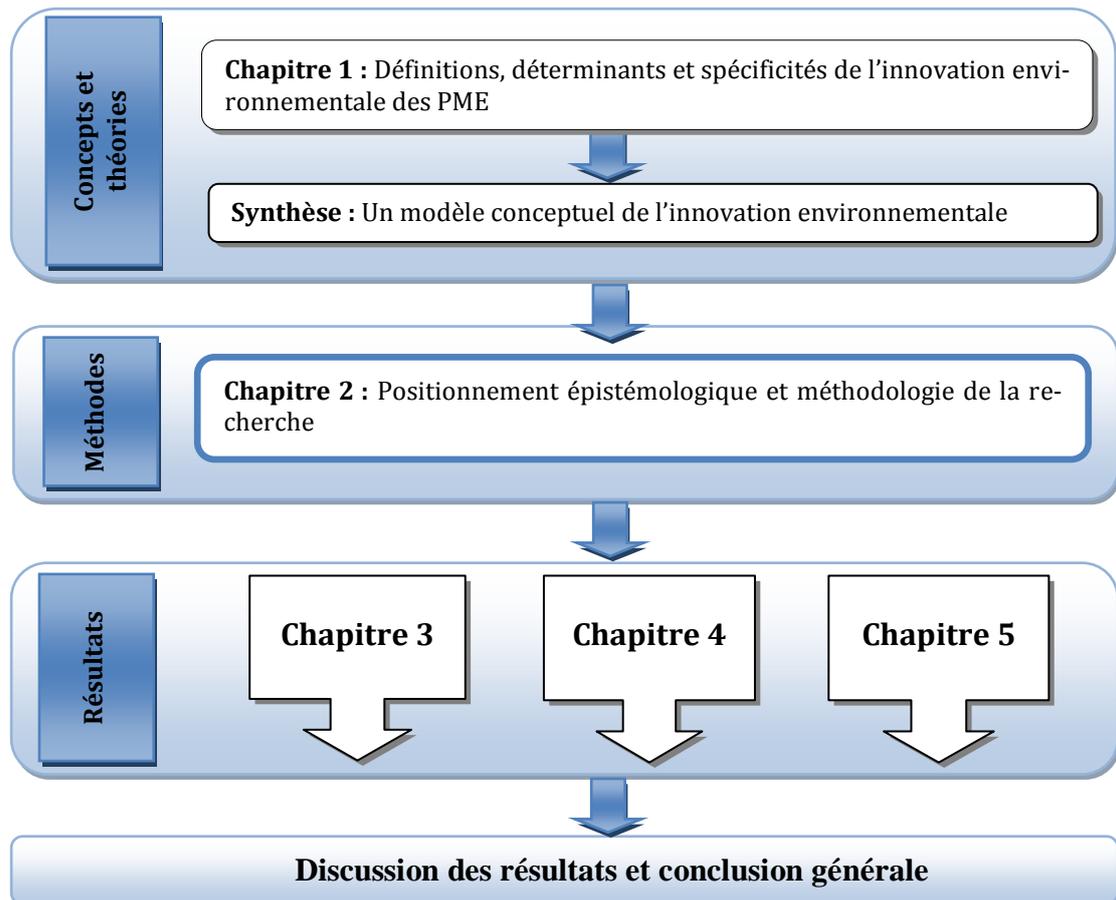
recherche (Del Río González, 2009). De ce fait, nous avons souhaité étudier conjointement les déterminants et les barrières des PME, pour contribuer à la littérature.

L'article 2 approfondit les connaissances sur les déterminants en s'intéressant aux sources de connaissances des PME innovantes environnementalement et technologiquement (PME non innovantes en référence). Partant du constat que les sources de connaissances sont importantes pour l'innovation, et le sont encore plus pour l'innovation environnementale (De Marchi, 2012), nous avons constaté qu'elles n'ont été que peu étudiées pour les PME, mais plutôt pour les grandes entreprises (Cainelli *et al.*, 2015; Horbach *et al.*, 2013). Nous souhaitons mettre en évidence les sources de connaissances internes et externes ainsi que leur interrelations utilisées par les PME innovantes environnementalement par rapport aux PME innovantes technologiquement et non-innovantes.

L'article 3 propose une analyse des différentes entreprises innovantes environnementalement, PME et grandes entreprises, qui permet de faire émerger les caractéristiques propres aux PME et les profils stratégiques existants pour l'innovation environnementale. Cet article répond au déficit de connaissance des profils stratégiques des entreprises innovantes en matière environnementale et ce, dans un contexte où les entreprises de différentes tailles sont rarement étudiées ensemble (Aragón-Correa *et al.*, 2008; Briò et Junquera, 2003).

Chapitre 2

Positionnement épistémologique et méthodologique de la recherche



Plan du chapitre 2

Introduction	97
1. Design général de la recherche	98
1.1 <i>Du positivisme aux réalismes scientifique et critique.....</i>	<i>98</i>
1.2 <i>Positionnement épistémologique retenu : le réalisme critique.....</i>	<i>101</i>
1.3 <i>Choix d'une démarche hypothético-déductive.....</i>	<i>103</i>
2. Méthodologie de la recherche : une approche quantitative.....	104
2.1 <i>Intérêt et choix d'une méthodologie quantitative</i>	<i>104</i>
2.2 <i>Choix des méthodes économétriques et contrôle des biais potentiels</i>	<i>106</i>
2.2.1 <i>Deux modèles pour étudier les déterminants et les barrières à l'innovation environnementale des PME (article 1)</i>	<i>106</i>
2.2.2 <i>Un modèle multinomial pour évaluer l'effet des sources de connaissances sur l'innovation environnementale (article 2)</i>	<i>109</i>
2.2.3 <i>Une classification pour déterminer les profils stratégiques des entreprises innovantes environnementalement (article 3).....</i>	<i>112</i>
2.3 <i>Mesures de l'innovation environnementale.....</i>	<i>114</i>
2.4 <i>Présentation et intérêt des enquêtes utilisées</i>	<i>118</i>
2.4.1 <i>L'enquête ad hoc régionale.....</i>	<i>118</i>
2.4.2 <i>La base de données ORBIS</i>	<i>121</i>
2.4.3 <i>L'enquête française CIS.....</i>	<i>121</i>
3. Validité et fiabilité de la méthodologie quantitative.....	122
3.1 <i>Validité de la recherche.....</i>	<i>123</i>
3.2 <i>Gestion des biais potentiels relatifs aux échantillons.....</i>	<i>126</i>
3.3 <i>Opérationnalisation des variables.....</i>	<i>128</i>
Synthèse du chapitre	132
Cohérence de la démarche	135

Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons l'épistémologie adoptée et la méthodologie mise en œuvre tout au long de cette recherche pour mieux comprendre les déterminants et les spécificités des innovations environnementales des PME.

La première section de ce chapitre développe le cheminement logique effectué, partant du positionnement épistémologique pour aller jusqu'à la stratégie d'accès au réel. Après avoir présenté les paradigmes épistémologiques positivistes et post-positivistes réalistes scientifiques et critiques, nous justifions le choix de notre positionnement épistémologique, le réalisme critique. La stratégie d'accès au réel retenue basée sur une démarche de test et un raisonnement associé de type hypothético-déductif, est ensuite développée.

Dans la seconde section, la méthodologie employée pour étudier les innovations environnementales, de nature quantitative, est expliquée et motivée. Pour chacun des articles, nous justifions nos choix des différentes méthodes économétriques et les contrôles qui ont été effectués afin de garantir une recherche fiable avec des résultats robustes. Nous passons ensuite en revue les différentes mesures existantes de l'innovation environnementale. Cela nous permet d'apporter des justifications quant aux choix des dispositifs méthodologiques, en particulier les enquêtes sur l'innovation que nous avons utilisées. Ces enquêtes ont chacune un périmètre différent. Alors que la première enquête mobilisée est une enquête *ad hoc* régionale (région Rhône-Alpes), la seconde correspond au volet français de l'enquête communautaire de l'innovation (CIS). Les données complémentaires utilisées pour l'analyse issues de la base de données ORBIS sont également présentées.

La dernière section fournit les éléments de validité et fiabilité de la méthodologie quantitative propres à notre recherche. Nous examinons tout d'abord la fiabilité de la recherche puis la validité interne et la validité externe. Nous développons également l'approche subjective de l'innovation propre aux enquêtes déclaratives ainsi que sa portée. L'opérationnalisation des variables est ensuite précisée. Un schéma de synthèse sur la cohérence de la démarche adoptée est proposé à la fin du chapitre.

1. Design général de la recherche

La réflexion épistémologique est, selon Martinet (1990, p. 8), « *consubstantielle à la recherche qui s'opère* », justifiant l'importance que nous avons accordé à l'épistémologie de notre recherche.

Pour Piaget (1967, p. 6), l'épistémologie est « *l'étude de la constitution des connaissances valables* ». Cette définition fait référence aux interrogations épistémologiques auxquelles le chercheur fait face, c'est-à-dire : (i) quelle est la vision de la réalité ?, ou hypothèses d'ordre ontologique, (ii) quelles sont les hypothèses fondatrices pour la conception de la connaissance ?, d'ordre épistémique, (iii) comment élaborer les connaissances et quelle est leur validité ?, ou encore d'ordre méthodologique. Ces différentes hypothèses sont examinées dans le cadre de ce chapitre. Notre stratégie d'accès au réel est ensuite détaillée.

1.1 Du positivisme aux réalismes scientifique et critique

Parmi les principaux paradigmes épistémologiques contemporains en sciences de gestion, il est possible de différencier le paradigme positiviste des paradigmes post-positivistes (Gavard-Perret *et al.*, 2012). Le paradigme positiviste fondé par Auguste Comte est issu des sciences de la nature. Les paradigmes post-positivistes ont ensuite émergé : le constructiviste, l'interprétativisme, le réalisme (Gavard-Perret *et al.*, 2012).

Bien qu'il existe de nombreuses postures épistémologiques en sciences de gestion, toutes ne sont pas compatibles avec la recherche que nous menons et une méthodologie quantitative. Certaines postures épistémologiques étant plus fréquemment mobilisées dans le cadre de la recherche qualitative, telles que les postures constructivistes et interprétativistes (Gavard-Perret *et al.*, 2012), elles ne seront pas considérées dans la construction de notre positionnement épistémologique. Par conséquent, les principales postures épistémologiques mobilisées dans le cadre de recherches avec des méthodologies quantitatives en sciences de gestion sont le positivisme, le réalisme scientifique et le réalisme critique.

Nous avons hésité entre ces trois paradigmes dans notre positionnement épistémologique. De ce fait, nous avons commencé par considérer le positionnement épistémologique positiviste logique, puis notre intérêt s'est porté sur le réalisme scientifique et le réalisme critique, paradigmes post-positivistes. Nous allons nous

intéresser plus particulièrement à chacun d’entre eux, une synthèse est proposée dans le Tableau 4.

Tableau 4. Synthèse des paradigmes épistémologiques considérés

	Positivisme	Réalisme scientifique	Réalisme critique
Hypothèse d'ordre ontologique	Il existe un réel indépendant de l’intérêt et de l’attention que peut lui porter le chercheur.	Il existe un réel en soi (LE réel) indépendant de ce qui est perçu et des représentations que le chercheur peut en avoir.	Il existe un réel en soi indépendant de, et antérieur à, l’attention que peut lui porter un chercheur qui l’observe. Le réel est organisé en trois domaines stratifiés : le réel profond, le réel actualisé et le réel empirique.
Hypothèse d'ordre épistémique	Le réel est objectif, unique, connaissable. Le seul réel considéré est le réel observable.	LE réel (en soi) n’est pas forcément connaissable (faillibilité des dispositifs de mesure).	Le réel profond n’est pas observable. L’explication scientifique consiste à imaginer le fonctionnement des mécanismes générateurs qui sont à l’origine des événements perçus.
But de la connaissance	Etablir des lois invariables décrivant des relations immuables entre des faits observables et mesurables scientifiquement. Recherche des lois des phénomènes (le «comment»).	Connaître et expliquer des phénomènes observables (<i>via</i> éventuellement des concepts inobservables). Conception représentationnelle de la connaissance. Énoncés sous forme réfutable.	Mettre au jour les mécanismes générateurs et leurs modes d’activation. Conception représentationnelle des mécanismes générateurs.
Modes de justification spécifiques	Extériorité par rapport au phénomène étudié. Rester détaché et distant de son objet d’étude. Objectivité, neutralité, conditions contrôlées. Mode de connaissance objectif.	Neutralité et objectivité. Justification de la validité interne/externe, tests statistiques d’hypothèses et réplication.	Pouvoir explicatif des mécanismes générateurs identifiés. Justification de la validité des mécanismes générateurs <i>via</i> des mises à l’épreuve successives dans des recherches quantitatives ou qualitatives.

Source : D’après Gavard-Perret *et al.* (2012)

Dans son hypothèse ontologique, le positivisme logique prend en compte le réel de manière indépendante de l’intérêt et de l’attention qui lui est accordé par le chercheur, c’est le réel observable (*via* l’observation) qui est uniquement pris en compte (Gavard-Perret *et al.*, 2008). Il est de ce fait objectif, unique et il peut être connu, appréhendé de manière neutre. Une deuxième hypothèse, de détermination naturelle,

voit le réel comme étant gouverné par des lois naturelles, à la fois « *immuables, [...] observables et mesurables scientifiquement* » (Gavard-Perret *et al.*, 2008, p. 22). L'hypothèse d'ordre épistémique indique que ce réel permet d'observer les faits, d'établir des lois scientifiques pour les phénomènes, plus que de s'intéresser aux causes profondes. Il résulte l'hypothèse d'ordre méthodologique, dite d'épistémologie objectiviste dualiste, où la place du chercheur est extérieure au phénomène étudié, tout en excluant les considérations de valeurs qui sont susceptibles d'avoir une influence sur lui (Gavard-Perret *et al.*, 2008). Les relations observables du réel sont de type cause à effet, avec un mode de raisonnement logique déductif (Gavard-Perret *et al.*, 2008).

A la suite du positivisme, deux paradigmes majeurs post-positivistes ont émergé : le réalisme scientifique et le réalisme critique issus de critiques adressées au positivisme, en faveur d'un « positivisme aménagé » qui s'allège des contraintes posées par le positivisme (Gavard-Perret *et al.*, 2012). Il convient de noter que ces deux paradigmes sont relativement imbriqués, tout en ayant une frontière commune parfois floue (Gavard-Perret *et al.*, 2012).

Le premier paradigme, le réalisme scientifique, a été notamment conceptualisé par Hunt (1990). Il s'appuie sur les principes fondamentaux émis par Hunt et Hansen (2009). Tout d'abord, l'hypothèse d'ordre ontologique est conforme au positivisme logique. Il existe donc un monde indépendant de ce qui est perçu et des représentations. Ensuite, l'hypothèse d'ordre épistémique remet en cause la certitude des connaissances. Le réel n'est pas forcément appréhendable avec exactitude, en raison notamment de l'existence de « failles » dans les dispositifs de mesure. Du fait de ces failles, il convient pour les auteurs, d'avoir une vision critique dans l'élaboration de la connaissance. Celle-ci est objective et n'est pas dépendante d'un contexte (Gavard-Perret *et al.*, 2012). Pour élaborer des théories, les chercheurs peuvent s'appuyer sur des concepts non observables pour expliquer des phénomènes observables, dans une démarche définie par Hunt (2009) comme étant du réalisme inductif. Le but de la connaissance est de connaître et d'expliquer des phénomènes, qui peuvent être formulés sous forme réfutable (Gavard-Perret *et al.*, 2012). En outre, le courant épistémologique réaliste scientifique considère comme valables les méthodologies quantitatives (Gavard-Perret *et al.*, 2012) et s'intéresse alors à la justification de la validité ainsi qu'aux tests statistiques d'hypothèses et de réplication.

Le second paradigme post-positiviste considéré est le réalisme critique (transcendantal, tel que dénommé par Bhaskar, 1979) qui est relativement présent en sciences de gestion (Gavard-Perret *et al.*, 2012). A la différence du réalisme scientifique, son hypothèse ontologique postule que le réel a un ordre propre, subdivisé en trois domaines : le réel profond, le réel actualisé et le réel empirique (Bhaskar, 1979). Le réel profond est composé des mécanismes générateurs, structures et règles qui sont à l'origine des événements se déroulant dans le réel actualisé (Bhaskar, 1979). Le réel empirique est matérialisé par la perception de l'Homme issue du réel actualisé (Bhaskar, 1979). L'hypothèse d'ordre épistémique postule que seul le réel empirique peut être connu (Gavard-Perret *et al.*, 2012). En particulier, son explication doit tenir compte des facteurs externes, propres à l'environnement, tels que les facteurs sociaux, environnementaux ou technologiques (Bhaskar, 2009). Il en résulte que la connaissance produite présente, à la différence du réalisme scientifique, une part de subjectivité (Bhaskar, 2009). Sa conception est représentationnelle relativement aux mécanismes générateurs (Gavard-Perret *et al.*, 2012). Les buts de la connaissance sont d'identifier les mécanismes générateurs et leur activation en fonction des facteurs internes et externes au phénomène (Gavard-Perret *et al.*, 2012). Dans une démarche explicative, il est possible de considérer des méthodologies qualitatives mais aussi quantitatives (Gavard-Perret *et al.*, 2012). Dans ce paradigme, la formulation de conjonctures puis leur mise à l'épreuve à l'aide de tests empiriques (Bhaskar, 1979) peut s'inscrire dans un raisonnement de type hypothético-déductif (Gavard-Perret *et al.*, 2012).

1.2 Positionnement épistémologique retenu : le réalisme critique

Après avoir examiné ces trois postures épistémologiques, il nous a semblé que celle étant le plus en adéquation avec notre positionnement est la posture réaliste critique. Par ailleurs, il convient de souligner que le réalisme critique est un positionnement épistémologique fréquent et approprié en management stratégique dans lequel s'inscrit notre thèse (Fleetwood et Ackroyd, 2004; Miller et Tsang, 2011). Il a, en outre, un rôle important à jouer en stratégie (Mir et Watson, 2001). Nous précisons et justifions maintenant notre choix.

Si l'on examine tout d'abord l'hypothèse ontologique réaliste critique par rapport aux hypothèses positivistes logiques et réalistes scientifiques, force est de

constater que l'hypothèse ontologique du réalisme critique se distingue grandement de celles des deux autres paradigmes. En effet, le réel est perçu dans les paradigmes positivistes et réalistes scientifiques comme étant unique (Gavard-Perret *et al.*, 2012), alors que pour le paradigme réaliste critique, le réel n'est pas unique mais stratifié, organisé en trois sous-domaines : le réel profond, le réel actualisé et le réel empirique (Bhaskar, 1979). Nous concevons la réalité de cette façon, dans la mesure où les innovations environnementales peuvent être influencées par différents facteurs (tels la réglementation, les fournisseurs, les clients) et à plusieurs niveaux (au niveau de l'entreprise, du marché, national et européen notamment pour les réglementations environnementales). L'innovation environnementale est généralement conceptualisée comme étant le résultat d'une décision complexe faisant appel à de nombreuses dimensions (Del Río González, 2005), ce qui est en faveur de la conception du réel stratifié du réalisme critique.

Au niveau de l'hypothèse d'ordre épistémique, il est possible d'observer une gradation de la certitude de la connaissance du réel. Pour le positivisme logique, le réel est connaissable ; pour le réalisme scientifique, le réel n'est pas forcément connaissable tandis que pour le réalisme critique, le réel profond n'est pas observable. Ainsi, il faut imaginer le fonctionnement des mécanismes générateurs qui produisent les événements perçus (Gavard-Perret *et al.*, 2012). Si le positivisme logique apparaît bien adapté aux sciences fondamentales, il n'est pas possible, dans le cadre d'une recherche en sciences de gestion, de pouvoir saisir l'ensemble de la réalité de manière parfaite (Gavard-Perret, Gotteland, Haon et Jolibert, 2008). En ce sens, nous souhaitons rendre compte du réel, tout en sachant que l'erreur est possible (Archer *et al.*, 2013) en nous situant dans un cadre réaliste critique. Dans notre recherche, l'innovation environnementale est envisagée comme une réalité ouverte. C'est d'ailleurs une innovation qui possède des propriétés d'ouverture (*open innovation*), avec des mécanismes générateurs multiples, qui sont constitués par des déterminants nombreux. De ce fait, nous cherchons à expliquer l'innovation environnementale en considérant ses multiples déterminants, en incluant notamment le rôle de la réglementation, *via* l'hypothèse de Porter (Porter, 1991; Porter et van der Linde, 1995) ainsi que ressources, compétences et connaissances, *via* les approches *RBV* et *KBV* afin de mieux prendre en compte cette hypothèse selon laquelle la réalité est ouverte. En outre, nous expliquons l'innovation environnementale en intégrant également dans notre analyse les facteurs externes,

propres à l'environnement, tels que les facteurs sociaux, environnementaux ou technologiques, tels que préconisé dans une démarche réaliste critique (Bhaskar, 2009).

Le but de la connaissance est relativement lié à cette hypothèse épistémique. Contrairement au positivisme logique et au réalisme scientifique, nous n'avons pas pour but de rechercher ou établir des lois (Gavard-Perret *et al.*, 2012). Nous souhaitons, par contre, mettre à jour, expliquer les mécanismes générateurs, qui seraient dans le cadre de notre démarche, les déterminants et les barrières susceptibles d'expliquer l'introduction des innovations environnementales par les PME. Nous incluons dans notre analyse à la fois des facteurs internes à l'entreprise comme la R&D interne, l'âge, la taille de l'entreprise, et des facteurs externes comme la réglementation, les sources de connaissances externes notamment. Nous prenons également en compte leur possible interaction. Nous le verrons, nous avons veillé à adopter une méthodologie conforme au paradigme réaliste critique. Nous avons mis en œuvre des méthodologies quantitatives pour faire émerger des mécanismes générateurs *via* des mises à l'épreuve successives (Gavard-Perret *et al.*, 2012).

L'affirmation d'un positionnement épistémologique était une étape indispensable avant d'étudier la pertinence et la validité du processus d'élaboration des connaissances (Gavard-Perret *et al.*, 2008) de notre recherche que nous allons maintenant aborder.

1.3 Choix d'une démarche hypothético-déductive

Dans le paradigme réaliste critique, la recherche a notamment pour objectif d'expliquer des phénomènes. Notre thèse a également cet objectif, nous souhaitons expliquer l'innovation environnementale des PME et ses spécificités au regard de ses déterminants. En relation avec cet objectif, notre stratégie d'accès au réel est basée sur une démarche hypothético-déductive, qui s'est appuyée sur une méthodologie quantitative que nous verrons ensuite (dans la partie 2 de ce chapitre).

Pour étudier les innovations environnementales, nous nous penchons sur la recherche d'explications, de causes et de relations existantes. Nous étudions notamment les relations entre les différents déterminants, qu'ils représentent des leviers ou des barrières. Notre problématique de recherche s'intéressant à la fois à l'explication et à

une meilleure compréhension des spécificités des innovations environnementales, elle est conforme aux principes du réalisme critique. En cohérence avec notre posture épistémologique, nous avons été amenés à formuler des hypothèses à partir des connaissances existantes, que nous avons mis ensuite à l'épreuve des faits (Bhaskar, 1979; Charreire Petit et Durieux, 2007). Cette approche hypothético-déductive, relativement répandue en sciences de gestion (Thiéart, 2007), a été initiée par Cournot et privilégie une démonstration logico-mathématique. Elle nous permet d'expliquer les différents déterminants et interactions mis en œuvre en innovation environnementale. L'approche hypothético-déductive a été mobilisée dans notre cas, au travers de tests empiriques, notamment économétriques, « *toutes choses égales par ailleurs* » (Gavard-Perret *et al.*, 2012).

2. Méthodologie de la recherche : une approche quantitative

Après nous être intéressés au positionnement épistémologique et à la stratégie d'accès au réel, nous allons maintenant, à la lumière de ces éléments fondateurs de notre recherche, préciser la méthodologie de recherche que nous avons adoptée.

Nous avons choisi une méthodologie quantitative qui s'inscrit tout à fait dans le paradigme réaliste critique adopté (Pratschke, 2003). De ce fait, la partie empirique de cette thèse est constituée de trois articles basés sur une méthodologie quantitative. Nous présentons et justifions nos choix méthodologiques puis les différentes mesures de l'innovation environnementale afin d'introduire ensuite les dispositifs empiriques, les enquêtes sur l'innovation, et les sources de données, sur lesquelles se basent nos analyses empiriques.

2.1 Intérêt et choix d'une méthodologie quantitative

La démarche de recherche nécessite généralement qu'un choix soit fait entre les approches qualitatives ou quantitatives (ou une combinaison des deux). Traditionnellement, ces deux approches sont distinguées, le choix étant effectué en fonction de « *critères d'efficacité par rapport à l'orientation de la recherche, construire ou tester* » (Baumard et Ibert, 2007, p. 100). Dans cette thèse, nous avons fait

le choix d'adopter une méthodologie quantitative qui permet d'étudier la force des liens existants entre les différentes variables (Baumard et Ibert, 2007).

Plus précisément, la méthodologie quantitative présente aussi l'intérêt de mieux comparer les variations entre différents groupes, de saisir les liens, d'identifier des groupes homogènes (Martin, 2012). Appliquée à notre objet de recherche, cette méthodologie nous a offert l'opportunité de pouvoir comparer différents groupes de PME ayant introduit des innovations environnementales, des innovations technologiques ou n'ayant introduit aucune innovation. Nous avons pu ainsi identifier les facteurs explicatifs à l'œuvre, les quantifier pour chaque groupe d'entreprises et mettre en lumière les spécificités de l'innovation environnementale des PME. Cette comparaison n'aurait pas pu être possible sans cette méthodologie quantitative, qui *via* l'économétrie, nous autorise à comparer les déterminants, les barrières « toutes choses égales par ailleurs ». Grâce à cette méthodologie, nous avons également comparé les stratégies d'innovation environnementale des PME et des grandes entreprises en identifiant des groupes homogènes d'entreprises qui présentent les mêmes caractéristiques stratégiques. Là encore, cela nous a permis de dégager des spécificités des innovations environnementales pour les sous-groupes d'entreprises considérés.

En outre, une démarche quantitative apporte plus de garantie en termes d'objectivité des résultats du fait des techniques statistiques employées (Baumard et Ibert, 2007). C'est pourquoi nous avons mis en œuvre dans le cadre de nos articles des techniques statistiques avancées incluant l'économétrie. Ceci afin d'obtenir de nos données des estimations précises et fiables tout en considérant, conformément à notre positionnement réaliste critique, que l'erreur soit possible (Archer *et al.*, 2013). Nous avons cherché à minimiser cette erreur en ayant recours à différentes méthodes quantitatives et en mettant en œuvre, à chaque fois lorsque cela était possible, des tests de robustesse.

La première méthode mobilisée est une méthodologie utilisée en évaluation de *multiple treatment effects* (*cf.* Sous-partie 2.2.1 de ce chapitre). Nous avons ensuite utilisé un logit multinomial dans notre deuxième article (*cf.* Sous-partie 2.2.2 de ce chapitre). Dans notre troisième article, nous avons mis en œuvre des méthodes d'analyse en composantes principales (ACP) et de classification non-hiérarchiques (*cf.*

Sous-partie 2.2.3 de ce chapitre). Il sera apporté des justifications à ces différentes méthodologies et elles seront présentées à la suite.

2.2 Choix des méthodes économétriques et contrôle des biais potentiels

Pour chaque article, nous avons choisi des méthodologies adaptées à notre questionnement. Pour mémoire, ce questionnement est le suivant : les innovations environnementales des PME sont-elles spécifiques au regard de leurs déterminants, de leurs barrières et des caractéristiques propres à cette catégorie d'entreprise ?

2.2.1 Deux modèles pour étudier les déterminants et les barrières à l'innovation environnementale des PME (article 1)

Le premier article vise à identifier les déterminants et les barrières perçues à l'innovation environnementale. Une originalité de l'article réside dans l'étude des barrières perçues à l'innovation environnementale selon leur type, leur nombre et leur intensité comparés à la perception des barrières qu'ont les PME innovantes technologiquement et non-innovantes. Les barrières à l'innovation environnementale sont peu connues, elles ne font l'objet que de rares travaux (Ghisetti, Mazzanti, *et al.*, 2015; Marin *et al.*, 2015; Souto et Rodriguez, 2015) qui n'apportent pas de comparaison suivant les innovations et suivant le type, le nombre et l'intensité.

Choix d'une méthode

Dans une perspective de comparaison de similitudes et de différences entre groupes d'entreprises, il existe majoritairement deux méthodes issues de l'évaluation de politiques publiques²⁸. La première méthode est la celle du *propensity score matching* (PSM) ou dite d'appariement sur le score de propension. La deuxième méthode est celle du *multiple treatment effects* ou des effets du traitement multiple. Ces deux méthodes ont pour point commun de fournir une évaluation *ex post* des effets des barrières tels qu'ils ont été perçus par les différents types d'entreprises.

²⁸ Cette méthodologie n'est pas très fréquemment employée en sciences de gestion mais c'est un outil important en économie pour l'évaluation de politiques publiques, en économie du travail, en finance publique, en économie du développement par exemple, pour l'évaluation d'un seul ou de plusieurs programmes (Frölich, 2004; Imbens et Wooldridge, 2009).

Dans la première version de cet article, présentée en conférence (AIMS 2015), nous avons mis en œuvre la première méthode d'appariement sur le score de propension pour comparer les PME innovantes en matière environnementale et celles innovantes en matière technologique. Nous avons considéré uniquement deux groupes d'entreprises innovantes pour cette comparaison. Toutefois, à la suite des révisions pour la revue *M@n@gement*²⁹, nous avons changé de méthodologie pour adopter une méthodologie dite de *multiple treatment effects* qui nous a permis d'obtenir des résultats plus robustes et d'une étendue plus importante. En effet, au lieu de considérer uniquement des PME innovantes environnementalement et technologiquement, nous avons également inclus dans l'analyse des PME non-innovantes. Cela nous a permis de comparer non plus deux mais trois groupes de PME différentes.

Cette méthodologie³⁰ a été mise en œuvre en deux étapes : la première étape est constituée par une estimation des déterminants des innovations environnementales sur les différents groupes de PME qui sont innovantes environnementalement, technologiquement ou non-innovantes. Cette estimation est réalisée *via* un logit multinomial, la variable dépendante *Innovation* possédant trois modalités : 0 : entreprise non-innovante, 1 : entreprise innovante technologiquement, 2 : entreprise innovante environnementalement. Cette étape, avec l'estimation de ce modèle, permet d'obtenir un score de propension. Le Tableau 5 précise la répartition des PME par type d'innovation ; qui est quasi-équivalente pour chacun des groupes.

Tableau 5. Type d'innovation des PME

	Innovation	Nombre de PME	Pourcentage
PME non-innovante (NI)	0	149	34.25 %
PME innovante technologiquement (TI)	1	144	33.10 %
PME innovante environnementalement (EI)	2	142	32.65 %
Total		435	100.00 %

La deuxième étape permet d'apparier, sur le score de propension précédemment obtenu, les entreprises des différents groupes (NI, TI, EI) sur la base de caractéristiques similaires. L'intérêt d'une telle méthode est donc de pouvoir comparer des groupes aux

²⁹ Nous remercions le reviewer ayant suggéré cette modification qui a permis d'étendre les résultats précédemment obtenus et d'améliorer l'article.

³⁰ La méthodologie détaillée est disponible dans l'article 1 (Chapitre 3).

caractéristiques similaires. A la suite, nous avons estimé la différence de perception moyenne des barrières par les différents groupes de PME (non-innovantes, innovantes technologiquement et innovantes environnementalement). Le résultat de cette deuxième étape nous permet de comparer les barrières perçues par les trois groupes de PME au niveau de leur type, de leur nombre et de leur intensité.

Evaluation de la qualité des estimations et gestions des biais potentiels

Le principal biais concernant les données en innovation est l'endogénéité, *i.e.* la corrélation entre une variable explicative et les erreurs (ou le résidu). Ceci est dû au fait que les entreprises perçoivent les barrières à l'innovation uniquement lorsqu'elles sont engagées dans une démarche d'innovation, les barrières sont donc endogènes (Mohnen, Palm, van der Loeff et Tiwari, 2008). Toutefois, ce problème d'endogénéité est pris en compte avec la méthodologie de *multiple treatment effects* qui fournit des estimateurs asymptotiquement non biaisés (Morgan et Harding, 2006; Wooldridge, 2002).

Au niveau de la première étape et du modèle logit multinomial, nous avons sélectionné les variables du modèle de façon à ce que l'hypothèse d'indépendance conditionnelle (CIA) (Rosenbaum et Rubin, 1983) soit respectée, c'est-à-dire en incluant dans notre modèle les variables qui influencent simultanément le fait d'innover et qui peuvent avoir une influence sur la perception des barrières. Nous avons considéré un nombre de variables suffisant pour garantir la propriété d'indépendance, en veillant à ne pas ajouter trop de variables dans le modèle ce qui peut être néfaste dans le cas de l'appariement (ou *matching*).

Une fois le modèle élaboré, nous avons testé si l'hypothèse d'indépendance des alternatives non pertinentes (IIA ou *independence of irrelevant alternatives*) était vérifiée avec les tests d'Hausman (Hausman et McFadden, 1984) et de Small-Hsiao (Small et Hsiao, 1985). Ce sont les deux tests les plus communément utilisés pour tester si l'hypothèse d'indépendance des alternatives non pertinentes est vérifiée ou non (Cheng et Long, 2007). Le résultat du test de Small-Hsiao (Small et Hsiao, 1985) que nous avons obtenu (*cf.* Tableau 6) confirme que l'hypothèse d'indépendance des alternatives non pertinentes est vérifiée.

Tableau 6. Test de Small-Hsiao

Omis	lnL(complet)	lnL(omis)	Chi ²	Df	P>Chi ²	Résultat
1	-94.20	-87.83	12.74	12	0.39	En faveur de H0
2	-90.24	-83.97	12.53	12	0.40	En faveur de H0

H0 : Les résultats sont indépendants des autres alternatives.

Nous avons également effectué tous les tests courants utilisés pour la spécification des modèles, comme des tests de coefficients du modèle, les tests de VIF (*Variance inflation factor*, pour tester la présence ou non de multicolinéarité), les corrélations entre les variables (qui sont non-significatives, toutes les corrélations étant inférieures au seuil communément admis de 0,5), des test de Wald et de Likelihood Ratio afin de tester si les différents groupes (NI, TI, EI) pris en compte dans le modèle sont équivalents, et des test de Student pour tester les différences de moyennes au niveau des variables pour chaque groupe.

2.2.2 Un modèle multinomial pour évaluer l'effet des sources de connaissances sur l'innovation environnementale (article 2)

Notre deuxième article s'intéresse aux sources de connaissances internes et externes à l'entreprise qui sont utilisées pour innover environnementalement ou pour innover technologiquement, les PME non-innovantes étant mobilisées en référence. Les sources de connaissances utilisées en innovation environnementale restent insuffisamment connues pour les PME (Del Río González, 2009). De plus, les comparaisons entre innovations au niveau des sources de connaissances et des PME ne sont que rarement effectuées. Il convient de noter également que les connaissances sont essentielles pour les innovations environnementales (De Marchi, 2012) et doivent de ce fait être mieux connues.

Choix d'une méthode

Dans cet article, nous avons souhaité mettre en évidence les sources de connaissances, à la fois internes et externes ainsi que leurs interrelations, qui sont utilisées par les entreprises innovantes environnementalement et celles qui innover technologiquement. C'est pourquoi, nous avons choisi une modélisation empirique qui permette de considérer plusieurs groupes d'entreprises simultanément, ce qui peut être effectué avec des modèles de type multinomial, qui peuvent être de forme probit ou

logit. De même que pour le premier article, il a été préféré un modèle de type logit multinomial car il prend en compte l'hypothèse d'indépendance des alternatives non pertinentes (Kropko, 2007).

Nous avons donc considéré un logit multinomial, avec une variable dépendante *Innovation* qui possède trois modalités (comme pour l'article 1) : 0 = entreprise non-innovante, 1 = entreprise innovante technologiquement, 2 = entreprise innovante environnementalement. Le Tableau 7 précise la répartition des PME par type d'innovation.

Tableau 7. Type d'innovation des PME

	<i>Innovation</i>	Nombre de PME	Pourcentage
PME non-innovante	0	206	34.33 %
PME innovante technologiquement	1	205	34.17 %
PME innovante environnementalement	2	189	31.50 %
Total		600	100.00 %

Afin d'étudier les sources internes, externes et leurs interrelations, nous avons choisi de considérer deux modèles logit multinomiaux : un premier modèle considère à la fois les sources internes et externes de connaissances tandis que le deuxième modèle prend en compte également les interrelations entre les sources internes et externes *via* la R&D. Avec ces deux modèles, nous comparons les sources de connaissances utilisées par les PME innovantes environnementalement par rapport aux PME innovantes technologiquement.

Pour que les résultats soient plus directement appréhendables, nous avons pris le parti d'exprimer les modèles en ratios de risque relatif. Ces ratios permettent d'évaluer si une variable explicative augmente ou diminue la probabilité de choisir une alternative (introduire une innovation environnementale ou une innovation technologique) par rapport à l'alternative prise en référence (ne pas innover). Un risque relatif supérieur à 1 indique un effet positif alors qu'un risque relatif inférieur à 1 indique un effet négatif. En outre, comme le groupe de référence, les entreprises non-innovantes, reste identique, une comparaison directe entre les entreprises innovantes technologiquement et innovantes environnementalement est possible.

Evaluation de la qualité des estimations et gestions des biais potentiels

De même que pour le logit multinomial mis en œuvre dans l'article 1, nous avons testé si l'hypothèse d'indépendance des alternatives non pertinentes (*IIA* ou *independence of irrelevant alternatives*). Cette hypothèse est vérifiée pour les deux modèles logit multinomiaux.

Nous avons également effectué tous les tests courants utilisés pour la spécification des modèles, comme des tests de coefficients du modèle, les tests de VIF, les tests d'Hausman pour l'endogénéité, les corrélations entre les variables (qui sont globalement non significatives, les corrélations étant inférieures au seuil communément admis de 0,5), des test de Wald et de Likelihood Ratio afin de tester si les différents groupes pris en compte dans le modèle (NI, TI, EI) sont équivalents, et des test de Student pour tester les différences de moyenne au niveau des variables pour chaque groupe.

Le Tableau 8 suivant fournit les résultats des tests de VIF effectués pour tester la présence éventuelle de multicolinéarité. Toutes les valeurs restent proches de 1 indiquant l'absence de multicolinéarité dans les deux modèles.

Tableau 8. Tests VIF

<i>Variables</i>	<i>Modèle 1</i>	<i>Modèle 2</i>
Make (R&D interne)	1.41	-
Secteur Polluant	1.37	1.37
MakeOnly (R&D interne seulement)	-	1.34
Services	1.32	1.32
Export	1.32	1.32
Taille	1.29	1.30
MakeBuy (R&D interne et externe)	-	1.26
Cluster	1.19	1.19
Education	1.14	1.14
Acquisitions	1.13	1.14
Age	1.11	1.11
Diversification	1.11	1.12
Croissance	1.11	1.11
Créateur	1.11	1.11
Buy (R&D externe)	1.09	-
Barrières	1.08	1.09
BuyOnly (R&D externe seulement)	-	1.04
Coopération	1.03	1.03
VIF moyen	1.19	1.19

2.2.3 Une classification pour déterminer les profils stratégiques des entreprises innovantes environnementalement (article 3)

Le troisième article s'intéresse aux différents profils stratégiques des entreprises innovantes en matière environnementale. Il porte uniquement sur les entreprises industrielles innovantes environnementalement issues de la base de données CIS 2008, qu'elles soient grandes ou petites.

Choix d'une méthode

Dans cet article, l'objectif était de caractériser plus précisément les entreprises qui innovent environnementalement. Afin de mettre en avant les différentes caractéristiques des PME et des grandes entreprises, nous avons construit une taxonomie d'entreprises qui innovent en matière environnementale. Pour identifier d'éventuelles différences relatives au profil stratégique des PME et grandes entreprises en matière environnementale, nous avons fait appel au 'Modèle triangulaire de l'innovation' (van Dijken *et al.*, 1999) qui montre une interrelation entre les compétences de l'entreprise, son implication dans les réseaux et son orientation environnementale dans une démarche d'innovation environnementale.

En ce qui concerne la méthodologie adoptée, elle est relativement classique avec tout d'abord une analyse en composantes principales (ACP) puis une classification (ou *clustering*) pour dégager différentes classes d'entreprises. L'ACP est fréquemment utilisée car elle permet de réduire les dimensions pour le *clustering* (De Jong et Marsili, 2006). En outre, cette technique permet de bien prendre en compte toutes les variables tout en empêchant les variables non pertinentes de faire partie du *clustering* (Everitt, 1993; Hair, Anderson, Tatham et William, 1998). Le *clustering* non-hiérarchique utilisé permet de distinguer différents groupes d'entreprises pour former une taxonomie qui fournit une meilleure compréhension des diverses stratégies adoptées par les entreprises innovantes en matière environnementale (Archibugi, 2001).

Evaluation de la qualité des estimations et gestions des biais potentiels

Pour mettre en œuvre l'ACP, nous avons suivi la démarche couramment admise en calculant pour chaque variable retenue les mesures d'adéquation de l'échantillon suivant le critères de Kaiser-Meyer-Olkin (*KMO*) pour voir si les variables sont appropriées pour une ACP (Hair *et al.*, 1998). Le Tableau 9 suivant fournit les valeurs des critères *KMO*. Toutes les variables ont des valeurs satisfaisantes (>0.70). Le test de sphéricité de Bartlett est également vérifié ($p < 0.001$).

Tableau 9. Valeurs des critères *KMO*

Variables	KMO
R&D interne	0.9155
R&D externe	0.8918
Sources de connaissances internes	0.8730
Sources de connaissances scientifiques	0.8379
Coopération au niveau du groupe	0.8365
Mesure d'impact environnemental	0.8283
Coopération scientifique	0.8139
Sources de connaissances liées au marché	0.8108
Coopération sur le marché	0.7898
Démarche d'innovation environnementale bien définie	0.7732
Réglementation actuelle	0.7120
Réglementation future	0.7077
Global	0.8248

Nous avons ensuite effectué l'ACP en sélectionnant le nombre de composants avec des eigenvalues supérieures à 1. La meilleure solution a permis de dégager trois composantes principales expliquant 61.17% de la variance.

Comme le *clustering* est sensible aux données aberrantes, nous avons examiné s'il y avait des scores de composantes principales supérieurs ou inférieurs à trois fois l'écart-type comme préconisé par Hair *et al.* (1998). Nous n'avons pas détecté de telles données.

A la suite de ces vérifications, nous avons effectué un *clustering* à partir de l'ACP effectuée. Nous avons comparé des méthodes de *clustering* hiérarchique avec la méthode de Ward (Ward, 1963) et des méthodes de *clustering* non-hiérarchiques avec la méthode des k-moyennes (ou *k-means*). Les deux méthodes sont relativement utilisées : la méthode de Ward (Ward, 1963) est considérée comme étant une méthode précise, tandis que la méthode des k-moyennes est basée sur un algorithme de partitionnement simple et efficace (Jain, 2010). Pour arbitrer entre ces deux méthodes, nous avons considéré l'index pseudo-F de Caliński et Harabasz (1974) ainsi que trois critères

couramment employés : (1) la précision statistique de la classification, (2) le nombre d'entreprises par groupe, (3) l'interprétation théorique des groupes. Le

Tableau 10 à la suite donne les valeurs de l'index de l'index pseudo-F de Caliński and Harabasz (1974).

Tableau 10. Index de Caliński et Harabasz

Nombre de groupes	Clustering hiérarchique (Méthode de Ward)	Clustering non-hiérarchique (Méthode des k-moyennes)
2	741.93	787.42
3	969.46	1 146.67
4	986.70	1 140.58
5	1 055.27	978.64
6	989.06	1 123.70

Nous avons retenu la solution de *clustering* qui partitionne l'échantillon en trois groupes d'entreprises avec la méthode non-hiérarchique comme la valeur de l'index de Caliński et Harabasz est la plus élevée et en tenant compte des autres critères mentionnés. Des tests complémentaires de Chi² et de Fisher ont permis de tester l'indépendance des *clusters* ainsi constitués.

2.3 Mesures de l'innovation environnementale

L'innovation environnementale peut se mesurer de différentes manières: les dépenses de recherche et développement (R&D) effectuées par l'entreprise, les brevets, ou l'introduction de produits, de procédés ou de pratiques organisationnelles, nouveaux ou améliorés significativement *via* une approche déclarative à partir d'enquêtes, comme par exemple l'enquête communautaire de l'innovation (*CIS, Community Innovation Survey*). Selon Acs et Audretsch (1993), ces mesures peuvent être respectivement classifiées en *input*, *output* intermédiaire et *output* direct. Le choix de la mesure n'est pas neutre et peut avoir des effets non négligeables sur les résultats des études menées. Chaque mesure de l'innovation environnementale possède des avantages et des inconvénients, et peut potentiellement engendrer des biais dans la recherche.

Les dépenses en R&D effectuées par l'entreprise dans le cadre de ses activités d'innovation sont une mesure d'*input* notamment mobilisée par Arimura, Hibiki, et

Johnstone (2007), Carrión-Flores et Innes (2010), Kneller et Manderson (2012). La R&D apporte une mesure simple de l'innovation, qui est plus facile à opérationnaliser que celle relative aux brevets (Popp, 2005). Toutefois, les dépenses de R&D prennent en compte la R&D effectuée en laboratoire, de manière formelle et sous-estiment l'importance de la R&D effectuée par les petites entreprises, celle-ci étant souvent effectuée de manière informelle et hors structure dédiée (Arundel et Kemp, 2009). Par ailleurs, la R&D est un indicateur d'*input* qui ne permet pas de saisir l'innovation environnementale aussi bien que le ferait un indicateur d'*output* (Kemp et Pontoglio, 2011). En effet, la R&D n'indique pas quel a été le résultat en termes d'innovation et si les dépenses effectuées l'ont été avec efficacité ou non (Kleinknecht, Van Montfort et Brouwer, 2002). En outre, les données sur la R&D effectuée pour les innovations environnementales sont peu nombreuses et ne différencient pas la part propre à l'innovation environnementale (Arundel et Kemp, 2009). Elles ne sont pas indicatrices de la nature de l'innovation, ni de sa valeur sociale (Kemp, Smith et Becher, 2000).

Une deuxième mesure de l'innovation environnementale peut être effectuée *via* les brevets déposés par les firmes innovantes en matière environnementale. Les brevets sont généralement considérés comme des *proxys* de l'activité d'innovation (Arundel *et al.*, 2006). Cette mesure a été utilisée pour l'innovation environnementale par Jaffe et Palmer (1997), Brunnermeier et Cohen (2003), Wagner (2007) et Petruzzelli, Dangelico, Rotolo, et Albino (2011) notamment. Les brevets sont des mesures dites « objectives » d'*output* des innovations environnementales (Aragón-Correa et Leyva-de la Hiz, 2015). Ils ont pour avantages, mais aussi inconvénients, de ne prendre en compte que les innovations environnementales les plus significatives (Wagner, 2007), mais d'en négliger aussi. Ils peuvent permettre des comparaisons entre pays et des analyses tant longitudinales qu'en coupe (Petruzzelli *et al.*, 2011). Cependant, les brevets comme mesure de l'innovation induisent différents biais. En effet, toutes les innovations ne peuvent faire l'objet d'un brevet, ni ne sont déposées par les entreprises innovantes (Grilliches, 1990). D'ailleurs, les innovations environnementales ne font que peu fréquemment l'objet de brevets ; elles sont plutôt protégées par d'autres moyens comme le secret ou la vitesse de développement et de mise en œuvre de l'innovation (Wagner, 2007). De plus, il n'existe pas de classe de brevets regroupant les brevets à finalité environnementale, ce qui rend l'identification et la comptabilisation des brevets plus difficile (Arundel *et al.*, 2006). Par ailleurs, comme mentionné, les entreprises de plus

petite taille, *i.e.* TPE et PME, ne déposent que rarement des brevets (Cohen, Nelson et Walsh, 2000). Les recherches se basant sur une mesure de l'innovation environnementale par les brevets se focalisent sur les grandes entreprises (Aragón-Correa et Leyva-de la Hiz, 2015; Berrone *et al.*, 2013). Enfin, des différences dans l'usage des brevets existent entre secteurs d'activité, ce qui peut compliquer les comparaisons intersectorielles (Cohen *et al.*, 2000).

A la différence des mesures de l'innovation issues de la R&D et des brevets, considérées comme « traditionnelles », les enquêtes sur l'innovation, bien que plus récentes, sont de plus en plus utilisées (Mairesse et Mohnen, 2010). Ce type de mesure se situe dans le prolongement des recommandations méthodologiques du Manuel d'Oslo (OECD/Eurostat, 2005). Les enquêtes sont considérées comme des sources d'information importantes sur les déterminants de l'innovation environnementale (Kemp et Pontoglio, 2011). Basée sur les déclarations du dirigeant ou du répondant de l'enquête, c'est une mesure directe d'*output* de l'innovation environnementale de nature déclarative et subjective. Les répondants indiquent s'ils ont introduit des nouveaux produits et/ou procédés, significativement améliorés, au cours d'une période de trois ans (dans le cas de l'enquête *CIS* par exemple). Les données collectées sont de nature quantitative et qualitative (Baumard, Donada, Ibert et Xuereb, 2007).

Arundel *et al.* (2006) précisent qu'il existe deux principaux types d'enquêtes³¹. Le premier type concerne les enquêtes issues de sources officielles qui interrogent un nombre important d'entreprises et sont reconduites sur une base régulière. Le second type est propre aux enquêtes *ad hoc* de plus petite envergure, menées par des laboratoires de recherche ou autres organismes et qui sont spécifiques à une région ou à certains secteurs d'activité. Il convient également de différencier deux approches dans les enquêtes sur l'innovation, les approches objectives et les approches subjectives³² (Archibugi et Planta, 1996). La première approche a pour unité d'analyse l'innovation tandis que la deuxième approche a pour unité d'analyse l'entreprise (Archibugi et Planta, 1996). Le Manuel d'Oslo préconise l'approche subjective de l'innovation (OECD/Eurostat, 2005) et il est à l'origine de l'enquête communautaire de l'innovation (*CIS*). Celle-ci apporte des informations sur les différents types d'innovation et plus

³¹ Les deux types d'enquêtes ont été exploités dans cette thèse et seront plus largement détaillées dans la sous-partie 2.4 de ce chapitre.

³² Pour plus de précisions sur ces deux approches, il est possible de se référer à Archibugi et Planta (1996).

spécifiquement sur l'innovation environnementale pour différents pays européens. En particulier, l'enquête *CIS* 2008 en France et en Europe possède une partie dédiée à l'innovation environnementale. Toutefois, cette partie n'est pas présente dans les autres vagues de l'enquête *CIS*, ce qui rend impossible des études longitudinales.

Cependant, les enquêtes sur l'innovation fournissent des mesures de l'innovation environnementale qui ne sont pas exemptes de biais. Tout d'abord, la collecte de données sur l'innovation environnementale est partielle, les enquêtes ne collectent des données que sur peu d'aspects de l'innovation environnementale (Arundel *et al.*, 2006). Par ailleurs, il est possible qu'il y ait des biais de sélection induits par les questionnaires, il est parfois difficile de faire une différenciation exacte entre les entreprises innovantes et non innovantes, afin de pouvoir ensuite corriger les biais éventuels (Mairesse et Mohnen, 2010). En outre, les données collectées sont subjectives, issues du dirigeant et de ses perceptions, et peuvent donc s'avérer inexactes ou incomplètes³³. Cependant, cette source de données primaires, bien qu'elle puisse présenter des biais, est celle qui représente le mieux l'entreprise, sa situation à un instant donné, en fournissant une image relativement fidèle des innovations environnementales développées par l'entreprise (Arundel et Kemp, 2009).

L'innovation environnementale peut donc être mesurée de différentes manières. Dès lors, il appartient au chercheur de faire des choix de façon à considérer la mesure qui est la plus adaptée à ce qu'il étudie et qui lui permette de minimiser les biais. Nous avons choisi, dans le cadre de notre recherche, d'utiliser une mesure de l'innovation environnementale issue de deux types de données d'enquêtes, *ad hoc* et officielle (*CIS*). Cette mesure, de nature déclarative, basée sur les déclarations des répondants concernant leurs activités d'innovation (environnementale ici), comme évoqué précédemment, nous semble être la plus pertinente pour étudier l'innovation environnementale des PME (Arundel et Kemp, 2009). En effet, la mesure de l'innovation environnementale *via* les dépenses de R&D sous-estime la R&D effectuée par les PME et cette mesure d'*input* ne prend pas aussi bien en compte l'innovation environnementale qu'une mesure d'*output* (Arundel et Kemp, 2009). Les brevets ne sont que peu fréquemment déposés par les PME (Cohen *et al.*, 2000). En outre, les innovations environnementales sont rarement brevetées (Wagner, 2007). Comme nous

³³ Nous reviendrons sur ces différents aspects plus en détail dans la sous-partie 3 de ce chapitre.

nous intéressons aux PME, ces éléments précédemment examinés suggèrent que les dépenses de R&D et les brevets, ne sont pas adaptées pour mesurer l'innovation environnementale de ces entreprises. La mesure de l'innovation environnementale *via* les enquêtes sur l'innovation, même si elle possède des biais, fournit une mesure directe d'*output*, relativement fidèle (Arundel et Kemp, 2009). Cette mesure déclarative de l'innovation environnementale, qui considère l'introduction de nouveaux (ou significativement améliorés) produits/procédés au cours des trois dernières années, est la plus en adéquation avec notre recherche qui s'intéresse plus particulièrement aux PME. C'est pourquoi, nous présentons ensuite les enquêtes exploitées et leur intérêt pour notre recherche. En outre, il est recommandé d'associer les données issues des enquêtes avec d'autres types de données, en particulier avec des données sur les entreprises non-innovantes pour mener des comparaisons, mais aussi avec des données financières sur les entreprises (Mairesse et Mohnen, 2010), ce que nous effectuons dans le Chapitre 3 (*cf.* Article 1) en associant des données d'enquêtes avec des bases de données financières.

2.4 Présentation et intérêt des enquêtes utilisées

Dans le cadre de notre thèse, nous avons choisi d'analyser des données issues de deux enquêtes : d'une part, une enquête originale *ad hoc*, l'enquête « Freins et leviers à la croissance des entreprises en Rhône-Alpes » portant sur des PME Rhône-alpines, et d'autre part l'enquête *CIS* France 2008 qui permet d'avoir une ouverture avec des données nationales de PME et grandes entreprises. A ces enquêtes, nous avons associé la base de données ORBIS pour compléter les informations existantes sur les entreprises étudiées par des données économiques et financières. Nous avons donc mobilisé des données primaires, issues de l'enquête *ad hoc* régionale et nationale *CIS*, et des données secondaires issues de la base ORBIS. Ces deux types de données sont « complémentaires » (Baumard et Ibert, 2007).

2.4.1 L'enquête *ad hoc* régionale

La première enquête que nous avons utilisée est une enquête *ad hoc* qui a été menée par l'IREGE en 2012 sur la période 2009-2011 et qui porte sur un échantillon de PME et ETI de Rhône-Alpes. Le périmètre régional de cette enquête est intéressant. La région Rhône-Alpes est un territoire très dynamique au niveau de la recherche (avec la

présence de 10 très grandes infrastructures de recherche), de nombreux pôles de compétitivité (13 pôles) et cette région est la quatrième région française pour le nombre de demande de brevets européens (CCI Rhône-Alpes, 2015). Par ailleurs, elle est très dynamique économiquement, avec le 2^{ème} PIB le plus important de France (après l'Île de France). C'est une région où l'industrie est importante, de même que les services (CCI Rhône-Alpes, 2015), ce qui est tout à fait en cohérence avec notre choix d'étudier ces deux secteurs pour l'innovation environnementale. En outre, il convient de noter que les PME Rhône-Alpines sont très innovantes : entre 2010 et 2012, plus de la moitié a innové, et les PME sont plus innovantes qu'au niveau national (INSEE, 2014). L'enquête a bénéficié d'un financement d'une Fondation regroupant différents financeurs et parties prenantes pour l'enquête et la constitution de la base de données. Il convient de noter que l'enquête s'inscrit dans un projet plus large PME/ETI qui portait sur les « Freins et leviers à la croissance des entreprises en Rhône-Alpes ». Au total, l'enquête a permis d'interroger 671 dirigeants de PME et ETI. Le questionnaire et la collecte de données ont été réalisés en prenant en compte les préconisations du Manuel d'Oslo (OECD/Eurostat, 2005).

Le questionnaire (disponible en Annexe A) ainsi que l'enquête ont été réalisés par une équipe multidisciplinaire de chercheurs en sciences de gestion et en sciences économiques de l'IREGE, sous la direction de R. Bocquet et de P. Musso. Il comporte une soixantaine de questions approfondies sur les domaines clés suivants : « Stratégie et organisation », « Innovation », « Financement », « Internationalisation » et « Caractéristiques du dirigeant ».

L'enquête s'est inspirée fortement pour le volet relatif à l'innovation des questions posées dans l'enquête *Community Innovation Survey (CIS)*, elle nous fournit une mesure de l'innovation similaire à l'enquête *CIS*. En outre, elle permet d'examiner un grand nombre de déterminants pour l'innovation, du fait du périmètre large du questionnaire. Egalement, cette enquête nous permet de prendre en compte, de manière détaillée, des barrières rencontrées par les PME innovantes alors qu'elles ne peuvent pas être étudiées avec des enquêtes classiques comme *CIS* où ces informations ne font pas partie de l'enquête. Ces données primaires ont également le mérite d'apporter des informations sur les sources de connaissances utilisées par les PME en Rhône-Alpes pour innover. Toutefois, il manquait certaines informations financières utiles à

l'analyse. Par conséquent, nous avons apparié les PME de cette base avec la base ORBIS sur leur SIRET pour obtenir avec les informations financières disponibles dans la base de données ORBIS, tel qu'il est préconisé par Arundel et Kemp (2009) et Mairesse et Mohnen (2010). Il résulte cependant une certaine perte de données car les PME de l'enquête *ad hoc* ne sont pas toutes présentes dans la base de données ORBIS, réduisant l'échantillon final à 435 entreprises.

Nous nous sommes plus particulièrement intéressés aux données des parties « Stratégie et organisation » et « Innovation » pour les articles 1 et 2 (Chapitres 3 et 4) du fait qu'elles fournissent des informations générales sur les entreprises mais aussi sur leurs activités d'innovation. Ces deux premières parties sont présentées dans les paragraphes suivants. Après une première partie introductive sur les caractéristiques de l'entreprise (indépendante ou non, son siège social, son nombre de salariés, son chiffre d'affaires réalisé en 2011 et son offre sectorielle de produits/services), le premier volet porte sur la stratégie et l'organisation de l'entreprise. Les questions s'intéressent aux objectifs de l'entreprise, à l'organisation des fonctions ou des processus mis en place dans les entreprises. Les questions suivantes concernent davantage la stratégie de l'entreprise, en termes de croissance et de coopération.

La deuxième partie de l'enquête s'intéresse à l'innovation des entreprises durant la période 2009-2011, qui correspond aux trois années précédant l'enquête à l'image de l'enquête *CIS*. Il est d'abord demandé si l'entreprise a introduit des biens ou services nouveaux, ou des procédés nouveaux. Concernant l'innovation environnementale, une question porte sur les bénéfices environnementaux qui peuvent être pour l'entreprise et/ou le client. Une autre question porte sur la mise en place de mesures visant à réduire l'impact environnemental. A la suite, les barrières perçues par les dirigeants liées au projet d'innovation sont demandées, elles peuvent être regroupées en trois catégories : les barrières liées au manque de financement, les barrières liées au marché et les barrières liées à la connaissance. Une autre question s'intéresse à la R&D réalisée.

Cette enquête a permis de constituer une base de données comprenant 671 observations exploitables. Avant de pouvoir l'exploiter, il a été nécessaire d'effectuer un nettoyage, des contrôles de données, et un cylindrage. Cette base fournit des informations riches sur les PME Rhône-alpines qui ont mis en place des innovations technologiques, environnementales ou qui sont non-innovantes.

2.4.2 La base de données ORBIS

La base de données ORBIS est constituée par le Bureau van Dijk (ou BvD). Elle fournit des informations financières et économiques sur 200 millions d'entreprises au niveau mondial (Bureau van Dijk, 2016). Les informations propres aux entreprises incluent notamment des informations de bilan, de compte de résultat, des ratios financiers liés aux dettes, à la rentabilité, et aux investissements réalisés (Bureau van Dijk, 2016).

Nous avons utilisé cette base de données secondaires en complément de la base de donnée régionale ad hoc afin d'avoir des informations financières supplémentaires qui ont été utilisées pour l'article 1 relatif aux déterminants et aux barrières spécifiques à l'innovation environnementale (Chapitre 3) dans le cadre de la méthodologie de l'effet du traitement multiple (ou *multiple treatment effects*). Dans les premières versions de l'article, nous avons utilisé plusieurs données financières issues de cette base. Toutefois, pour la version finale, suite à la révision de l'article, nous avons principalement considéré le ratio d'endettement, mesure continue, qui a permis d'obtenir un meilleur score de propension pour la méthodologie par appariement (ou dite de *matching*). Cette méthodologie est développée dans l'article 1 (Chapitre 3).

2.4.3 L'enquête française CIS

La deuxième enquête au niveau national que nous avons utilisée est l'enquête CIS³⁴ (ou Community Innovation Survey, Enquête Communautaire sur l'Innovation), instituée par Eurostat, réalisée *via* internet tous les deux ans en Europe, commune aux différents pays, et qui s'intéresse à l'innovation des entreprises (Eurostat, 2016a). L'objectif principal de CIS est d'apporter des données et des statistiques qui soient comparables entre les différents pays européens (Eurostat, 2016a). Les enquêtes CIS apportent, au niveau du pays, de nombreuses informations sur les différents types d'innovation adoptés par les entreprises.

En France, les données sont collectées par l'INSEE, avec un caractère obligatoire, auprès des entreprises de tous les secteurs. Les innovations considérées sont généralement les innovations technologiques, organisationnelles et marketing. Il

³⁴ Ces données, soumises au secret statistique, ont pu être exploitées par l'intermédiaire des droits de nos directrices de thèse que nous remercions vivement. Une demande a été initiée afin de pouvoir en bénéficier en nom propre.

convient de rappeler que toutes les enquêtes *CIS* ne s'intéressent pas aux innovations environnementales, seule l'enquête *CIS* 2008 le fait. C'est pourquoi, nous considérons l'enquête *CIS* 2008, portant sur l'innovation des années 2006, 2007 et 2008. Le questionnaire est décliné suivant six grands secteurs : Bâtiment et travaux publics (BTP), Commerce, Finance, Industrie, Services et Transport.

Nous avons restreint notre analyse au secteur industriel (*cf.* Annexe B pour le questionnaire). Le questionnaire comporte douze parties. La première partie fournit des informations générales sur l'entreprise. Cette partie est suivie des parties sur l'innovation de produits et l'innovation de procédés puis des activités d'innovation en cours ou abandonnées pour les innovations de produits ou procédés. La cinquième partie s'intéresse aux activités et aux dépenses liées aux innovations précédentes. La sixième partie s'enquiert des sources de connaissances et de coopération. Les objectifs de l'entreprise sont abordés en septième partie. Les parties suivantes traitent de l'innovation organisationnelle, de l'innovation marketing, du niveau de prise de décision pour les projets d'innovation et de l'innovation apportant des bénéfices environnementaux. C'est sur ce dernier volet que nous nous sommes largement appuyés pour notre article 3 relatif aux profils stratégiques des entreprises, PME et grandes entreprises, qui innovent en matière environnementale (*cf.* Chapitre 5).

Les données françaises contiennent des informations sur les entreprises de 10 salariés et plus, en France métropolitaine et dans les départements d'outre-mer, issues des entreprises marchandes et exploitantes de tout secteurs d'activités (INSEE, 2008a).

3. Validité et fiabilité de la méthodologie quantitative

De même que la question épistémologique se pose à tout chercheur, les questions relatives à la validité et la fiabilité de la recherche sont incontournables (Drucker-Godard, Elhinger et Grenier, 2007). Par conséquent, nous examinons la validité de la recherche, au travers des critères de qualité suivants : la fiabilité de la recherche, la viabilité des instruments de mesure, la validité interne et la validité

externe. Nous précisons également un point important : l'approche subjective issue des données d'enquêtes que nous avons mobilisée dans le cadre de notre recherche.

3.1 Validité de la recherche

❖ Fiabilité de la recherche

Au niveau de la fiabilité de la recherche, il est préconisé de « *contrôler l'influence du chercheur sur son terrain* » (Drucker-Godard *et al.*, 2007, p. 283). La fiabilité de la recherche dans une démarche quantitative dépend pour une certaine part de la viabilité de l'instrument de mesure (Drucker-Godard *et al.*, 2007).

Pour assurer la viabilité de l'instrument de mesure, nous nous sommes appuyés sur des enquêtes sur l'innovation, CIS 2008 notamment, qui font consensus au sein de la communauté de recherche sur la base de différentes mesures de l'innovation bien acceptées (Drucker-Godard *et al.*, 2007). De même, l'enquête ad hoc régionale a été élaborée en s'appuyant sur l'enquête CIS et sur le Manuel d'Oslo (OECD/Eurostat, 2005). Les instruments de mesure de l'innovation issus de ces deux enquêtes reposent sur des cadres théoriques forts et bien établis (Drucker-Godard *et al.*, 2007; INSEE, 2008a; OECD/Eurostat, 2005).

❖ Validité interne

Un autre élément de validité de la recherche est la validité interne qui « *consiste à s'assurer de la pertinence et de la cohérence interne des résultats générés par l'étude ; le chercheur doit se demander dans quelle mesure son inférence est exacte et s'il n'existe pas d'explications rivales* » (Drucker-Godard *et al.*, 2007, p. 278-279). Le Tableau 11 propose une synthèse des différents biais identifiés et la manière dont nous les avons contrôlés.

Tableau 11. Biais limitant la validité interne

Biais limitant la validité interne	Signification	Précautions que nous avons prises
Effet d'histoire	Se demander si des événements extérieurs à l'étude et survenus pendant la période d'étude n'ont pas faussé les résultats	Les enquêtes portent sur la période 2009-2011 (enquête régionale) et sur la période 2006-2008 (enquête CIS). Ces périodes sont liées à la crise financière mondiale. Bien qu'il puisse y avoir un effet lié à ce contexte particulier, il n'a pas été possible de le mettre en évidence et de le mesurer. Toutefois, nous avons eu un regard critique sur les résultats obtenus compte tenu de la période.
Effet de maturation	Les objets d'analyse ont changé pendant le cours de l'étude	Les innovations considérées n'ont pas changé au cours de la période d'étude dans la mesure où, pour chaque étude, la période observée est relativement longue.
Effet de test	Les individus subissent plusieurs fois le même test à intervalles rapprochés lors d'une étude longitudinale, et leurs réponses au deuxième tour sont biaisées par le fait d'avoir déjà répondu à ce test	Bien que l'enquête CIS soit par nature longitudinale (Eurostat, 2016a), ce biais ne s'applique pas car les entreprises sont sollicitées tous les deux ans pour les plus grandes et de manière aléatoire pour les plus petites.
Effet d'instrumentation	Les questions utilisées pour recueillir les données sont mal formulées	Une attention particulière a été apportée à la formulation des questions dans l'enquête régionale qui a intégré les préconisations du Manuel d'Oslo (OECD/Eurostat, 2005) et a été élaborée avec l'enquête CIS comme modèle.
Effet de régression statistique	Les individus sélectionnés l'ont été sur la base de scores extrêmes	Les entreprises participantes n'ont pas été sélectionnées sur la base des scores extrêmes mais nous avons veillé à respecter une certaine représentativité sectorielle.
Effet de sélection	L'échantillon étudié doit être représentatif de la population pertinente pour l'étude	La représentativité des entreprises a été respectée selon une méthode d'échantillonnage rigoureuse.
Effet de mortalité expérimentale	Des sujets ont disparu pendant l'étude	Il n'y a pas d'entreprises ou de personnes interrogées qui aient disparus au cours de l'enquête.
Effet de contamination	Un individu interrogé apprend par d'autres individus l'objet de l'étude, ce qui fausse les résultats	L'enquête <i>ad hoc</i> a été menée de manière appropriée, les résultats n'ont pas été diffusés avant la fin de l'enquête.

Source : D'après Drucker-Godard *et al.* (2007, pp. 279–280)

❖ **Validité externe**

La validité externe peut se diviser en deux parties : la généralisation et la transférabilité des résultats. Cette validité s'examine en deux temps : « *le chercheur doit tout d'abord examiner dans quelle mesure les résultats mis en évidence sur un échantillon peuvent être généralisés à l'ensemble de la population mère (...) [généralisation]. C'est seulement dans un second temps que le chercheur pourra évaluer dans quelle mesure ces résultats pourront être transférés ou réappropriés pour l'étude et la connaissance d'autres terrains [transférabilité des résultats]* » (Drucker-Godard *et al.*, 2007, p. 286). Il convient de noter que les recherches hypothético-déductives quantitatives présentent une « *bonne validité externe et favorisent l'accumulation de la connaissance* » (Grenier et Josserand, 2007, p. 118).

Dans le cadre de notre recherche, il est possible pour la première partie (articles 1 et 2) portant sur les PME innovantes en Rhône-Alpes d'étendre la validité à d'autres PME françaises. Les résultats de ces études ne peuvent pas être généralisés aux ETI et grandes entreprises. En revanche, pour la deuxième partie de notre recherche portant sur des données issues de l'enquête CIS 2008 française, les résultats peuvent être généralisés et transférés à la population mère des entreprises industrielles françaises.

❖ **Approche subjective**

Les données d'enquêtes sur l'innovation mobilisées dans cette thèse sont issues des déclarations de dirigeants de PME ou de grandes entreprises. A ce titre, ces données sont dites subjectives dans la mesure où elles proviennent de déclarations de situation, de perceptions qui sont propres à chaque dirigeant ayant rempli les enquêtes. Si cette approche subjective peut induire des biais que nous avons cherché à contrôler, elle est source d'une grande richesse pour le chercheur et bénéficie de fondements théoriques solides³⁵.

Ces données sont largement basées sur l'appréciation et le jugement du répondant (Mairesse et Mohnen, 2010), ce qui peut créer des biais de déclaration. En effet, le répondant peut sous-estimer ou surestimer la valeur de certaines variables, comme la part de marché d'un nouveau produit (Mairesse et Mohnen, 2010). Bien que la qualité des données puisse être affectée, la majorité des variables restent tout à fait

³⁵ De plus amples précisions sur l'approche subjective adoptée sont fournies dans l'article 1 (Chapitre 3).

cohérentes et utilisables (Mairesse et Mohnen, 2010). La formulation des questions peut être également sources d'imprécisions. Par exemple, pour les questions avec comme modalité de réponse une échelle d'intervalle, il peut exister un arbitrage entre la précision et la capacité du répondant à répondre de manière exacte (Arundel et Kemp, 2009). C'est pourquoi, les questions avec des échelles d'intervalle n'ont pas été utilisées dans l'enquête *ad hoc*. Les questions avec des réponses ordinales ou nominales ont été privilégiées, elles apportent des résultats de meilleure qualité (Arundel et Kemp, 2009). Il est également évoqué que même si certaines questions portent sur des éléments très subjectifs, elles restent importantes à poser (Arundel et Kemp, 2009).

Un des avantages de l'approche subjective est que les données sont collectées au niveau de l'entreprise, qui est aussi le niveau où des données comptables et financières sont disponibles (Mairesse et Mohnen, 2010). Ces données peuvent donc être considérées ensemble, permettant des analyses riches. Elles peuvent également être comparées aux statistiques établies au niveau national (Mairesse et Mohnen, 2010). Ces données comportent une vraie valeur ajoutée, sources d'informations pertinentes et exploitables, amenant des résultats fiables et intéressants (Mairesse et Mohnen, 2005). Dans les enquêtes sur l'innovation, la plupart des données sont de natures qualitatives, certaines sont censurées, ce qui appelle des traitements économétriques appropriés (Mairesse et Mohnen, 2005). Comme évoqué précédemment, du fait des limites liées à la R&D et aux brevets comme mesures de l'innovation environnementale, les mesures subjectives issues des enquêtes sont considérées comme étant de meilleure qualité par rapport aux mesures objectives (Hughes, 2001; Madrid-Guijarro, Garcia et Van Auken, 2009).

3.2 Gestion des biais potentiels relatifs aux échantillons

Au niveau des modes de sélection des entreprises, il convient de différencier les modes de sélection des entreprises de l'enquête *ad hoc* et de l'enquête *CIS*.

Pour l'enquête *ad hoc*, le mode de sélection des entreprises a été basé sur une méthode d'échantillonnage par quotas de façon à garantir une bonne représentativité. Cette méthode empirique d'échantillonnage minimise les biais de sélection, tout en permettant d'utiliser les règles de l'inférence statistique et en ayant une précision satisfaisante des estimations (Royer et Zarlowski, 2007). La base de données obtenue

est représentative en termes de secteurs d'activité et de la taille des PME. Elle regroupe les réponses quasiment complètes de 671 dirigeants. Par conséquent, nous n'avons pas eu à considérer le problème lié aux non-réponses et aux biais qui sont associés.

Pour le premier article de cette thèse (*cf.* Chapitre 3), nous avons apparié la base de données *ad hoc* avec la base de données ORBIS afin d'avoir des données financières pour les années 2009 à 2011. Nous avons obtenu un échantillon final représentatif de 435 PME, de 10 à 249 salariés dans les secteurs de l'industrie et des services, en dépit d'une légère surreprésentation des PME industrielles.

Le second article de cette thèse (*cf.* Chapitre 4) est, quant à lui, basé sur un échantillon de 600 PME. Le différentiel avec la base complète *ad hoc* est dû au fait que nous avons cylindré l'échantillon sur les variables dont nous avons besoin. La perte est de 71 entreprises pour lesquelles les variables d'intérêt n'étaient pas renseignées. Cet échantillon de 600 PME est représentatif au regard des critères de taille et de secteurs d'activité des PME de la région Rhône-Alpes malgré une légère surreprésentation des PME industrielles. Les PME de l'échantillon sont innovantes en matière environnementale ou technologique ou sont non-innovantes. Les Tableau 12 et

Tableau 13 donnent la composition de l'échantillon selon le secteur d'activité et la taille des PME.

Tableau 12. Composition de l'échantillon régional selon le secteur d'activité

	Population mère : Rhône-Alpes		Echantillon : article 1		Echantillon : article 2	
	Nombre d'obs.	%	Nombre d'obs.	%	Nombre d'obs.	%
Industrie	6 676	22.25	197	45.29	318	53.00
Services	23 324	77.75	238	54.71	282	47.00
TOTAL	30 000	100.00	435	100.00	600	100.00

Sources : Données CCI Rhône-Alpes (2012) pour la population mère, base de données *ad hoc* sinon.

Tableau 13. Composition de l'échantillon régional selon la taille

	Population mère : Rhône-Alpes		Echantillon : article 1		Echantillon : article 2	
	Nombre d'obs.	%	Nombre d'obs.	%	Nombre d'obs.	%
10-49 salariés	25 136	83.79	358	82.30	504	84.00
50-249 salariés	4 864	16.21	77	17.70	96	16.00
TOTAL	30 000	100.00	435	100.00	600	100.00

Sources : Données CCI Rhône-Alpes (2012) pour la population mère, base de données *ad hoc* sinon.

Dans le troisième article de cette thèse (cf. Chapitre 5), le périmètre de l'échantillon est celui des entreprises industrielles de plus de 10 salariés ayant répondu à l'enquête CIS 2008 et ayant déclaré avoir introduit des innovations environnementales sur la période 2006-2008. Le nombre d'entreprises de l'échantillon final de 1 429 entreprises industrielles (PME et grandes entreprises) est représentatif de la population de référence en termes de secteur et de taille.

Le Tableau 14 donne la composition des échantillons mentionnés au niveau de la taille des entreprises. La distribution sectorielle détaillée des 1 429 entreprises industrielles est disponible p. 240 (cf. Appendix B. Distribution by sector of 1,429 firms de l'article 3, Chapitre 5).

Tableau 14. Composition de l'échantillon basé sur CIS 2008 selon la taille

	Population mère : Base CIS 2008		Echantillon : articles 3	
	Nombre d'obs.	%	Nombre d'obs.	%
PME (10-249 salariés)	16 462	81.84	837	58.57
Grande entreprise (250 salariés et plus)	3 652	18.16	592	41.43
TOTAL	20 114	100.00	1 429	100.00

Sources : Base de données CIS 2008

3.3 Opérationnalisation des variables

Nous avons apporté un soin particulier dans notre analyse quantitative aux choix des variables. Comme déjà mentionné dans la sous-partie 2.3 de ce chapitre, nous avons choisi une mesure d'innovation environnementale dite d'*output*, issue du Manuel d'Oslo (OECD/Eurostat, 2005) et largement acceptée dans la littérature. La variable dépendante *innovation* mobilisée dans les deux premiers articles est déclarative. Elle nous a permis d'obtenir une variable à trois modalités (0/1/2) selon si l'entreprise est non-innovante (valeur à 0), a développé des innovations technologiques (valeur à 1) ou a développé des innovations environnementales (valeur à 2) entre 2009 et 2011. Pour l'article 3, seules les PME et grandes entreprises qui ont introduit des innovations environnementales (entre 2006 et 2008) ont été prises en compte dans l'analyse.

En ce qui concerne l'opérationnalisation des variables explicatives, nous nous sommes appuyés sur la littérature en innovation environnementale, en mobilisant des variables classiquement utilisées. Nous présentons à la suite les principales variables

utilisées dans chacun des articles. De plus amples précisions sont disponibles dans chacun des articles.

Dans l'article 1, nous avons introduit pour la première étape de l'évaluation avec le *multiple treatment effects*, des déterminants de l'innovation environnementale de produit et de procédés suivant la classification de l'innovation environnementale (Horbach, 2008). Pour les déterminants réglementaires, nous avons considéré un *proxy* pour mesurer l'impact de la réglementation avec une variable binaire relative aux entreprises appartenant à un secteur polluant, ces entreprises étant soumises à plus de réglementations (Berrone *et al.*, 2013) et davantage susceptibles d'adopter une démarche d'innovations environnementales (Antonioni, Mancinelli et Mazzanti, 2013). Au niveau des déterminants relatifs à la technologie, nous avons notamment inclus la variable d'appartenance à un cluster qui favoriserait la mise en œuvre d'innovations environnementales (Cainelli, Mazzanti et Montresor, 2012). Au niveau des déterminants liés au marché, nous considérons une variable de coopération en R&D qui permettrait aux entreprises engagées dans des coopérations de compenser leur manque de ressources pour les innovations environnementales (Triguero *et al.*, 2013). Concernant les variables de contrôles, nous avons inclus dans notre modèle des variables classiques comme l'âge et la taille de l'entreprise en nombre d'employés (en logarithme), l'appartenance à un groupe et une variable sectorielle.

Pour la deuxième étape qui est constituée par l'évaluation des barrières perçues par les différents types de PME innovantes ou non-innovantes, nous avons pris en compte les neuf barrières suivantes : (1) coût excessif de l'innovation, (2) manque de sources de financement externes, (3) manque de sources de financement interne, (4) marché dominé par les entreprises établies, (5) demande incertaine pour les biens et services produits, (6) manque d'employés qualifiés, (7) manque d'information sur la technologie, (8) manque d'information ou de visibilité sur les marchés et (9) difficultés à trouver des entreprises partenaires avec lesquelles innover. Chacune de ces barrières est mesurée sur une échelle allant de 0 (très faible perception) à 5 (très forte perception). Ces neuf barrières à l'innovation ont été regroupées en trois catégories de barrières cohérentes avec la littérature : les barrières financières, celles liées au marché et celles liées à la connaissance. Ces barrières sont étudiées en intensité (*via* le score issu de l'échelle de mesure de la perception) et en nombre (nombre de barrières perçues).

Pour l'article 2, au niveau des sources de connaissances, nous avons tout d'abord porté l'accent sur les sources de connaissance internes. A cet effet, nous avons notamment inclus des variables sur les caractéristiques du dirigeant et sur la R&D interne. Nous avons ensuite considéré des sources de connaissances externes comme la coopération entre entreprises, les stratégies d'exportation qui influent positivement l'innovation des PME dans la littérature (De Marchi, 2012; Ganotakis et Love, 2012). Nous avons également pris en compte les stratégies de R&D externe. Pour examiner les complémentarités entre les sources de connaissances internes et externes, nous avons mobilisé des variables similaires à celles utilisées par (Cassiman et Veugelers, 2006). Nous testons cette complémentarité au niveau des R&D internes et externes, en examinant si les PME innovantes font appel à de la R&D interne ou de la R&D externe ou de la R&D interne et externe ou l'une des deux seulement. Nous avons inclus dans les modèles des variables de contrôle telles que l'âge et la taille de l'entreprise (comme précédemment) ainsi qu'une variable relative à la diversification sectorielle de l'entreprise, une relative à sa perception des barrières à la connaissance en intensité, une variable de contrôle sectorielle et une variable binaire relative aux entreprises appartenant à un secteur polluant comme il a été vu pour l'article 1.

Au niveau de l'article 3, nous avons utilisé des variables pour l'analyse en composantes principales (ACP) et le *clustering* issues du 'modèle triangulaire de l'innovation' (van Dijken *et al.*, 1999) suivant trois dimensions : (1) compétences de l'entreprise, (2) implication dans les réseaux et (3) orientation environnementale. Pour la première dimension, nous considérons à la fois les sources de connaissances internes à l'entreprise, la R&D interne ainsi que les sources de connaissances externes liées au marché et les sources scientifiques. Au niveau de la deuxième dimension, nous incluons les coopérations au niveau du marché, de nature scientifiques ou avec le groupe et la R&D externe. Pour la troisième dimension, l'orientation environnementale, les réglementations présentes et futures sont incluses dans l'analyse ainsi que le fait d'avoir une stratégie d'innovation environnementale bien définie et l'utilisation de systèmes de mesure de l'impact environnemental.

Afin d'avoir une analyse plus fine, nous avons inclus des variables supplémentaires qui n'ont pas été utilisées pour l'ACP ou le *clustering*. Les principales variables additionnelles sont relatives aux objectifs et aux motivations propres à l'innovation environnementale, aux types d'impacts environnementaux (suivant si

l'innovation a des bénéfices pour les entreprises et/ou pour l'utilisateur final), à l'intensité technologique et au périmètre des ventes à l'export.

Toutes les variables mobilisées dans les tests empiriques sont issues de la littérature, contribuant à obtenir des mesures adaptées et viables.

Synthèse du chapitre

Ce deuxième chapitre avait pour objectif de présenter le design général de la recherche, avec notamment le positionnement épistémologique retenu, la méthodologie de la recherche quantitative ainsi que sa validité et fiabilité.

Les principaux points qu'il convient de retenir de ce chapitre sont les suivants :

(1) Afin d'élaborer le design général de notre recherche, nous avons d'abord examiné différentes postures épistémologiques (i) puis nous avons précisé notre positionnement épistémologique réalisme critique (ii) et nous avons finalement défini notre stratégie d'accès au réel (iii). Un schéma à la suite de cette synthèse justifie et récapitule notre démarche d'accès au réel :

(i) A la suite de l'étude des différents paradigmes positivistes et post-positivistes, il ressort que le réalisme critique est le positionnement épistémologique le plus approprié pour notre recherche.

(ii) En effet, le réalisme critique nous permet de considérer les multiples déterminants ainsi que les facteurs internes (R&D interne, caractéristiques de l'entreprise, *etc.*) et externes (réglementation, sources de connaissances externes, coopération, *etc.*) propres aux innovations environnementales. C'est aussi un positionnement épistémologique fréquent et approprié (Fleetwood et Ackroyd, 2004; Miller et Tsang, 2011) en management stratégique, domaine dans lequel notre thèse s'inscrit.

(iii) Notre choix de démarche hypothético-déductive est en cohérence avec notre posture épistémologique. Cette démarche, à travers des méthodologies quantitatives permet de faire émerger des mécanismes générateurs *via* des mises à l'épreuve successives (Gavard-Perret *et al.*, 2012).

(2) Nous avons précisé l'intérêt et le choix d'une méthodologie quantitative (i) puis nous avons détaillé nos choix de méthodes économétriques (ii), nous nous sommes ensuite intéressés aux différentes mesures de l'innovation

environnementale (iii) afin de préciser laquelle sera mise en œuvre dans les enquêtes qui sont utilisées (iv) :

- (i) En cohérence avec notre posture épistémologique réaliste critique (Pratschke, 2003), nous avons choisi une méthodologie quantitative. Cette méthodologie nous permet d'étudier la force des liens existants entre les différentes variables (Baumard et Ibert, 2007) ainsi que de mieux comparer les variations entre différents groupes d'entreprises (Martin, 2012). Elle apporte des garanties en termes d'objectivité des résultats (Baumard et Ibert, 2007).
- (ii) En ce qui concerne les méthodologies quantitatives mobilisées, nous avons fait appel à des méthodes d'évaluation de l'effet du traitement multiple, des modèles logit multinomiaux, d'analyse en composantes principales, et de classification non-hiérarchique. A chaque fois, nous avons testé la présence de biais potentiels pour garantir la robustesse de nos résultats.
- (iii) L'innovation environnementale peut être mesurée de différentes manières, : les dépenses de R&D effectuées par l'entreprise, les brevets, ou l'introduction de produits, procédés ou pratiques organisationnelles, nouveaux ou significativement améliorés à partir d'enquêtes. Après avoir examiné les avantages et inconvénients de ces différentes mesures, nous choisissons d'utiliser une mesure déclarative de l'innovation issue des enquêtes sur l'innovation, qui représente le plus fidèlement les innovations effectivement mises en œuvre par l'entreprise, notamment les PME (Arundel et Kemp, 2009).
- (iv) Au niveau des enquêtes, nous mobilisons des sources de données primaires, constituées par l'enquête régionale *ad hoc* menée par l'IREGE et l'enquête nationale CIS France 2008. En complément, nous avons apparié ces données avec des données secondaires issues de la base de données ORBIS afin d'avoir des données économiques et financières.

(3) Nous avons également retracé les dispositifs de validité et fiabilité de la méthodologie quantitative que nous avons mise en œuvre. La validité de la recherche (i), la gestion des biais potentiels relatifs aux échantillons (ii), et l'opérationnalisation des variables (iii) seront résumés à la suite :

(i) Au niveau de la validité de la recherche, nous nous sommes intéressés à la viabilité de l'instrument de mesure, à la validité interne et aux biais potentiels mais aussi à la validité externe. Nous avons également précisé les différents éléments liés à l'approche subjective.

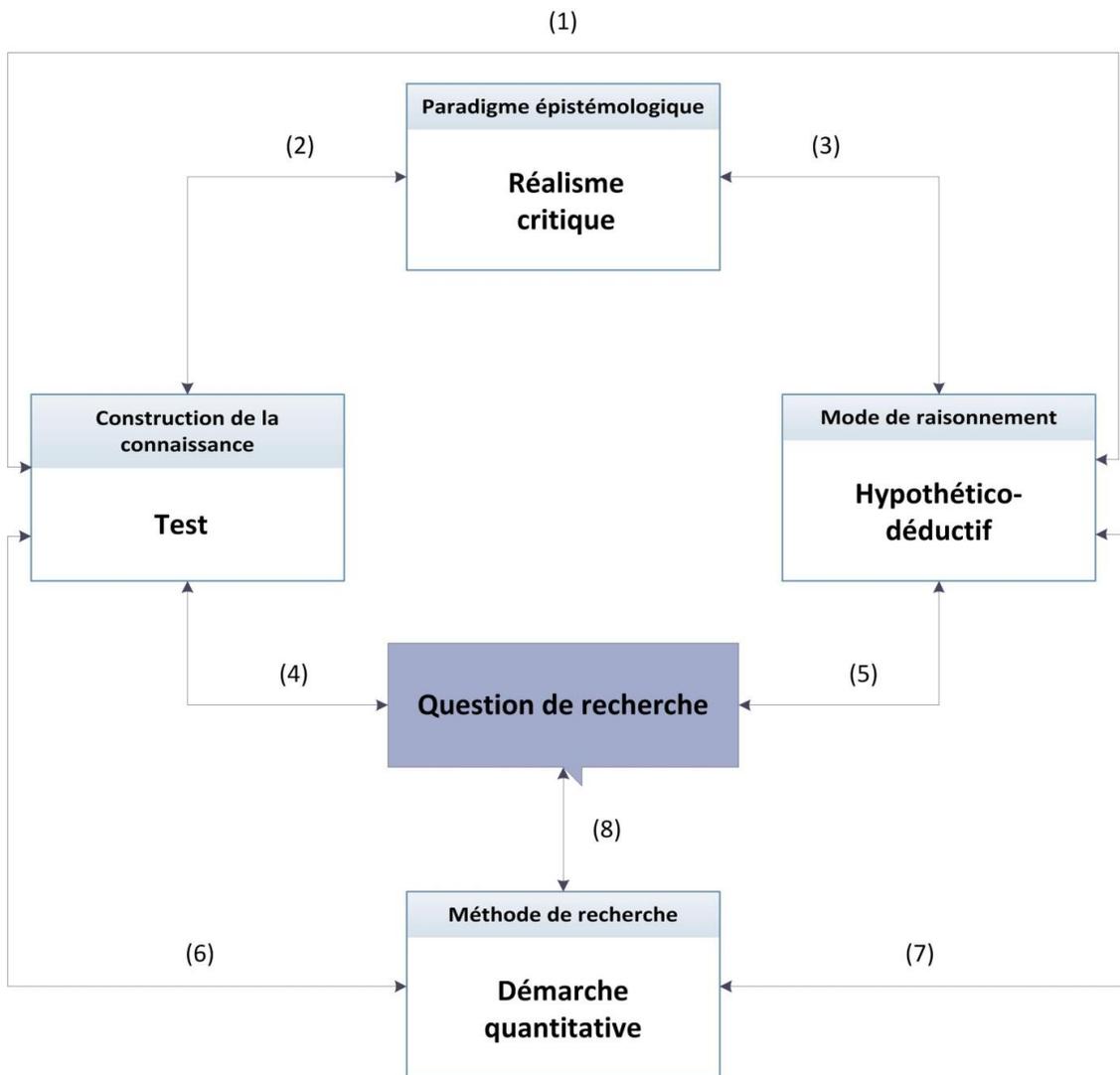
(ii) Pour les biais potentiels liés aux échantillons, nous précisons la composition et l'échantillonnage des deux échantillons sur lesquels nous basons notre thèse. Le premier échantillon est issu de la base régionale, le deuxième échantillon provient de l'enquête nationale CIS 2008.

(iii) L'opérationnalisation des variables dans les modèles a été basée sur des mesures bien acceptées dans la littérature sur laquelle nous nous sommes appuyés. Pour la variable dépendante *innovation* (Articles 1 et 2), nous avons retenu une mesure d'*output* qui nous permet de réaliser des comparaisons entre trois groupes d'entreprises : non-innovantes, innovantes technologiquement et innovantes environnementalement. Pour l'article 3, nous distinguons deux groupes d'entreprises innovantes environnementalement : les PME et les grandes entreprises.

Cohérence de la démarche

Notre démarche d'accès au réel est synthétisée ci-dessous (Figure 9). Elle est commentée et justifiée, à partir de ce schéma, à l'aide de la littérature sur la méthodologie de la recherche en sciences de gestion :

Figure 9. Cohérence de la démarche d'accès au réel



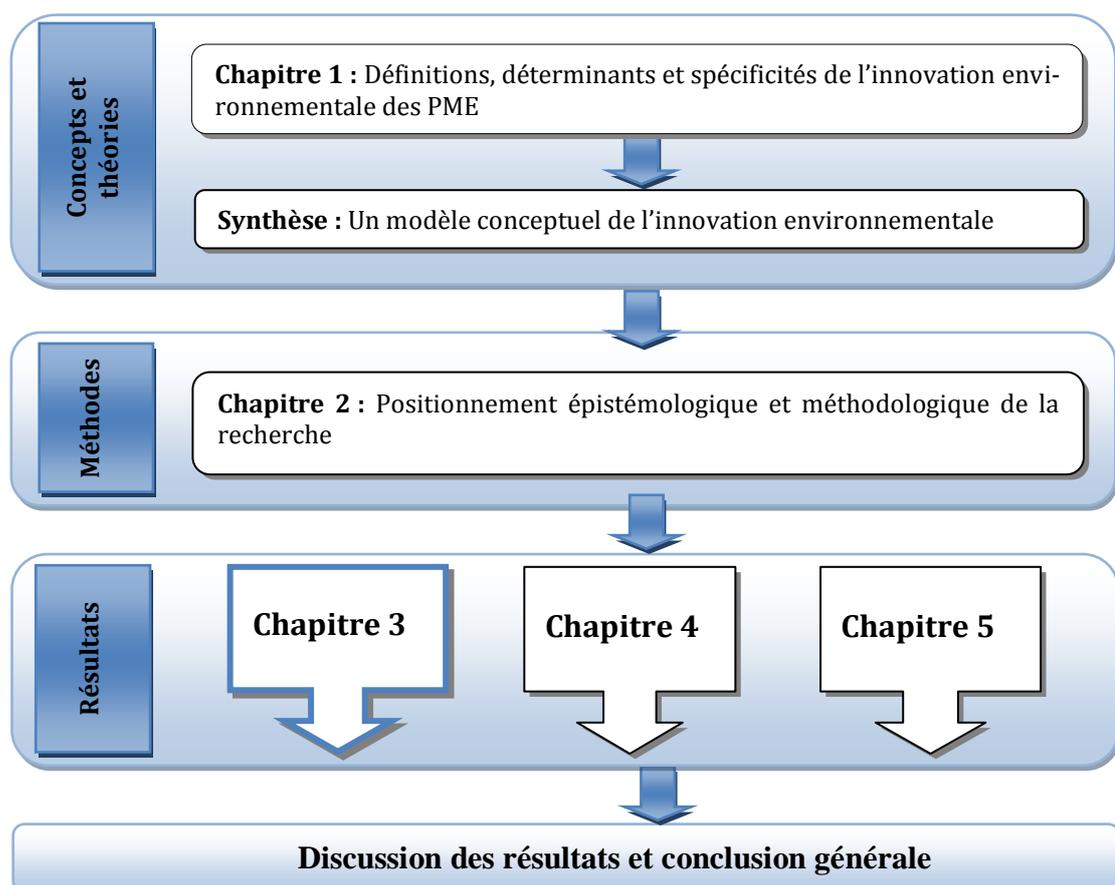
(1) Cohérence entre la construction de la connaissance et le mode de raisonnement.

Tester est l'un des processus qui participe à l'élaboration des connaissances, et « lorsqu'il entreprend une démarche de test, le chercheur utilise une démarche hypothético-déductive » (Charreire Petit et Durieux, 2007, p. 75).

- (2) et (3) Cohérence entre la construction de la connaissance, le paradigme épistémologique et le mode de raisonnement. La construction de la connaissance dans le réalisme critique s'effectue *via* des mises à l'épreuve successives (Gavard-Perret *et al.*, 2012) afin de tester les mécanismes générateurs (Miller et Tsang, 2011), ce qui s'inscrit dans une démarche hypothético-déductive.
- (4) et (5) Cohérence entre la question de recherche, la construction de la connaissance et le mode de raisonnement. Notre question de recherche a pour but de mettre en évidence les spécificités des innovations environnementales des PME au regard de leurs déterminants, barrières et des caractéristiques propres à cette catégorie d'entreprise à l'aide de tests. Nous souhaitons donc, de ce fait « *mettre à l'épreuve de la réalité un ou des objets théoriques ou méthodologiques* » (Charreire Petit et Durieux, 2007, p. 60) par une démarche de test qui s'opérationnalise avec une approche hypothético-déductive (Charreire Petit et Durieux, 2007).
- (6) Cohérence entre la construction de la connaissance et la méthode de recherche. « *Pour tester, le chercheur peut recourir à des dispositifs méthodologiques tant qualitatifs que quantitatifs. Cependant, les outils quantitatifs sont plus fréquemment mis en œuvre pour servir la logique de test.* » (Charreire Petit et Durieux, 2007, p. 73).
- (7) Cohérence entre le mode de raisonnement et la méthode de recherche. Le raisonnement hypothético-déductif est relativement lié à la démarche quantitative.
- (8) Cohérence entre la méthode de recherche et la question de recherche. Le choix d'une méthodologie quantitative vis-à-vis de la question de recherche a fait l'objet du développement de la Partie 2 de ce chapitre.

Chapitre 3 – Article 1

Barriers to environmental innovation in SMEs: Empirical evidence from French firms



Plan du chapitre 3

Résumé étendu	141
1. Introduction.....	145
2. Antecedents of environmental innovation	147
2.1 <i>Regulation.....</i>	<i>149</i>
2.2 <i>Technology-push factors.....</i>	<i>150</i>
2.3 <i>Demand-pull factors</i>	<i>151</i>
2.4 <i>Firm characteristics.....</i>	<i>152</i>
3. Barriers to environmental innovation	152
4. Data and methods	157
4.1 <i>Data</i>	<i>157</i>
4.2 <i>Dependent variables</i>	<i>157</i>
4.3 <i>Independent variables.....</i>	<i>158</i>
4.4 <i>Sample</i>	<i>161</i>
4.5 <i>Methods.....</i>	<i>161</i>
5. Findings	165
6. Discussion and conclusion	168
6.1 <i>Theoretical implications</i>	<i>168</i>
6.2 <i>Managerial implications.....</i>	<i>171</i>
6.3 <i>Public policy implications</i>	<i>171</i>
7. Appendices.....	173
7.1 <i>Appendix 1. Distribution by sector and size of 435 Rhône-Alpes firms (Balanced database).....</i>	<i>173</i>
7.2 <i>Appendix 2. Descriptive statistics of variables used in the multinomial logit.</i>	<i>173</i>

Résumé étendu

Note : Cet article a été coécrit avec Rachel Bocquet et Caroline Mothe.

Motivation

Bien que récentes, les innovations environnementales sont de plus en plus adoptées par les entreprises de toute taille, en particulier les PME. Les déterminants qui leur sont propres commencent à être connus, tandis que les barrières et obstacles ne sont que rarement examinés. Concernant les PME, il existe un déficit dans la littérature tant au niveau des déterminants que des barrières.

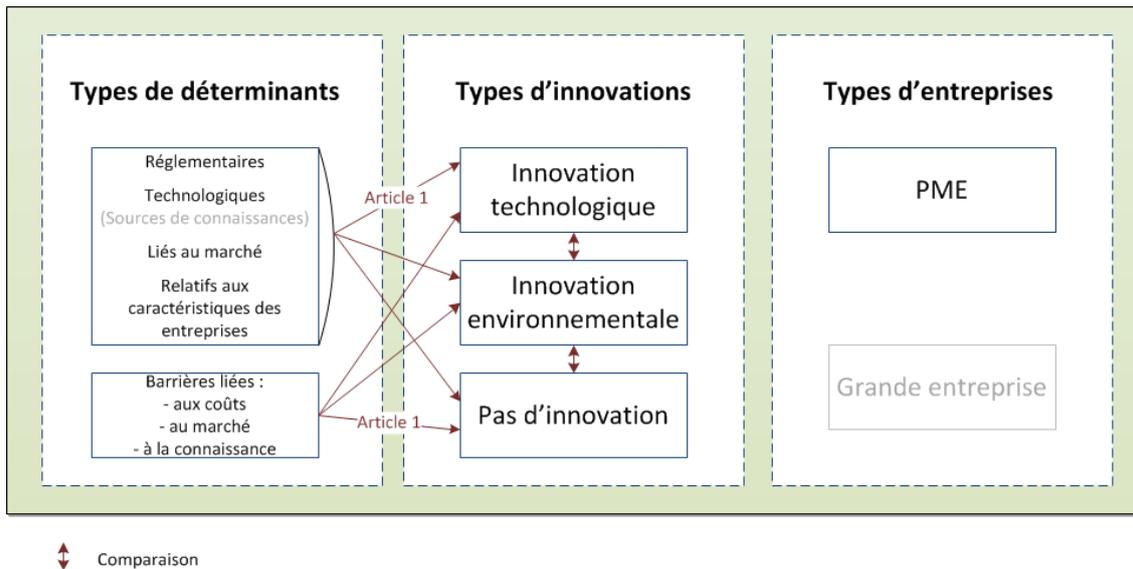
Objectif

Cet article s'intéresse aux déterminants de l'innovation environnementale propres aux PME ainsi qu'aux barrières perçues par cette catégorie d'entreprises. Pour identifier les spécificités des barrières à l'innovation environnementale des PME (quant à leur type, nombre et intensité), une comparaison est menée avec les PME innovantes technologiquement et non-innovantes.

Positionnement de l'article dans le cadre conceptuel général

Les spécificités de l'innovation environnementale des PME sont saisies non seulement au regard de leurs déterminants mais aussi de leurs barrières. Cet article propose donc un cadre d'analyse plus riche que celui des seuls déterminants de l'innovation environnementale tout en l'adaptant aux PME. La Figure 10 suivante positionne l'article dans le cadre conceptuel de notre thèse.

Figure 10. Positionnement de l'article 1 dans le cadre conceptuel général



Design/méthodologie

Le cadre théorique fait appel à l'hypothèse de Porter ainsi qu'à la littérature relative aux déterminants et aux barrières à l'innovation technologique et à l'innovation environnementale.

L'étude empirique est basée sur des données de PME issues d'une enquête régionale *ad hoc*. La mise en œuvre d'un logit multinomial avec l'estimation des effets du traitement multiple permet de comparer trois groupes de PME (innovantes technologiquement, innovantes environnementalement et non innovantes) afin d'évaluer leurs différences quant aux barrières perçues.

Résultats

Concernant les déterminants, les résultats confirment l'effet positif de la réglementation sur l'innovation environnementale des PME. Trois autres déterminants s'avèrent toutefois essentiels pour favoriser l'innovation environnementale de cette catégorie d'entreprises : l'appartenance à un cluster, la coopération en R&D et la mise en place d'un système de mesure de leur impact environnemental. Au niveau de la perception des barrières, il existe une double spécificité. Les barrières sont perçues par les PME innovantes environnementalement comme étant plus nombreuses par rapport à celles perçues par les PME innovantes technologiquement et non-innovantes. Cependant, les barrières rencontrées par les PME innovantes environnementalement

sont perçues comme étant plus intenses par rapport aux PME non-innovantes mais pas par rapport aux PME innovantes technologiquement.

Originalité

Cette recherche est la première à s'intéresser aux barrières subjectives, perçues par les PME en innovation environnementale et à révéler leurs spécificités par rapport à d'autres catégories d'entreprises (innovantes technologiquement et non innovantes). Elle contribue de ce fait à la littérature sur l'innovation environnementale et à celle sur les PME.

Implications dans le cadre de ce travail de thèse

Cet article permet de dégager deux premières spécificités des PME qui innovent environnementalement. Les déterminants et des barrières perçues à l'innovation environnementale diffèrent significativement par rapport aux autres catégories de PME étudiées (non innovantes et innovantes technologiquement).

Valorisation de cette recherche

➤ *Communications*

05/2014 “Barriers to Environmental Innovation in SMEs: Empirical Evidence from French Firms”, XXIII^{ème} Congrès de l'AIMS (Association Internationale de Management Stratégique), Rennes, 26-28 mai.

06/2015 “Barriers to Environmental Innovation in SMEs: Empirical Evidence from French Firms”, Tutorat Grand Sud, Nice, 22-23 juin.

➤ *Soumission*

07/2014 “Barriers to Environmental Innovation in SMEs: Empirical Evidence from French Firms”, soumis à la revue *M@n@gement*, rang 2 CNRS, rang A HCERES.

11/2014 Décision concernant la soumission : demande de modifications majeures

03/2015 Soumission de la nouvelle version

04/2015 Décision concernant la soumission : **manuscrit accepté pour publication**

07/2015 Publication dans le numéro 18(2) de *M@n@gement*

1. Introduction

In the past decade, concerns about firms' wrongdoing, especially in relation to the environment, have expanded. In response to pressures for a cleaner environment, firms might pursue environmental innovation (EI), which differs from "traditional" innovations in its externalities and drivers. Because regulations for adopting EIs exist, institutional pressures trigger such innovations, especially among polluting firms (*e.g.*, Berrone, Fosfuri, Gelabert & Gomez-Mejia, 2013; Jaffe, Newell & Stavins, 2005; Porter & van der Linde, 1995; Rennings, 2000). A great deal of literature explores the determinants of EI adoption but we know little about the elements that hinder EI. In particular, we have found limited research into the barriers to EI, which suggests the need for further empirical research on this topic (Del Río González, 2009).

To contribute to current debates on EI, we study EI determinants and barriers, both theoretically and empirically. Noting that the barriers to EI remain largely unexplored, we investigate the possibility of transferring or adapting existing theories and conceptual frameworks to EIs (De Marchi, 2012; Horbach, 2008; Rennings, 2000), which tend to be more complex than other TIs (De Marchi, 2012). Theoretical and empirical research started to investigate the environmental benefits associated with innovations about a decade ago, including their drivers and determinants. However, few studies (*cf.* De Marchi, 2012; Horbach, 2008) have compared environmental and non-environmental innovations. Even fewer investigations have addressed these issues in relation to small- and medium-sized enterprises (SMEs), even though the 20 million SMEs in the European Union represent 99% of all European firms. Due to their resource constraints, SMEs tend to focus less on environmental questions than their larger counterparts, even though they account for approximately 64% of all industrial pollution (Calogirou *et al.*, 2010). In this sense, SMEs have a major role in global sustainable development issues and represent an important target for public policies aimed at developing a sustainable society. They also face unique challenges, because even if they want to reduce their environmental impacts, they are limited by a relative lack of resources.

This article therefore seeks to identify the extent to which SMEs that innovate in environmental contexts perceive barriers to their innovation, compared with SMEs that

introduce TIs only or SMEs that do not innovate. As Mairesse and Mohnen (2010, p. 8) indicate, “most of the data collected in innovation surveys are qualitative, subjective and censored”. Many variables, whether qualitative or quantitative, are subjective in nature, based largely on the personal appreciation and judgment of the respondents. Such perceptions are important in relation to public policy issues, because perceived obstacles to innovation constitute reflections of failed innovation policies, in that “if an obstacle is perceived to be high by a respondent, it means that somewhere there is a deficiency in innovation policy” (Mairesse & Mohnen, 2010, p. 22).

This subjective approach requires an understanding of subjective visions of business opportunities and the mobilization of resources and capabilities to transform knowledge into business reality (Shepherd & DeTienne, 2005).³⁶ We follow subjectivist entrepreneurial theory (Penrose, 1959), which acknowledges the economic importance of an entrepreneur’s personal knowledge (Polanyi, 1962), which is intrinsically subjective (Kor, Mahoney, & Michael, 2007). Adopting Kor *et al.*’s (2007) use of Penrose (1959) to elaborate how entrepreneurs’ perceptions and personal knowledge shape firms’ subjective, productive opportunity sets (including innovative activities), we assert the importance of understanding perceptions of the factors that hinder or make it difficult for SMEs to innovate environmentally. Such an understanding has major implications in terms of macroeconomic policies to support EI.

Literature on the barriers to EI is very scarce, although two recent working papers testify to a growing interest. First, Marin, Marzucchi, and Zoboli (2014) propose a taxonomy of European SMEs in terms of barriers to eco-innovation. Second, Ghisetti, Mazzanti, Mancinelli, and Zoli (2015) reveal the importance of overcoming financial barriers for SMEs’ EI. With this study, we extend this line of research by accounting for the type, number, and intensity of these barriers and thereby answering two main research questions: what are the main barriers to EI, as perceived by SMEs? And are these perceived barriers more numerous or intense for environmentally innovative SMEs than for technologically innovative or non-innovative SMEs? To test our predictions, we use a novel multiple treatment model and a merged sample of 435 SMEs in the French Rhône-Alpes region.

³⁶ Such perceptions may be subject to decision-making biases though, especially under uncertainty (Busenitz & Barney, 1997).

We find that barriers to EI are not only more numerous but also more important for SMEs that engage in environmentally innovative activity, compared with those that do not undertake any innovation activity. This also holds for the comparison with SMEs that have introduced TI only, though to a lesser extent and mainly as a matter of intensity rather than of number.

With this approach, we contribute to the prior literature in several ways. First, in line with Klewitz and Hansen (2014), we seek to develop a more integrated theoretical framework of EI in SMEs that encompasses, for the first time, both antecedents and barriers to EI. Second, we identify specific EI determinants for SMEs and compare the perceptions of barriers to EI across three SME categories (environmentally innovative, technologically innovative, and non-innovative), using an original methodology based on a multinomial logit model with treatment effects. Our findings show that EIs have a more binding character than more classical TIs and that the barriers to EI appear more numerous and more intense. Third, our novel data set of French SMEs enables us to address conventional questions about innovation while also considering SMEs' specific antecedents and barriers to innovation.

In the next section, we present our theoretical framework and draw hypotheses about barriers to EI. We then present the data and methodology, followed by the main results of our econometric models. Finally, with our discussion and conclusion, we note some limitations of this research and avenues for further research.

2. Antecedents of environmental innovation

Environmental innovation has been defined in various ways, including different types of innovation (*i.e.*, technological or non-technological), depending on the researchers' objectives and questions. For example, Kemp (2010, p. 2) defines EI as the “production, assimilation or exploitation of a product, production process, service or management or business method 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”. In contrast, Rennings (2000, p. 322) views EIs as “measures of relevant actors (firms, [...]) which: (i) develop new ideas, behavior, products and processes, (ii) apply or introduce them, and; (iii) contribute to a reduction

of environmental burdens or to ecologically specified sustainability targets”. The various definitions sometimes refer to EI as “green innovation” or “eco-innovation”, which are broader terms that also encompass unintended EIs (Arundel & Kemp, 2009). We prefer the term “environmental innovation”, because it aligns with our research perspective, in which EI is the result of a firm’s strategy. Moreover, it is the term most often used in innovation literature (Schiederig *et al.*, 2012).

Accordingly, we focus on technological EIs, which we regard as new or modified processes, products, or services that reduce environmental harms (Beise & Rennings, 2005; De Marchi, 2012). This definition includes changes to products and production processes that generate environmental benefits, whether those benefits accrue to final customers (*i.e.*, products and services) or firms themselves (*i.e.*, processes). Note that this definition “is based on the effect of the innovation activities independent of the initial intent and includes both incremental and radical improvements” (De Marchi, 2012, p. 615). Because EI holds increasing interest for both firms and scholars, a question arises: does it require specific theory and public policy? This question is particularly pertinent for SMEs (Cuerva *et al.*, 2014; Del Río González, 2009), for which the frontier between the determinants and barriers of EI remains tenuous.

Prior EI literature has discussed whether EI is triggered by supply-push factors, demand-pull factors, or both (Costantini, Crespi, Martini, & Pennacchio, 2015; Di Stefano, Gambardella, & Verona, 2012; Peters, Schneider, Griesshaber, & Hoffmann, 2012). Beyond such technology-push and market-pull factors, regulation is another important driving force (*e.g.*, Ghisetti, Mazzanti *et al.*, 2015; Horbach, 2008; Horbach, Rammer, & Rennings, 2012; Rennings & Rammer, 2009). Some authors also introduce firm-specific factors (Ghisetti, Mazzanti, *et al.*, 2015; Horbach *et al.*, 2012). We adopt a classification³⁷ of four types of antecedents, in line with Horbach *et al.* (2012) and Ghisetti, Mazzanti *et al.* (2015): regulation, technology-push factors, demand-pull factors, and firms’ characteristics.

³⁷ This classification is now well accepted, but it raises some challenges, because regulation may support both supply (by improving infrastructure and/or public R&D) and market forces, such as through public procurement (Rennings & Rammer, 2009).

2.1 Regulation

Similarly to most other studies of firms' EI antecedents, we do not adopt a standard "policy-oriented" approach. We instead prefer the Porter hypothesis, which stresses that regulation can drive innovation in certain circumstances. This hypothesis has been formulated twice (Porter, 1991; Porter & van der Linde, 1995) and indicates that well-designed regulations can enhance firms' innovation and competitiveness. In contrast, a standard view considers environmental regulation solely an additional cost for firms.

With this reliance on the Porter hypothesis, we consider environmental policy a main potential driver of EI (Horbach, 2008). For example, environmental regulations incentivize innovation through environmental taxes or certificates (Wagner, 2003). Two key points differentiate EIs from other innovations: externalities and drivers, which Rennings (2000) refers to as the "double externality problem" and the "regulatory push/pull effect", respectively. That is, just as innovation and R&D activities induce positive externalities, green innovators can produce positive environmental externalities (De Marchi, 2012). Part of this created value gets appropriated by society – in the form of reduced environmental damage – so there are some disincentives for firms to invest in products or processes that reduce their environmental impacts (Jaffe *et al.*, 2005; Rennings, 2000). This additional externality may prompt a lack of investment or interest among firms, because direct returns from investments in EI are difficult to reap. The potential for market failure also induces a greater need for policy intervention to drive EI (Rennings, 2000).

In this vein, recent studies have indicated a positive correlation between regulation and EIs (Horbach *et al.*, 2013); environmental regulation offers the initial incentive for firms to develop EI processes (Del Río González, 2009). Antonioli, Mancinelli, and Mazzanti (2013), in their comparative analysis, find that polluting-sector firms tend to innovate more environmentally than firms outside a polluting sector. This effect of more stringent environmental regulation exists for innovation in general (Ford, Steen, & Verreyne, 2014), such that some firms even overcomply to gain competitive advantages and an improved social image, in which case the costs associated with reduced pollution may be balanced by realized gains (Ambec & Lanoie, 2008).

For SMEs, though regulation is a powerful driver of EI, meeting environmental regulations is arduous (Brammer, Hojmosse, & Marchant, 2012), especially when the regulatory system is complex (involving numerous certifications, policies, or institutions). With a sample of Chinese SMEs, Zhu, Wittmann, and Peng (2012) find that unclear laws or regulations, together with excessive taxation, have hampering effects on small firms. Thus, well-designed regulation must be adequate and appropriate to support SMEs' EI processes.

2.2 Technology-push factors

Literature on the determinants of EI that adopts a technology-push (supply-side) view generally has suggested that improving organizational, strategic, and technological capabilities triggers EI (Horbach, 2008). Using a novel data set of 1566 UK firms, Kesidou and Demirel (2012) emphasize the importance of allocating organizational capabilities and resources to EI. A strong positive relationship emerges between technological capabilities and EI (Cuerva *et al.*, 2014); in addition, environmental management systems (EMS; *e.g.*, ISO norms) favor the EI process (Horbach, 2008; Kammerer, 2009; Wagner, 2007). The ISO 14001 norm has a positive influence on R&D activities, and a more mature EMS increases environmental R&D investments (Inoue, Arimura, & Nakano, 2013). Kesidou and Demirel (2012) also find that cost savings, especially on material and energy, are important incentives for EI. Horbach *et al.* (2013) confirm this result among French and German firms and show that savings on energy and material enhance EI. In addition, SMEs with an external acquisition strategy likely innovate less, because both acquisition and innovation strategies incur important costs (Hitt, Hoskisson, Johnson, & Moesel, 1996). By contrast, an internally focused strategy should enhance a firm's propensity to innovate environmentally (De Marchi, 2012).

Cooperation in R&D also appears to drive EI by enabling economies of scale, especially for firms in the same sector (Cainelli, Mazzanti, & Zoboli, 2011). An important characteristic is that EI may require knowledge and competences that do not belong to a firm's core competences (Horbach *et al.*, 2012; Rennings & Rammer, 2009). In this sense, Cainelli, Mazzanti, and Montresor (2012) not only show that interfirm network relationships are the most important EI drivers for firms located in a local production system, but also that EI is stimulated by firms' interactions with "qualified

partners” (*e.g.*, universities and suppliers, but not customers or competing firms). Other authors demonstrate that cluster policies could leverage EI, in both clean-tech sectors and other industries (Barsoumian, Severin, & van der Spek, 2011). Wagner (2007) emphasizes the need to collaborate with environmentally concerned stakeholders, especially for SMEs. In one of the rare studies dedicated to SMEs, Del Río González (2009) asserts that other actors, such as industrial associations or public and private entities, can engage in cooperative processes to support innovation. Research into EI determinants also highlights the crucial importance of interactions between firms, and between SMEs and various actors (Marin *et al.*, 2014), which implies a link to open innovation considerations since SMEs with EI are generally seen as more open for innovation than other firms. Open innovation is key for EI (De Marchi, 2012), especially for SMEs (Klewitz & Hansen, 2014; Worthington & Patton, 2005) and in their systematic review of the sustainability-oriented innovation of SMEs, Klewitz and Hansen (2014) argue that interactions with external actors (*e.g.*, authorities and research institutes) can ultimately increase the innovative capacity of SMEs for EIs. As Triguero, Moreno-Mondéjar, and Davia (2013) suggest, on the basis of their analysis of the drivers of different types of EI in European SMEs, supply-side factors thus appear more important for environmentally oriented innovations than for more traditional product innovations.

2.3 Demand-pull factors

Firms have strong incentives to engage in EIs that are congruent with customer benefits (Kammerer, 2009). Kesidou and Demirel (2012) argue that firms initiate EI to satisfy minimum customer and societal requirements. Environmental consciousness is thus a relevant parameter for innovative firms (Horbach, 2008), especially in environmentally sensitive industries. In the pulp paper industry for example, public pressure is the strongest determinant of EI, even more so than regulation (Popp, Hafner, & Johnstone, 2011). Although some SMEs likely are reluctant to implement EI, out of a concern that most of their customers are not willing to pay more for green products or services (Bianchi & Noci, 1998), their investment in EI can represent a means to develop their markets (Brammer *et al.*, 2012). Moreover, close proximity between a firm and its customers can help it implement an EI strategy (Madrid-Guijarro, Garcia, & Van Auken, 2009). As Triguero *et al.* (2013) show, European SMEs that collaborate

with various actors (including consumers) increase market demand for green products, and market share in turn has a significant positive influence on EI.

2.4 Firm characteristics

Firm size has a positive effect on EI, such that larger SMEs, which enjoy greater access to financial and human resources (Rehfeld *et al.*, 2007), are more likely to engage in EI processes (Cuerva *et al.*, 2014; De Marchi, 2012; Galliano & Nadel, 2013). Older firms tend to have acquired more competences, knowledge, and resources to support an EI strategy, whereas younger ones tend to seek an understanding of their market first, then search for venture capital funding (Mazzarol, Reboud, & Volery, 2010). In addition, international firms are more conscious of environmental pressures (Del Río González, 2009) and more likely to elaborate and adopt a proactive environmental strategy (Aguilera-Caracuel, Hurtado-Torres, & Aragón-Correa, 2012). Finally, SMEs have more flexibility than large firms, due to their structure and size, which increases their reactivity (Aragón-Correa *et al.*, 2008). Madrid-Guijarro *et al.* (2009) also note that less bureaucracy has a positive effect on EI.

Overall, SMEs appear generally less likely to introduce EIs than large firms, because of their lack of resources. Of the various explanatory factors for SMEs' EI, those related to the demand side seem to have the smallest impact. Examining barriers to EI offers another path of interest, which may provide a better understanding of SMEs' decisions related to EI.

3. Barriers to environmental innovation

Because of the scarcity of studies on the drivers of or barriers to EI, we rely on the literature on the barriers to TI. This analogy between EI and other types of TI requires consideration of two main elements: first, some studies based on large samples demonstrate that EIs are more complex and costly, such that they require knowledge and competences that are not necessarily among a firm's core competences (Horbach *et al.*, 2012; Rennings & Rammer, 2009). Second, Ghisetti, Mazzanti *et al.* (2015) show that EI is not always a question of financial resources but rather reflects organizations

and managers' perceptions. Consequently, EI often requires more transverse process activities than traditional, "dirty" TIs (which mainly emerge from R&D departments).

Previous studies of the barriers to (technological) innovation do not address EI specifically but rather seek to explicate the impact of these barriers on firms' attitudes toward R&D activities (Blanchard, Huiban, Musolesi, & Sevestre, 2013; Hyytinen & Toivanen, 2005; Mohnen *et al.*, 2008; Mohnen & Röller, 2005; Savignac, 2008; Segarra-Blasco, Garcia-Quevedo, & Teruel-Carrizosa, 2008).³⁸ For example, research carried out for the Commission of European Communities, featuring contributions from researchers across eight European countries, has revealed that major barriers relate to the education system, skilled labor, venture capital and bank financing, norms, legislation, and public bureaucracy (European Commission, 2004). In Canada, Baldwin and Lin (2002) study barriers to advanced technology adoption by manufacturing firms and identify five classes: cost, institution, labor, organization, and information. Galia and Legros (2004), investigating the complementarities among barriers to innovation for French manufacturing firms, show that firms that postpone projects are more prone to economic risk, lack of skilled personnel, innovation costs, lack of customer responsiveness, lack of information about technologies, and organizational rigidities. In contrast, firms that abandon projects tend to face economic barriers rather than technological or organizational ones. Mohnen and Röller (2005) also assess complementarities among barriers to innovation in a sample of firms from Ireland, Denmark, Germany, and Italy. They cite four groups of barriers – risk and finance, knowledge, knowledge skills outside the enterprise, and regulation – and assert that a lack of internal human capital complements all other barriers in almost all industries. In the Netherlands, Mohnen *et al.* (2008) show that financial barriers significantly affect firms' decisions to abandon, prematurely stop, slow down, or not start innovative projects; in addition, these financial constraints depend on firms' sizes and economic situations.

As these studies show, many firms are constrained by financial barriers. However, when barriers to innovation serve as an explanatory variable for R&D activity or innovation output, a non-significant or even significantly positive coefficient often results (Baldwin & Lin, 2002; D'Este, Iammarino, Savona, & von Tunzelmann, 2012;

³⁸ A discussion of the determinants of obstacles to innovation is beyond the scope of this study (see Baldwin & Lin, 2002; D'Este, Iammarino, Savona, & von Tunzelmann, 2012; Galia & Legros, 2004; Iammarino, Sanna-Randaccio, & Savona, 2009; Schneider & Veugelers, 2010; Tourigny & Le, 2004).

Galia & Legros, 2004; Hölzl & Friesenbichler, 2010; Hölzl & Janger, 2014; Iammarino, Sanna-Randaccio, & Savona, 2009; Mohnen *et al.*, 2008; Mohnen & Röller, 2005; Mohnen & Rosa, 2002), such that firms facing stronger barriers appear more likely to innovate, all else being equal. The positive correlation of innovation with perceived obstacles is, at first sight, a typically counterintuitive result. However, most studies of innovation obstacles, especially those using Community Innovation Surveys (CIS) that are based on perceptions (*e.g.*, Galia & Legros, 2004; Ghisetti, Mazzanti *et al.*, 2015; Mohnen & Röller, 2005; Rennings & Rammer, 2009), indicate that barriers to innovation are perceived as stronger by those firms that actually are innovating. Therefore, closer inspection suggests “that innovating firms are more likely than non-innovating firms to perceive the various obstacles that stand in their way” (Mohnen *et al.*, 2008, p. 208). In other words, the perception of hampering factors is itself endogenous and co-determined by some of the same factors that condition innovation. Clausen (2008) provides an original, additional explanation: the key variable is not actual barriers but their perception by managers. In that sense, those who wish to innovate are more inclined to perceive barriers, and this perception relates positively to the will to innovate. Obstacles to innovation should be interpreted as a measure of how firms overcome them, rather than as preventers of innovation (Baldwin & Lin, 2002; Tourigny & Le, 2004). The definitions of barriers to innovation applied in innovation surveys in turn might indicate how successfully a firm has overcome those barriers. D’Este *et al.* (2012) similarly propose a distinction between “detering” and “revealed” barriers: the former prevent firms from engaging in innovation activities, whereas the latter invoke a positive effect, such that firms can overcome barriers and innovate. Ghisetti, Mazzanti *et al.* (2015) offer support for the deterrent barrier hypothesis for financial constraints, which deter innovative strategies.

In line with these previous studies, we analyze three major sets of perceived barriers to EI: cost, knowledge, and the market. First, cost barriers reflect a firm’s difficulties in financing its innovation projects. During the innovation process, available financial resources might not be sufficient to cover the investments required, so high costs and a lack of financial resources (internal and external sources) constitute important barriers to innovation. Second, knowledge barriers pertain to limited access to information about technology and skilled labor. Managers and employees who can incorporate and support innovation as a business strategy thus attain a competitive advantage. That is, EIs require specific information and knowledge, so qualified

personnel and associated skills are important for exploring new environmental technologies. Third, an ability to connect a technical opportunity to a market opportunity encourages successful innovations, but technology-push- and demand-pull-related barriers may constrain innovative activity. The technology and markets linked to EI tend to be complex and evolve rapidly, so firms that pursue EI must address these two issues even more intensively than firms that innovate in other realms. The market barriers thus reflect market structures and pull technology derived from demand.

However, these barriers might not be identical or perceived in the same way in relation to EI, especially for SMEs. The European Commission's Environmental Technologies Action Plan (European Commission, 2004) cites several barriers to EI: economics, inappropriate regulations or standards, insufficient or weak research systems, and lack of market demand. Ashford (1993) also provides a detailed list of barriers to pollution prevention: technological, financial, labor-force-related, regulatory, consumer-related, supplier-related, and managerial. Empirical studies indicate that EI is often costly, because it requires specific procedures to measure, manage, and adapt benefits for the environment, which could hinder an innovative firm's performance (Konar & Cohen, 2001). Market uncertainty also tends to be greater for green products, because of their relative newness and volatile consumer markets. Similarly, access to both skilled personnel and knowledge about markets and technologies is more difficult for goods outside the mainstream.

These barriers get reinforced for SMEs, which lack various resources and are more constrained in their day-to-day operations. At a regional level, Freel (2000) observes barriers to product innovation among a sample of small manufacturing firms and breaks the resource constraints down into four sets: finance, management and marketing, skilled labor, and information. Madrid-Guijarro *et al.* (2009) consider a lack of financial resources, poor human resources, a weak financial position, and high cost and risk as internal barriers, and consider turbulence, a lack of external partners, a lack of information, and a lack of government support as external barriers. The cost of innovation affects Spanish SMEs more, and barriers' impacts depend on the type of innovation. According to Madrid-Guijarro *et al.* (2009), costs represent the most significant barriers to innovation, with a disproportionately greater impact on small firms, probably because SMEs suffer more limited financial resources than large firms. In this sense, SMEs are especially subject to barriers linked to the lack of financial resources and costs (Iammarino *et al.*, 2009; Savignac, 2008). Alessandrini, Presbitero,

and Zazzaro (2010), considering Italian small firms during 1995-2003, show that their different time patterns cause process and product innovations to be associated with different financial constraints. Del Río González (2009), in a review of empirical studies, indicates that barriers to environmental technological innovation for SMEs are not the same as those encountered by large firms but provides no further details. He only calls for more research and indicates that small firms lack sufficient human, technical, and financial resources, which bars EI.

The two (known) empirical studies on barriers to EI for SMEs (beyond the systematic review by Klewitz and Hansen, 2014) highlight that SMEs have very different profiles in terms of their perceptions of these barriers (Marin *et al.*, 2014) and that perceived financial barriers deter their environmentally innovative activities; that is, they prevent SMEs from adopting EIs (Ghisetti, Mazzanti *et al.*, 2015). Two other studies, which include both large and small firms and rely on CIS data related to obstacles to innovation, conclude that legislation and bureaucratic processes (Rennings & Rammer, 2009), as well as lack of knowledge (Horbach *et al.*, 2012), are perceived barriers that hamper EI.

Because SMEs face relatively more, and more intense, barriers to innovation than large firms, due to their inadequate or insufficient internal resources, we explicitly investigate variance in the number and intensity of barriers for SMEs, according to the type of innovation (*i.e.*, environmental versus technological versus no innovation). We hypothesize:

H1: Barriers to EI are perceived as more numerous by environmentally innovative SMEs than by (a) technologically innovative SMEs and (b) non-innovating SMEs.

H2: Barriers to EI are perceived as more intense by environmentally innovative SMEs than by (a) technologically innovative and (b) non-innovating SMEs.

4. Data and methods

4.1 Data

We used data from two main sources, both pertaining to French SMEs located in the Rhône-Alpes region. This region exhibits important research and innovation activity; it ranks second in the nation in terms of research potential (after the Paris region). With a specially designed survey,³⁹ conducted in 2012, we asked SMEs' top managers for information about different types of innovation activity (technological, non-technological, and with environmental benefits for the firm or end users). The questions paralleled those included in the 2008 CIS. Moreover, the survey provided detailed information about SMEs' sources of innovation and perceptions of barriers. The focal period was 2009-2011, although questions related to general firm information specified that answers should reflect 2011 values. We obtained 671 completed questionnaires. In addition, we referred to the Orbis database, which gathered balance sheet information for all SMEs located in the Rhône-Alpes region; we used those from 2009-2011. As recommended by Arundel and Kemp (2009), we linked our unique Rhône-Alpes data set to these official data, which included financial information, to ensure higher reliability. After merging the two databases, we obtained a final balanced sample of 435 French SMEs, each of which employed between 10 and 249 people. The final data set is representative of SMEs located in the Rhône-Alpes region, across firm size and sector affiliation, though manufacturing SMEs are slightly overrepresented (see Appendix 1).

4.2 Dependent variables

Environmental innovation is generally measured with input, intermediate output, direct output, and indirect impact measures (Arundel & Kemp, 2009). For our sample of SMEs, "objective" measures, such as patents and R&D (*i.e.*, input and intermediate output) are less relevant. Therefore, in line with our theoretical subjectivist perspective, we use perceptual measures and adopt a direct output measure, following the Oslo

³⁹ Because CIS 2006 only provides information on barriers and CIS 2008 only provides EI information (other CIS surveys do not provide all the necessary information), we conducted this unique survey to gather both pieces of information simultaneously from firms located in the Rhône-Alpes region.

Manual (OECD/Eurostat, 2005) and CIS 2008. Several authors (*e.g.*, Madrid-Guijarro *et al.*, 2009) assert that subjective measures (*e.g.*, managers' perceptions) are superior to objective measures (Hughes, 2001), as well as highly correlated with objective measures (Frishammar & Hörte, 2005; Zahra & Covin, 1993).

We asked the SME CEOs whether, between 2009 and 2011, their firms had introduced significant novelties or improvements in their manufacturing processes or their production of goods or services. A subsidiary question asked if those innovations provided any environmental benefits (*e.g.*, reduced energy consumption, lowered CO₂ emissions, or waste recycling) for the firm and/or for customers. We combined these two questions – about technological innovations (yes/no, binary variable) and their environmental benefits (yes/no, binary variable) – to determine if firms were environmentally innovative.

To investigate differences in perceptions of the barriers to EI across SMEs, we used a multiple treatment model (Cattaneo, 2010), which enabled us to compare differentiated perceptions of barriers, according to the SMEs' innovation statuses. That is, we compared the barriers perceived by environmentally innovative SMEs to those perceived by technologically innovative and non-innovative SMEs. Other econometric modeling-based measures (*e.g.*, Böhringer, Moslener, Oberndorfer, & Ziegler, 2012) instead tend to consider only EI firms and therefore measure a global effect among EI firms. Some other studies on TI (Baldwin & Lin, 2002; Galia & Legros, 2004; Hölzl & Friesenbichler, 2010; Iammarino *et al.*, 2009; Mohnen & Röller, 2005; Mohnen & Rosa, 2002) and the very few studies on EI (Ghisetti, Mazzanti *et al.*, 2015) also focus on the perceptions of barriers among innovative firms or treat non-innovative firms as an undifferentiated group. To extend these approaches, we investigate differences among environmentally innovative firms, technologically innovative firms, and non-innovative firms, which provides a better adjusted measure. With these comparisons, we highlight potential specificities of barriers perceived by environmentally innovative SMEs.

4.3 Independent variables

We introduced a series of variables that prior empirical literature lists as determinants of product and process EI. Public policies and regulation are powerful levers for inciting firms to adopt EI. Because institutional pressures trigger EI even more among highly polluting firms (Berrone *et al.*, 2013), we used this proxy to

measure the impact of regulation, with the prediction that SMEs operating in polluting sectors are more prone to adopt EI (Antonioli *et al.*, 2013).⁴⁰ With regard to SMEs' strategy, we anticipated that SMEs engaged in external growth strategies should be more likely to allocate resources to this strategic priority, to the detriment of other activities, such as those linked to innovation (Hitt *et al.*, 1996). In contrast, SMEs engaged in R&D cooperation might be able to compensate for their lack of resources to innovate (Triguero *et al.*, 2013). If SMEs belong to a cluster,⁴¹ they also should be more likely to introduce EI, because they can benefit from interfirm network relationships and agglomeration economies (Porter, 2000), though the role of agglomeration economies is not clear-cut (Cainelli *et al.*, 2012). These effects are important in relation to social proximity and processes of collective learning (Mirata & Emtairah, 2005). Cainelli *et al.* (2012) also confirm the effects of agglomeration economies on EI in areas that have historically rooted specialization patterns in “EI-friendly” sectors, that is, those that have developed a typical social capital.

A firm's implementation of a pollution reduction strategy could also significantly influence its decision to adopt EIs, in the form of products or processes (*i.e.*, environmental monitoring), in line with Wagner's (2007) assertion that implementing an EMS increases the probability that firms pursue innovation in general and EI in particular. Wagner (2007) also notes a positive relationship between cooperation with predominantly environmentally concerned stakeholders and environmental product innovation.

Finally, we introduced variables to control for firms' characteristics. We measured firm age by its logarithm. Because efficient firms are more likely to survive and grow (Bartelsman & Doms, 2000), firm age should have a positive impact on EI. We included firm size, measured by the logarithm of the total number of employees.

⁴⁰ Accounting for government support may introduce an endogeneity bias, because subsidized firms may have characteristics that make them distinct from other firms (Mairesse & Mohnen, 2010), and other firms may not be recipients during the sample period, which would introduce an additional bias. Moreover, SMEs receive only 9% of all public subsidies dedicated to R&D by the French government (Lhuillery, Marino, & Parrotta, 2013). We therefore chose to not include government support for innovation.

⁴¹ Here, “belonging to a cluster” means being a dues-paying member. French clusters are unique, in that they are more than just geographic concentrations (*cf.* Porter, 2000). Created by the French government in 2005, they are led by an organization or formal governance. Even if, geographically speaking, a firm appears in the cluster's territory, it belongs to that cluster only if it pays a membership fee; in return, it benefits from a series of actions determined by the cluster's governance related to innovation, human resource programs, commercial development, and so on. We thank an anonymous reviewer for suggesting this explanation.

Medium-sized SMEs seemingly innovate more than the smallest ones (Laforet, 2008), so we expect firm size to have a positive impact on the decision to adopt EI, in that larger SMEs have more resources to innovate. When a SME is part of a group, it can benefit from additional resources necessary to innovate. In contrast, SMEs that face financial constraints (measured for 2010, using the debt-to-equity ratio computed from the Orbis data; Cassar & Holmes, 2003; Michaelas, Chittenden, & Poutziouris, 1999) should be less likely to adopt EI (Madrid-Guijarro *et al.*, 2009). The relationship between innovation and exports has been well demonstrated, so we included a dummy to indicate if the firm engaged in export activity (Basile, 2001; Love & Roper, 2002). Finally, we defined two sector variables (manufacturing versus service). Table 15 provides definitions for the variables in our multinomial logit model.

Table 15. Variables in the multinomial logit model

Variables	Definition
Innovation	= 0 if the firm has not innovated in the last three years; = 1 if the firm has introduced technological innovation in the last three years; = 2 if the firm has introduced environmental innovation in the last three years.
Polluting sector	= 1 if the firm is part of a polluting sector, 0 otherwise.
Environmental monitoring	= 1 if the firm measures its environmental impact (<i>e.g.</i> , environmental audits, ISO 14001), 0 otherwise.
External growth	= 1 if the firm engages in an external growth strategy (mergers and acquisitions), 0 otherwise.
Cluster	= 1 if the firm belongs to a cluster, 0 otherwise.
R&D cooperation	= 1 if the firm cooperates in R&D with other firms, 0 otherwise.
Firm Size	Logarithm of firm size (number of employees) in 2011.
Firm Age	Logarithm of firm age in 2012.
Export	= 1 if the firm exports, 0 otherwise.
Group	= 1 if the firm belongs to a group, 0 otherwise.
Debt ratio	= sum of long-term debts and loans, divided by shareholders' funds and provisions in 2010.
Services	= 1 if the firm is from the services sector, 0 otherwise.
Manufacturing	= 1 if the firm is from the manufacturing sector, 0 otherwise.

4.4 Sample

The descriptive statistics refer to the balanced sample, namely the 435 SMEs in Appendix 2. When we compare the environmentally innovative and non-innovative SME groups (see Table 16), several differences emerge for variables related to the polluting sector, R&D cooperation, belonging to a cluster, having environmental monitoring, exports, and being from the services sector. We find fewer differences between environmentally and technologically innovative SME groups, and these are related to external growth, environmental monitoring, and age of the firm. We also find several significant differences between the technologically innovative and non-innovative groups, which are quite similar to those between the environmentally innovative and non-innovative SME groups. That is, there is a more important gap between environmentally innovative firms and non-innovative ones, and between technologically innovative firms and non-innovative ones, than between environmentally and technologically innovative SMEs, which exhibit few differences.

Appendix 2 provides the descriptive statistics.

Table 16. Sample composition

	Frequency	Percent
Environmentally innovative SME	142	32.65%
Technologically innovative SME	144	33.10%
Non-innovative SME	149	34.25%
Total	435	100.00%

4.5 Methods

To analyze possible differences among firms in terms of innovation input, innovation strategies, innovation output, and firm performance, two main methods serve evaluation purposes. First, propensity score matching establishes two groups of firms that are similar in variables that determine a certain feature – here, the introduction of EI – such that one group exhibits this feature (*i.e.*, EI or “treated” firms) and the other does not (*i.e.*, non-innovative or “untreated” firms). Second, multiple treatment effects

models⁴² compare not just two groups but several (*e.g.*, environmentally innovative versus technologically innovative versus non-innovative firms). Because this multiple treatment effects approach provides more accurate and differentiated estimates across groups than propensity score matching, we chose to use it to assess differences in the perceived barriers of environmentally innovative SMEs, compared with those of technologically innovative SMEs and non-innovative ones. Such multiple treatments also are of particular interest and relevance when differential impacts within and across treatments are likely (Cattaneo, 2010). Here, we expect different perceptions of barriers among SMEs, according to their innovation type.

Generally, estimations of innovation decisions are subject to endogeneity biases, because firms perceive innovation obstacles particularly when they are engaged in innovation, with the result that variables are not independent from the phenomenon itself. In cross-sectional data, variables related to R&D and innovation outcomes are generally endogenous (Mairesse & Mohnen, 2010), especially barriers (Mohnen *et al.*, 2008). In contrast, a multiple treatment effect creates proper counterfactuals for the observed data by weighing and subsequently comparing the observed outcomes with the constructed counterfactuals. At the same time, this method overcomes the endogeneity problem: it offers asymptotically unbiased and consistent estimates of treatment effects (Morgan & Harding, 2006; Wooldridge, 2002). The independent variables used to match untreated with treated firms are exogenous and not affected by the treatment, in line with the requirements for matching and related techniques (Imbens, 2004). Thus, to estimate the treatment effect, we apply a doubly robust model.⁴³

⁴² We thank an anonymous reviewer who suggested the multiple treatment-effects methodology, which allowed us to extend the results that we obtained initially with propensity score matching.

⁴³ We use an inverse probability-weighted regression adjustment (ipwra), because the estimation method models both the impact variable (EI) and the treatment effect (barriers). This model actually combines two models: a regression adjustment model (ra) and an inverse probability-weighted model (ipw). These estimations have a double-robust property, in that if either the outcome model (for estimating barriers' effects) or the treatment model (for EI) is correctly specified, the impacts are consistently estimated. Moreover, inverse-probability weighting is a robust method that leads to efficient estimators (Hirano, Imbens, & Ridder, 2003), and weighting by the inverse of the estimation is more efficient than using population probabilities of the treatment to estimate the average treatment effect (Hirano *et al.*, 2003; Rotnitzky & Robins, 1995; Wooldridge, 2002).

First, the multinomial logit estimate allows us to distinguish the effects of EI antecedents for each group of SMEs (EI, TI, and NI). It contains all dependent and independent variables previously mentioned, as indicated in the following equation:⁴⁴

$$\log \frac{\Pr(Y=EI)}{\Pr(Y=non\ innovative)} =$$

$$\alpha + \beta_1 Cluster + \beta_2 FirmSize + \beta_3 PollutingSector +$$

$$\beta_4 EnvironmentalMonitoring + \beta_5 R\&D\ Cooperation + \beta_6 ExternalGrowth +$$

$$\beta_7 FirmAge + \beta_8 DebtRatio + \beta_9 Services + \beta_{10} Group + \beta_{11} Export$$

Second, the results of this regression estimate the population average of the treatment effect on perceived barriers (ATET). This estimator allows us to measure the difference between the perceptions of environmentally innovative SMEs and those of technologically innovative and non-innovative SMEs. More formally, ATET estimates the causal effect of a treatment (having introduced EI) on an outcome (number and intensity of perceived barriers), and thus, it assesses the difference in perceived barriers by comparing treated SMEs (EI) with the control groups (TI or NI). We introduce barrier (outcome) variables that reflect the respondents' answers to a series of questions we designed to identify barriers to innovation, as perceived by SMEs' top managers. Each respondent indicated his or her perception of nine barriers to innovation, related to (1) excessive costs of innovation, (2) lack of external financial sourcing, (3) lack of internal financial sourcing, (4) domination of markets by insiders, (5) demand uncertainty, (6) lack of skilled employees, (7) lack of information about technologies, (8) lack of information or visibility on markets, and (9) difficulties in finding partners with which to innovate. Each barrier measure used a five-point scale, from 0 (very low perception) to 5 (very high perception). The perceptual measures involved two assessments: the perceived intensity of the barrier (*barriers' intensity*), equal to the sum of all barrier scores by a respondent, and the number of perceived barriers (*barriers' number*), or the sum of high and very high barriers indicated by the respondent (see Table 17). Finally, we grouped the nine barriers to innovation into three theoretically coherent categories (financial, market, and knowledge) and computed a measure of the intensity of each perceived barrier by category. We also added up the perceived barriers

⁴⁴ The equation is the same for technologically innovative SMEs, except that we substitute "EI" with "TI" in the previous formula.

to calculate the number of perceived barriers in each category. The variable definitions are in Table 17.

Table 17. Definitions of barriers (outcomes)

Outcome	Definition
Barriers' intensity	Sum of all barriers' scores by a respondent, ranging from 0 to 45, because for each of the 9 barriers, potential intensity scores range from 1 (very low) to 5 (very high).
Barriers' number	Sum of high or very high barriers perceived by the firm, from 0 to 9.
Knowledge barriers' intensity	Sum of knowledge barrier scores by a respondent, ranging from 0 to 20, because for each barrier (lack of skilled employees, lack of information on technologies, lack of information or visibility on markets, and difficulties in finding partners), potential intensity scores go from 1 (very low) to 5 (very high).
Knowledge barriers' number	Sum of high or very high knowledge barriers perceived by the firm, from 0 to 4.
Financial barriers' intensity	Sum of financial barrier scores by a respondent, ranging from 0 to 15, because for each financial barrier (excessive costs of innovation, lack of external financial sourcing, and lack of internal financial sourcing), potential intensity scores range from 1 (very low) to 5 (very high).
Financial barriers' number	Sum of high or very high financial barriers perceived by the firm, from 0 to 3.
Market-related barriers' intensity	Sum of market-related barrier scores by a respondent, ranging from 0 to 10, because for each market-related barrier (market dominated by insiders and demand uncertainty), potential scores range from 1 (very low) to 5 (very high).
Market-related barriers' number	Sum of high or very high market-related barriers perceived by the firm, from 0 to 2.

5. Findings

The results of the multinomial logit are in Table 18.

Table 18. Results of the multinomial logit model⁴⁵

Variable	EI – Robust		TI – Robust		Differences between EI and TI
	Coefficient	Standard Error	Coefficient	Standard Error	
Polluting sector	0.674	0.384*	0.645	0.398ns	ns
Environmental monitoring	0.735	0.356**	-0.108	0.398ns	significant
External growth	-0.574	0.326*	0.364	0.297ns	significant
Cluster	1.750	0.567***	1.352	0.565**	significant
R&D cooperation	0.479	0.280*	0.268	0.276ns	significant
Firm size	0.471	0.183**	0.455	0.179**	ns
Firm age	0.002	0.151ns	-0.311	0.144**	significant
Export	0.460	0.280ns	0.699	0.278**	significant
Group	-1.046	0.643ns	-0.619	0.561ns	significant
Debt ratio	-0.031	0.131ns	-0.112	0.127ns	significant
Services	-0.088	0.273ns	0.204	0.271ns	significant
_cons	-2.060	0.738***	-1.305	0.714ns	significant
<i>Log likelihood</i>			-436.375		
<i>No. of obs.</i>			435		
<i>Pseudo R²</i>			0.0867		

Notes: The models all pass the test of the independence of irrelevant alternatives (IIA).

***Significant at 1%. **Significant at 5%. *Significant at 10%. ns: non-significant.

As expected, environmental regulation has a positive effect on the probability of adopting EI, such that SMEs from polluting sectors are more likely to innovate environmentally (Antonioli *et al.*, 2013). This effect is not significant for TI. Regulation has a binding effect on SMEs' EI decisions. The influence of environmental monitoring indicates that firms that are conscious of their environmental impact are more proactive in their EI. Quite logically, this variable has no effect on TI. Strategic behaviors also influence the likelihood of EI adoption (Horbach, 2008). Not surprisingly, an external growth strategy through mergers and acquisitions affects EI negatively, because EI and the acquisition strategy both have important costs that make them exclusive (Hitt *et al.*, 1996). In contrast, this strategy neither impedes nor fosters TI. The results also confirm

⁴⁵ The correlation matrix is available on demand. It has not been included here, because there are no significant or important correlations that could disrupt our models.

the importance of networks and open innovation for SMEs, especially when EI is concerned. As expected, both joining a cluster and R&D cooperation strongly increase the probability that an SME introduces EI (Cainelli *et al.* 2012); merely belonging to a cluster favors TI (Baptista & Swann, 1998).

Among the control variables, firm size has a significant positive impact on both EI and TI, but with a larger effect on EI than TI. Large SMEs therefore are more likely to innovate in the environmental field than small ones, regardless of their age (Cuerva *et al.*, 2014; Horbach, 2008). Younger SMEs are more likely to adopt TI, whereas this effect is non-significant for environmentally innovative SMEs. Finally, unlike environmentally innovative SMEs, export is significant for TI and appears to have a positive effect on TI (Roper & Love, 2002).

In addition to defining these EI and TI determinants, we compare barrier perceptions among the different groups of SMEs. Table 19 provides the descriptive statistics of the barriers; the perceived barrier estimation is given in Table 20.

Table 19. Descriptive statistics of barriers

Outcomes	EI Firms, Means (SD)	TI Firms, Means (SD)	NI Firms, Means (SD)
Barriers' intensity	19.894 (9.628)	17.417 (10.225)	14.302 (10.395)
Barriers' number	7.099 (3.032)	6.451 (3.319)	5.497 (3.506)
Knowledge barriers' intensity	8.873 (4.639)	7.688 (4.651)	6.443 (4.483)
Knowledge barriers' number	3.204 (1.366)	2.938 (1.511)	2.523 (1.553)
Financial barriers' intensity	6.697 (4.241)	5.958 (4.455)	4.416 (4.454)
Financial barriers' number	2.324 (1.133)	2.125 (1.234)	1.738 (1.358)
Market-related barriers' intensity	4.324 (2.665)	3.771 (2.944)	3.443 (2.974)
Market-related barriers' number	1.570 (0.766)	1.389 (0.870)	1.235 (0.881)
Number of observations	142	144	149

Notes: we calculated the mean of each perceived barrier and compared the scores for EI, TI and NI SMEs. For example, the mean for barriers' intensity (ranging from 0 to 45) is 19.894 for EI SMEs which is higher than for TI and NI ones. T-tests, previously made, indicate that differences are statistically significant (except between TI and NI SMEs for market-related barriers' intensity).

Table 20. Comparison of the perceived barriers (ATET)

	Barriers' intensity	Barrier's number	Knowledge barriers' intensity	Knowledge barriers' number	Financial barriers' intensity	Financial barriers' number	Market-related barriers' intensity	Market-related barriers' number
EI vs. NI	4.686*** (1.497)	1.224*** (0.469)	2.094*** (0.683)	0.543*** (0.208)	1.930*** (0.659)	0.452*** (0.173)	0.662* (0.403)	0.229** (0.114)
EI vs. TI	3.064* (1.649)	1.164** (0.514)	1.377* (0.724)	0.562** (0.226)	1.017ns (0.686)	0.337* (0.189)	0.670ns (0.418)	0.264** (0.129)
TI vs. NI	2.287* (1.286)	0.556ns (0.420)	0.921ns (0.580)	0.275ns (0.186)	1.290** (0.604)	0.244ns (0.161)	0.076ns (0.369)	0.037ns (0.108)

Notes: the standard deviations, in brackets, are robust.

***Significant at 1%. **Significant at 5%. *Significant at 10%. ns: non-significant.

Environmentally innovative, technologically innovative, and non-innovative SMEs thus have different perceptions of barriers. Specifically, SMEs that have introduced EI perceive more barriers, with a stronger intensity, than the two other groups of SMEs (technologically innovative and non-innovative firms). Although their effect is significant, the barriers perceived as lesser by environmentally innovative SMEs are those related to the market. This result holds when we investigate perceived barriers in number and intensity too.

In particular, environmentally innovative SMEs perceive more barriers, more intensively, than non-innovative ones do. When comparing environmentally innovative SMEs with technologically innovative ones, the differences in perception are quite similar even though they are less pronounced. The only exceptions are the perception intensity of financial and market-related barriers, the effects of which are not significant. Taken together, these results provide strong support for H1, insofar as barriers are perceived as more numerous by environmentally innovative SMEs than by technologically innovative or non-innovating SMEs. In contrast, we find support for H2 for the aggregate results but only partially, because barriers are not all perceived more intensively by environmentally innovative SMEs compared with the two other groups of SMEs. That is, environmentally innovative SMEs always perceive barriers more intensively than non-innovative SMEs, but not in comparison with technologically innovative SMEs.

Thus, the results reveal a double specificity of perceived barriers: between environmentally innovative SMEs and technologically innovative SMEs, and between environmentally innovative SMEs and non-innovative SMEs. Differences in the perceptions of environmentally innovative SMEs are a matter of intensity and number compared with those of non-innovative SMEs, but they differ mainly in number compared with technologically innovative SMEs. These results reflect a robust test of ATET estimates, which provide the net average perceptions of barriers by environmentally innovative SMEs compared with two control group SMEs (technologically innovative and non-innovative). With this original methodological approach, we effectively assess perceptions of barriers by environmentally innovative SMEs and their specificities.

6. Discussion and conclusion

This study is the first, to the best of our knowledge, to test for perceptions of barriers to EI among SMEs, in line with Ghisetti, Mazzanti *et al.*'s (2015) recent analysis of deterrent financial barriers for SMEs' EI activities. It provides several important results and contributions.

6.1 Theoretical implications

First, with regard to perceived barriers, SMEs engaged in EI believe that they face more barriers than other SMEs (those that pursue “dirty” TIs and non-innovators). They also perceive those barriers as more intense than the other two groups of SMEs do. Only the intensities of financial and market-related barriers do not differ between environmentally innovative and technologically innovative SMEs. These results indicate a key distinction of environmentally innovative SMEs: because of the complexity of EI, they must deal with many more dimensions than technologically innovative SMEs. Our research is in line with previous results that show that size affects eco-innovation propensity, emphasizing the difficulties small- and medium-sized enterprises face with regard to the complexity of EIs and the investments needed to switch to greener technologies (Horbach, 2008).

Among these constraints, the number of financial barriers is critical for SMEs. In line with recent findings, we offer two explanations. On the one hand, without a consistent, predictable policy framework, uncertainties in eco-investment profitability might increase, with new financial risks (Ghisetti, Mazzanti *et al.*, 2015). On the other hand, systems failures (Foxon & Pearson, 2008), such as in infrastructure provision and investment, technological transition, lock-in, and restriction of financial credit for SMEs' EI, may contribute to affecting environmentally innovative SMEs' perceptions of financial burdens.

We also note that market barriers are less perceived than any other kind, perhaps because EI for SMEs is less market-driven than other innovations are (Horbach, 2008). However, they remain influential in number for environmentally innovative SMEs, compared with technologically innovative SMEs, which suggests a context of demand uncertainty. Despite predictions about “green” market growth, demand often remains uncertain, because customers are not willing to pay more for environmentally friendly products or services (Bianchi & Noci, 1998; Gabler, Butler, & Adams, 2013; Rennings, 2000). Environmental features also are often not easily detectable by end users (De Marchi, 2012). Moreover, market characteristics may facilitate or hinder the diffusion of EI (Calleja *et al.*, 2004). Due to the complexity and systemic nature of EIs, market and technological uncertainties that characterize many environmental technologies may be perceived as important, because there are no widely accepted standards, in terms of either specific technological solutions or measures, to evaluate the environmental performance of products and processes (De Marchi, 2012). These aspects also explain our results linked to perceptions of knowledge-related barriers.

Second, environmentally innovative SMEs perceive knowledge barriers as more intense and more numerous than technologically innovative SMEs, possibly due to the higher level of complexity and novelty of the knowledge required to innovate (De Marchi, 2012; Petruzzelli *et al.*, 2011), but also because EI is more knowledge- and information-intensive (Horbach *et al.*, 2013). EI often relies on knowledge and competences that are not core to firms (De Marchi, 2012; Marin *et al.*, 2014). Environmental features also may require sophisticated technical knowledge, such that EI represents a technological frontier on which firms continue to lack experience (De Marchi, 2012) – especially SMEs. In such small firms, CEOs may lack knowledge and expertise about subjects related to EI. This problem is strengthened by the lack of suitable information (Walker, Redmond, Sheridan, Wang, & Goef, 2008). Our results

also align with Horbach *et al.*'s (2013) assertion that EI relies more on important external sources of knowledge than other innovations do. Firms engaged in collective actions (*e.g.*, R&D cooperation and cluster membership) are more likely to introduce EI, possibly because they enjoy information and knowledge diffusion about the benefits of EI, as well as advice and assistance from partners or other cluster members.

Third, regarding the antecedents of EI, we confirm the effect of regulation, in that firms in polluting sectors tend to introduce more EIs. Beyond these regulatory aspects, firms that have the highest probability of introducing EIs are those that are the most mature in their environmental strategy. Three major antecedents relate to firms' strategies: belonging to a cluster, R&D cooperation, and environmental monitoring. Although the logit estimation shows that EIs are driven by firms' strategic behavior, defensive motives (*e.g.*, decreasing costs and risks or complying with regulation) emerge as being as important motives such as stimulating growth. For example, practices and tools designed to reduce environmental costs favor EI. Similarly, SMEs operating in polluting sectors are more likely to introduce EI. These two results in turn suggest that coercive and mimetic pressures (DiMaggio & Powell, 1983) are crucial levers of SMEs' EI adoption. Regulations represent a significant coercive pressure, and regulatory efforts are effective for guiding green behaviors. These findings also support Porter's (2000) hypothesis, initially developed for large firms, both theoretically and in successive empirical studies with SMEs. Suitable regulation even favors SMEs' EI and may compensate for the related costs (Porter & van der Linde, 1995), through enhanced innovation activities that accord with firms' strategies. Our results thus reaffirm Porter's dynamic vision of the link between public policy, strategic behavior, and innovation.

As in any study, our findings are subject to several caveats. We did not separate product and process EIs, so further research should delineate whether barriers differ with changes in the type of EI (process/product) or its beneficiary (firm/client). Nor did we distinguish incremental from radical innovations; incremental innovation is much less resource- and competency-demanding than radical innovation is, which destroys previous products and skills.⁴⁶ It would be interesting to compare our results with findings obtained from a sample of large firms. Market barriers, for example, could have more substantial influences on large firms. Further research could consider the impact of the managers' profiles too, which tend to determine SMEs' strategies. Finally,

⁴⁶ We thank an anonymous reviewer for this remark.

interactional effects among different categories of barriers could be studied to determine if barriers are interrelated (Ashford, 1993). Such extensions are critical, because of the importance of EI for the sustainable growth of both economies and societies. In the meantime, our study provides interesting insights that may help managers and policy makers.

6.2 Managerial implications

All SMEs should have strategic goals to facilitate their adoption of EI. Our study reveals that perceptions are as important as objective barriers. Because these perceptions are linked to the experience of the manager, managers must acknowledge the importance of networks and open innovation for SMEs (Chesbrough, 2003; Horbach *et al.*, 2013; Lichtenthaler & Lichtenthaler, 2009). To decrease their perceptions of the number and intensity of barriers to this type of innovation, SMEs should engage in collective actions. By joining a cluster, SMEs enter an innovative environment, which may favor EI (Cainelli *et al.*, 2012). Small firms already face informational and knowledge asymmetries, leaving them under-informed about public subsidies and EI strategies. Public subsidies are also unequally distributed, such that they tend to benefit firms with either very minimal or very intense innovation activities (Blanes & Busom, 2004). Horbach *et al.* (2013) demonstrate that eco-innovation activities require more information and knowledge than non-environmental innovation. Public bodies should take initiatives to inform non-innovative firms about the opportunities and subsidies associated with EI, to encourage greater adoption.

6.3 Public policy implications

In gathering SMEs' perceptions, we reveal that managers must perceive viable strategic opportunities before they will engage in EI, because overall, SMEs lack knowledge about environmental and sustainability issues and about the specific practices that they could implement. They also lack understanding of environmental problems and risks and about the potential benefits of environmental improvements (Walker *et al.*, 2008). They do not have expertise or knowledge about environmental issues, as confirmed by our results pertaining to the overall perceptions of more numerous and more intense barriers, especially in terms of knowledge. Finally, they see

environmental responsibility as too costly (Walker *et al.*, 2008), so financial barriers are deterrents to EI (Ghisetti, Mazzanti *et al.*, 2015). Thus, public policies have important roles to play: they must raise firms' awareness, provide necessary information (Porter & van der Linde, 1995), and reduce uncertainties. Such policies should be oriented toward changing perceptions instead of just providing incentives, tools, or instruments. Efforts to support EI might involve information diffusion, technology transfer, or public-private partnerships, because such undertakings can reduce the presence of perceived barriers.

At a more local level, the crucial role of collective engagement, which enables firms to benefit from knowledge externalities, suggests that French competitiveness clusters can effectively support EI. Clusters are not only privileged sites for information diffusion but also places to organize and manage knowledge (Bocquet & Mothe, 2010). The traits that define SMEs suggest that they are not intrinsically aware. They need strong incentives and dedicated support to engage in EI, especially because the market incentives are not as powerful for them.

By supporting the cluster policy, our research demonstrates that public policies should focus less on financial help, subsidies, or concrete and objective measures, and more on shaping and modeling SME CEOs' perceptions of their environment and the potential benefits of EIs. In clusters, they might rely on experience sharing; entrepreneurial perceptions partly originate from entrepreneurs' experiences in specific business settings, as defined by the industry (Kor *et al.*, 2007). Because of SMEs' importance in the European industry, such an approach could foster macroeconomic sustainable development by emphasizing ecological and environmentally friendly innovations.

7. Appendices

7.1 Appendix 1. Distribution by sector and size of 435 Rhône-Alpes firms (Balanced database)

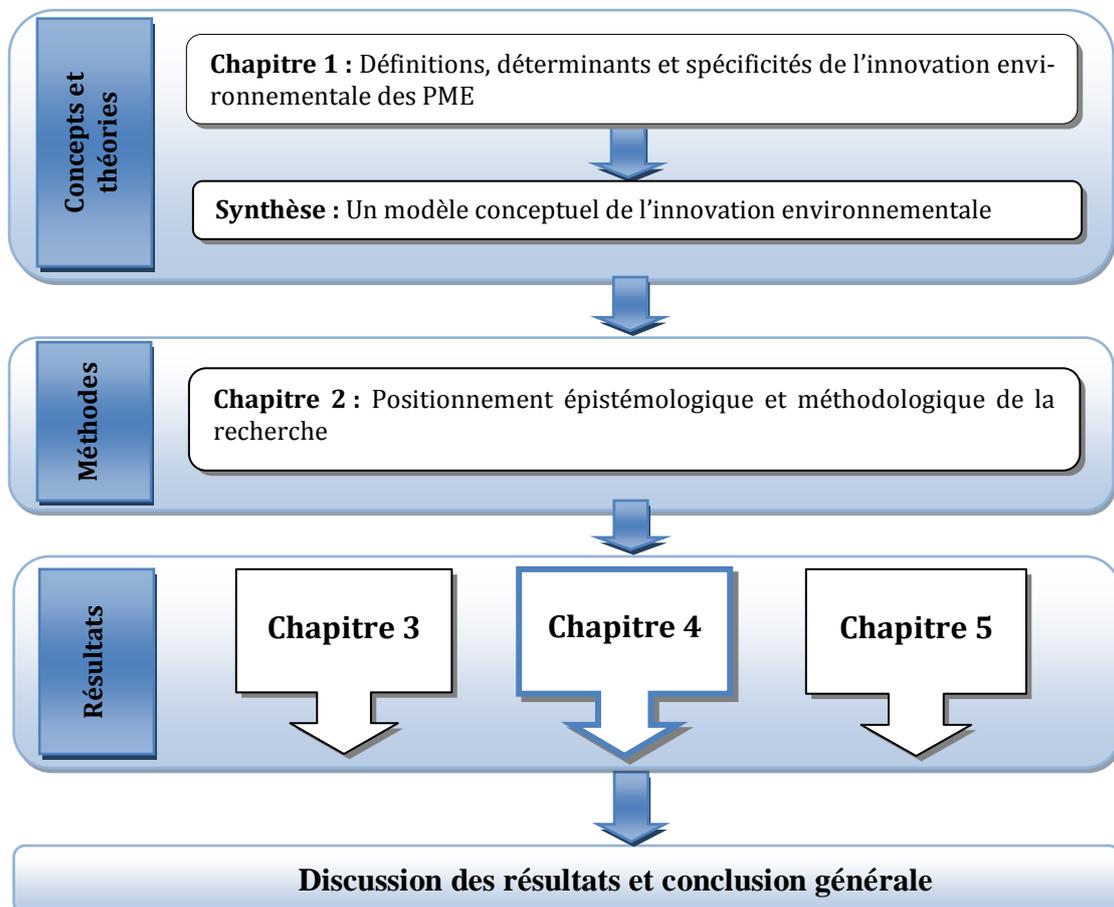
	Parent population (%)	Balanced sample (%)
Firm size		
10-49 employees	83.79	82.30
50-249 employees	16.21	17.70
Total	100	100
Industry		
Manufacturing	22.25	45.29
Services	77.75	54.71
Total	100	100

7.2 Appendix 2. Descriptive statistics of variables used in the multinomial logit

Variables	Firms with EI, Means and (SD)	Firms with TI, Means and (SD)	Firm with NI, Means and (SD)
Polluting sector	0.246 (0.432)	0.208 (0.408)	0.107 (0.311)
Environmental monitoring	0.211 (0.410)	0.104 (0.307)	0.101 (0.302)
External growth	0.183 (0.388)	0.347 (0.478)	0.215 (0.412)
Cluster	0.190 (0.394)	0.146 (0.354)	0.027 (0.162)
R&D cooperation	0.401 (0.492)	0.375 (0.486)	0.262 (0.441)
Firm size	3.395 (0.769)	3.454 (0.861)	3.126 (0.677)
Firm age	2.888 (0.902)	2.646 (0.868)	2.847 (0.923)
Export	0.472 (0.501)	0.507 (0.502)	0.268 (0.445)
Group	0.042 (0.202)	0.063 (0.243)	0.060 (0.239)
Debt ratio	0.516 (0.993)	0.412 (0.789)	0.488 (1.377)
Services	0.352 (0.479)	0.444 (0.499)	0.456 (0.500)
Number of observations	142	144	149

Chapitre 4 – Article 2

Aux sources des innovations environnementales et technologiques des PME



Plan du chapitre 4

Résumé étendu	179
1. Introduction.....	183
2. Cadre théorique	185
2.1 <i>Innovations technologiques et environnementales : définitions</i>	185
2.2 <i>Sources de connaissances internes et externes</i>	187
2.2.1 Sources de connaissances internes	187
2.2.2 Sources de connaissances externes.....	188
2.2.3 Interrelations entre les sources internes et externes de connaissances	191
3. Données et méthodes.....	192
3.1 <i>Données</i>	192
3.2 <i>Variables</i>	192
4. Résultats.....	198
5. Discussion et conclusion	201
6. Annexes	205
6.1 <i>Annexe 1 : Distribution par secteur et taille des 600 PME rhônalpines (Population mère et échantillon cylindré)</i>	205
6.2 <i>Annexe 2: Statistiques descriptives</i>	205
6.3 <i>Annexe 3. Corrélations</i>	206
6.4 <i>Annexe 4. Décision Editoriale de Management International</i>	207

Résumé étendu

Note : Cet article a été coécrit avec Rachel Bocquet.

Motivation

Les sources de connaissances utilisées pour innover environnementalement sont relativement mal connues (Del Río González, 2009), notamment pour les PME. Or, une meilleure compréhension des sources de connaissances pour innover environnementalement semble essentielle dans la mesure où ce type d'innovation mobilise de manière plus intensive les connaissances (De Marchi, 2012; Horbach, 2008).

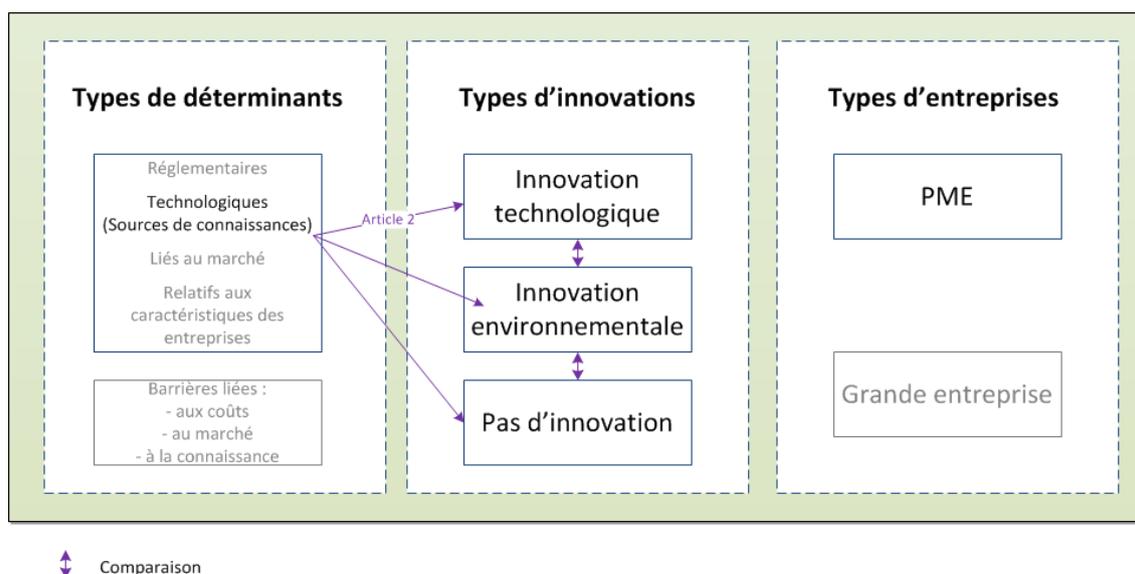
Objectif

Cet article étudie les sources de connaissances internes et externes ainsi que leurs interrelations en comparant les PME qui innovent environnementalement avec celles qui innovent en matière technologique et les PME non-innovantes.

Positionnement de l'article dans le cadre conceptuel général

En tant que déterminants clés de l'innovation environnementale, les sources de connaissances mobilisées par les PME sont mises en évidence afin d'en apprécier leurs spécificités. La Figure 11 situe l'article dans le cadre conceptuel de notre thèse.

Figure 11. Positionnement de l'article 2 dans le cadre conceptuel général



Design/méthodologie

Le cadre théorique adopté est celui des approches basées sur les ressources (*RBV*) et les connaissances (*KBV*). Dans ces approches, les connaissances sont conceptualisées comme étant des ressources clés pour l'innovation environnementale des PME. Nous considérons à la fois les sources de connaissances internes et externes, leurs interactions potentielles, et leurs effets sur l'innovation environnementale des PME. Nous incluons également l'hypothèse de Porter pour contrôler l'effet de la réglementation.

L'analyse empirique est basée sur une base de données originale de PME localisées dans la région Rhône-Alpes. Afin de distinguer les effets des sources de connaissances internes et externes pour chaque type d'innovation adopté par les PME, deux modèles de type logit multinomial sont estimés.

Résultats

Au niveau des sources de connaissances internes, la R&D interne a un effet positif sur l'innovation environnementale, à la différence des autres sources internes. Les sources de connaissances externes sont, quant à elles, davantage mobilisées par les PME innovantes environnementalement, témoignant de l'effet positif des stratégies ouvertes mises en œuvre. Les résultats montrent aussi que les PME qui introduisent des innovations environnementales bénéficient d'un effet de complémentarité entre la R&D

interne et la R&D externe plus fort que celles qui introduisent des innovations technologiques.

Originalité

Cet article s'intéresse au rôle des sources de connaissances internes et externes sur l'innovation environnementale. Il étend les résultats des recherches récentes en étudiant les deux types de sources de connaissances, tant internes qu'externes, ainsi que leurs interrelations. Il contribue également à une meilleure compréhension des leviers à l'innovation environnementale des PME en montrant l'importance de la mise en œuvre de stratégies ouvertes sous certaines conditions.

Implications dans le cadre de ce travail de thèse

Bien que la réglementation soit importante, cet article confirme que les stratégies d'acquisition volontaires de connaissances sont un levier crucial pour l'innovation environnementale des PME. Il montre aussi que ces stratégies s'avèrent payantes si les PME disposent d'une capacité d'absorption suffisante (*ACAP*). Ces résultats montrent la portée des approches *RBV* et *KBV* pour l'étude des déterminants à l'innovation environnementale des PME.

Valorisation de cette recherche

➤ *Communication*

09/2015 « Aux sources des innovations environnementales et technologiques des PME », 6ième Rencontre du Groupe de Recherche Thématique «Innovation» de l'AIMS (Association Internationale de Management Stratégique), Strasbourg, 17-18 septembre.

➤ *Soumission*

07/2015 « Aux sources des innovations environnementales et technologiques des PME », soumis à la revue *Management International*, rang 3 CNRS, rang A HCERES. Manuscrit présélectionné pour le dossier spécial de *Management International* faisant suite au colloque «*Future Challenges for Innovation, Business & Finance*»

- 02/2016 Relance effectuée auprès de l'Editeur de Management International
- 09/2016 Nouvelle relance réalisée auprès de l'Editeur de Management International
- 09/2016 Décision concernant la soumission : demande de modifications mineures
(*cf.* Sous-partie 6.4, Annexe 4 de ce chapitre)

1. Introduction

Face aux enjeux liés au changement climatique et à la croissance verte, il est communément admis que les innovations environnementales ont un rôle crucial à jouer (Aghion, Veugelers, et Serre, 2009). C'est particulièrement le cas pour les PME qui représentent 99% des entreprises européennes et qui contribuent encore à 64% de la pollution industrielle émise à l'échelle européenne (Calogirou, Sørensen, Bjørn Larsen, et Alexopoulou, 2010). Cet impact négatif substantiel sur l'environnement (Wilson, Williams, et Kemp, 2012) souligne les difficultés des PME à développer des innovations à plus faible impact environnemental. Or, force est de constater que les réponses académiques à ces difficultés restent partielles et encore largement en débat.

D'une part, pour certains auteurs, les PME ne disposeraient pas des ressources nécessaires pour mettre en œuvre des stratégies environnementales proactives, au-delà d'une mise en conformité vis-à-vis de la réglementation environnementale (*e.g.* Rutherford, Blackburn, et Spence, 2000; Williamson et Lynch-Wood, 2001). Ce point a été identifié comme un obstacle majeur à l'adoption d'initiatives environnementales pour les PME (Worthington et Patton, 2005). Par conséquent, conformément à l'hypothèse de Porter (Porter et van der Linde, 1995), une réglementation et des politiques publiques adaptées sont nécessaires pour améliorer la mise en œuvre des innovations environnementales (Aghion, Veugelers, et Hemous, 2009; Brìo et Junquera, 2003).

D'autre part, d'autres travaux nuancent cette perspective « orientée politique publique » en portant l'accent sur l'engagement environnemental des PME (Boiral, Baron, et Gunnlaugson, 2014; Williams et Schaefer, 2013). Les PME seraient susceptibles de mettre en œuvre des stratégies environnementales proactives basées sur certaines capacités organisationnelles (Roome et Wijen, 2006), en particulier sur leur capacité à acquérir des sources de connaissances (Hansen et Klewitz, 2012; Thorpe, Holt, Macpherson, et Pittaway, 2005). Dans cette perspective, les PME seraient de véritables « acteurs du changement » grâce à leurs connaissances en la matière. Toutefois, ces études ne permettent pas de conclure si l'engagement environnemental des PME se traduit effectivement par l'introduction d'innovations environnementales. Par conséquent, les ressources et les connaissances utilisées par les PME pour

développer des innovations environnementales restent une question de recherche encore ouverte (Roy et Thérin, 2008).

Cet article s'intéresse à cette question, en portant l'accent sur le rôle des sources internes et externes de connaissances utilisées par les PME pour innover en matière environnementale, tout en contrôlant par les facteurs réglementaires. Ancré dans la *Knowledge-based view* (Barney, 1991; Grant, 1996; Kogut et Zander, 1992; Nonaka, 1994), le cadre d'analyse proposé situe les connaissances comme des ressources clés au cœur de l'activité d'innovation des PME, cette dernière étant dès lors étroitement liée à leurs capacités à les mobiliser et à les acquérir. Il vise à développer une représentation intégrative des sources de connaissances internes et externes, de leurs interactions potentielles, et de leurs effets sur l'innovation environnementale des PME. Pour évaluer les éventuelles spécificités associées à ce type d'innovation, nous comparons l'effet de ces sources de connaissances à la fois sur l'innovation environnementale et l'innovation technologique. A notre connaissance, très peu d'articles effectuent une telle comparaison, les rares articles existants se concentrant essentiellement sur les grandes entreprises (Horbach, Oltra, et Belin, 2013) et n'étant pas concluants sur le rôle des sources de connaissances pour les innovations environnementales (Cainelli, De Marchi, et Grandinetti, 2015).

L'analyse empirique est basée sur une base de données originale de 600 PME localisées dans la région Rhône-Alpes. Suivant le Manuel d'Oslo et de l'Enquête Communautaire sur l'Innovation 2008 (CIS), une approche subjective de l'innovation est privilégiée en utilisant des mesures directes et déclaratives (Mairesse et Mohnen, 2010; OECD/Eurostat, 2005). Afin de distinguer les effets des sources de connaissances internes et externes pour chaque type d'innovation adopté par les PME, deux modèles de type logit multinomial sont estimés.

Les résultats montrent, qu'au-delà des aspects réglementaires, l'acquisition de sources de connaissances est essentielle pour les innovations environnementales des PME mais diffère de celles mobilisées pour les innovations technologiques. Comparées aux innovations technologiques, les PME font davantage appel aux sources externes de connaissances qu'aux sources internes pour les innovations environnementales.

Cet article est structuré comme suit. Après avoir dressé l'état des recherches antérieures sur le rôle des sources de connaissances en tant que déterminants potentiels des innovations environnementales et technologiques des PME, une description de la méthodologie empirique est réalisée. L'analyse des données et les résultats sont ensuite

présentés. Finalement, nous discutons des implications théoriques et managériales de cette recherche.

2. Cadre théorique

2.1 Innovations technologiques et environnementales : définitions

Les innovations dans les organisations sont classées en différents types, Zaltman, Duncan, et Holbek (1973) en dénombrant près d'une vingtaine. Parmi ces types, la littérature en économie et management de l'innovation a porté majoritairement sur l'innovation technologique (de produits et de procédés) en la définissant comme l'introduction de produits ou de procédés, nouveaux ou significativement améliorés (biens ou services) dans une organisation (OECD/Eurostat, 2005). Toutefois, selon Rennings, Ziegler, Ankele, et Hoffmann (2006), la demande croissante pour un développement plus durable a conduit à l'introduction d'un nouveau type d'innovation dénommé innovation environnementale (ou éco-innovation). Ces innovations correspondent à l'introduction de produits ou de procédés, nouveaux ou modifiés, avec des bénéfices environnementaux ou écologiques et des objectifs durables (Rennings, 2000).

Les innovations environnementales partagent avec les innovations technologiques des caractéristiques communes. Elles sont associées toutes deux à des changements de technologies liés notamment à l'acquisition de nouvelles machines, de nouveaux équipements ou encore l'introduction de nouveaux produits (Sanidas, 2005). Elles témoignent aussi de différences. Les innovations environnementales sont adoptées pour générer des avantages environnementaux pour l'entreprise et/ou pour ses utilisateurs finaux alors que les innovations technologiques visent avant tout à accroître la performance économique de l'entreprise, indépendamment de tout impact environnemental (Evangelista et Vezzani, 2010; Horbach, Rammer, et Rennings, 2012). Parce qu'elles intègrent une dimension environnementale supplémentaire, les innovations environnementales sont généralement perçues comme étant plus complexes que les innovations technologiques (Rennings et Rammer, 2009). Les innovations environnementales, telles que les technologies propres, doivent combiner plusieurs objectifs: des objectifs environnementaux, une productivité et une performance

produits, ce qui représente une difficulté supplémentaire pour les PME (Oltra et Saint Jean, 2009). Cette vision est confortée par De Marchi (2012) qui les considère comme un type d'innovation plus complexe et plus coûteux pour les PME, impliquant d'importants investissements lors de l'adoption de technologies vertes. Cette idée est précisée par Horbach, *et al.* (2012) qui montrent, à partir d'un échantillon de firmes allemandes, que l'innovation environnementale a une intensité d'innovation plus forte, associée à des investissements accrus dans les équipements, les logiciels, le marketing, *etc.* générant ainsi des coûts plus élevés pour l'entreprise à court terme, mais théoriquement compensés sur le long terme.

Ces similitudes et ces différences interrogent. *Les innovations environnementales et technologiques des PME font-elles appel aux mêmes ressources, en particulier aux mêmes sources de connaissances ou à des sources distinctes ?* Récemment, un nombre croissant d'études a examiné les déterminants de l'innovation environnementale (Del Río González, 2009; Horbach *et al.*, 2013; Kesidou et Demirel, 2012). Ces études montrent que ce type d'innovation est favorisé par différents facteurs, parmi lesquels les sources de connaissances sont appelées à jouer un rôle crucial. Une des conclusions importantes de ces études est que les entreprises qui développent des innovations environnementales devraient faire appel à plus de connaissances et d'informations, de manière plus intense et plus ouverte que les autres entreprises (Horbach *et al.*, 2013). Toutefois, ces études n'apportent pas de conclusion sur les déterminants spécifiques à l'innovation environnementale par rapport à l'innovation technologique, car elles n'offrent généralement pas d'études comparatives entre ces types d'innovation. En outre, ces études se concentrent sur de grandes entreprises ou de larges échantillons au sein desquelles les PME sont sous-représentées. Or, si certains auteurs considèrent que les innovations environnementales s'avèrent difficiles à mettre en œuvre pour les PME en raison de leur déficit de ressources, de réseau et d'accès aux sources de connaissances (Hausman, 2005), d'autres insistent au contraire sur leur capacité à acquérir des connaissances pour combler ce déficit (Thorpe *et al.*, 2005). C'est notamment la conception de la perspective *Knowledge-based* que nous adoptons ici. Les PME peuvent acquérir des connaissances en dehors des frontières de l'entreprise (Grant, 1996), provenant de sources diverses (Roy et Thérin, 2008), au-delà des ressources internes disponibles (Gupta, 1995; Shrivastava, 1995). Cette aptitude est à l'origine des stratégies environnementales qui se basent sur des capacités organisationnelles (Roome et Wijten, 2006). Les leviers sous-jacents restent toutefois

peu connus, c'est pourquoi nous souhaitons combler ce manque en examinant le rôle des sources de connaissances comme des déterminants potentiellement clés de l'innovation environnementale des PME. A cette fin, nous adoptons la distinction traditionnelle entre les sources internes et externes de connaissances à l'entreprise, qui est bien adaptée aux PME (Bougrain et Haudeville, 2002; Davenport, 2005; Roy et Thérin, 2008).

2.2 Sources de connaissances internes et externes⁴⁷

2.2.1 Sources de connaissances internes

Concernant la capacité des PME à innover, les sources de connaissances internes telles que le capital humain et la R&D interne sont considérées comme étant des moteurs essentiels (Hansen et Klewitz, 2012; Hoffman, Parejo, Bessant, et Perren, 1998). Il convient également de considérer le rôle des objectifs stratégiques de l'entreprise qui peuvent favoriser l'acquisition de connaissances du point de vue de cette catégorie d'entreprises.

Le capital humain peut être défini comme les "compétences et les connaissances que les individus acquièrent grâce à des investissements dans l'éducation, l'emploi, et dans d'autres types d'expériences professionnelles» (Unger, Rauch, Frese, et Rosenbusch, 2011, p. 343). Certaines études ont montré que l'innovation des PME dépend fortement du niveau d'éducation du dirigeant, de sa stratégie, de son leadership (Bougrain et Haudeville, 2002; Heunks, 1998) mais aussi de ses compétences, connaissances et perceptions liées à l'environnement qui sont une condition nécessaire pour mettre en œuvre une stratégie d'innovation environnementale (Briio et Junquera, 2003). Lorsque le dirigeant de la PME est également le créateur de l'entreprise, sa propension à innover serait plus forte que le dirigeant non propriétaire compte tenu de sa double qualité d'entrepreneur et d'innovateur (Heunks, 1998). Le capital humain relatif aux employés est également important dans un contexte PME. Les employés très qualifiés contribuent à la capacité d'absorption de l'entreprise et apparaissent comme des déterminants clés pour l'innovation technologique des PME (Hoffman *et al.*, 1998). Dans le cadre des innovations environnementales, le résultat est plus nuancé, celui-ci

⁴⁷ La création de connaissances est un sujet plus large que nous n'abordons pas dans cet article. Sur cette question, le lecteur pourra notamment consulter Nonaka (1994), Nonaka et Takeuchi (1995).

étant dépendant du niveau de conscience environnementale des employés. Parce qu'ils ont généralement une faible conscience environnementale, les employés contribueraient peu au développement environnemental de la PME (Brìo et Junquera, 2003).

Une autre source de connaissances clé est la R&D interne. Tout d'abord, l'intensité de la R&D interne est fortement et positivement corrélée avec l'innovation technologique en PME (Caloghirou, Kastelli, et Tsakanikas, 2004). Cet effet est renforcé si la PME a son propre département de R&D interne. Pour les PME innovantes environnementalement, la R&D interne est considérée comme étant capitale pour développer ce type d'innovation (Horbach, 2008; Mazzanti et Zoboli, 2006). Néanmoins, les PME françaises qui développent des innovations environnementales réaliseraient moins de R&D interne que les autres PME innovantes (Horbach et al, 2013). En outre, il est démontré que les PME possèdent des capacités de R&D en interne moins développées que les grandes entreprises, à la fois pour l'innovation environnementale et l'innovation technologique (Brìo et Junquera, 2003; Feldman, 1994).

Au regard des objectifs stratégiques, un dirigeant de PME avec de forts objectifs de croissance, une faible sensibilité au risque, est plus disposé à engager son entreprise dans une activité d'innovation qu'un dirigeant qui a seulement un objectif de stabilité. Ainsi, la probabilité d'innover sera d'autant plus faible que le risque financier est élevé. Si cela représente un frein pour l'innovation technologique (Bougrain et Haudeville, 2002), ce résultat reste à être vérifié dans le cadre de l'innovation environnementale où il existe encore peu d'éléments en rapport avec les décisions managériales et l'intention stratégique (Worthington et Patton, 2005).

2.2.2 Sources de connaissances externes

Cohen et Levinthal (1990) qualifient les sources externes de connaissances comme des ressources "critiques pour le processus de l'innovation" (*op. cit.*, p 128). Sachant que les ressources des PME sont rares et instables dans le temps, le recours à des sources externes de connaissances devient crucial (Bapuji, Loree, et Crossan, 2011), en particulier pour les innovations environnementales (Hansen et Klewitz, 2012). Toutefois, les sources de connaissances externes ont aussi d'importants coûts d'appropriation (Bapuji *et al.*, 2011) qui peuvent être plus élevés que ceux associés aux sources de connaissances internes, avec pour conséquence de freiner les PME à avoir

recours à de telles sources. Plus précisément, trois sources d'acquisition des connaissances externes ont été mises en évidence dans la littérature : les réseaux, les collaborations en R&D et les fusions et acquisitions et l'achat de R&D. A ces trois sources, nous considérons également l'activité d'exportation des PME, celle-ci ayant un rôle démontré sur l'acquisition de connaissances.

Concernant les réseaux, des travaux en contexte PME insistent sur le rôle des réseaux informels car ils leur fournissent des flux de connaissances relatifs à l'évolution technologique, de l'offre et des stratégies, *etc.* (Bougrain et Haudeville, 2002 ; Mazzanti et Zoboli, 2006). Hansen (1999) précise l'importance pour les PME de se doter de larges réseaux informels, sur la base de liens faibles, pour acquérir des connaissances et introduire des innovations technologiques. Dans la même lignée, d'autres recherches montrent que les PME qui font partie de clusters augmentent fortement leur capacité d'innovation (Keizer, Dijkstra, et Halman, 2002) à la fois pour l'innovation environnementale et pour l'innovation technologique. Différents arguments justifient ce résultat. D'une part, des PME proches géographiquement peuvent bénéficier d'externalités de connaissances qu'elles n'auraient pas pu bénéficier au-delà d'un certain périmètre (Audretsch, 1998; Davenport, 2005). D'autre part, certains auteurs insistent davantage sur le rôle joué par le développement de formes non spatiales de proximité pour accroître la capacité d'innovation technologique des PME. Ainsi, le soutien de la structure de gouvernance des clusters permet aux PME de bénéficier de sources internes et externes de connaissances accrues favorables à l'introduction d'innovations technologiques (Bocquet, Brion, et Mothe, 2013).

Par ailleurs, la coopération peut être considérée comme une aptitude à partager des compétences et les connaissances qui favorisent leur exploitation approfondie et permet de créer des liens interentreprises favorisant l'innovation des PME, toutes innovations confondues (Caloghirou *et al.*, 2004). En matière d'innovation technologique, la collaboration peut avoir un effet complémentaire sur les efforts d'innovation internes effectués par les PME (Rothwell et Dodgson, 1991). Généralement, les collaborations inter-entreprises, dans l'innovation technologique, sont effectuées entre PME, très peu de PME collaborant avec les grandes entreprises (Rothwell et Dodgson, 1991). En matière d'innovation environnementale, les coopérations avec les fournisseurs et les universités représentent un levier essentiel, et plus intense que pour d'autres types d'innovations (De Marchi, 2012). Dans la même lignée, d'autres travaux montrent qu'une collaboration étroite client-fournisseur favorise

les démarches d'innovation responsable (Paulraj, 2011), en particulier en matière environnementale (Zsidisin et Siferd, 2001).

L'acquisition de technologie *via* des fusions et acquisitions est une stratégie d'acquisition de connaissances moins fréquente pour les PME car peu d'entre elles sont en mesure d'engager des ressources humaines et financières aussi importantes. Des études antérieures sur l'innovation technologique montrent d'ailleurs que cette forme d'acquisition de connaissances est susceptible d'être utilisée davantage par les grandes entreprises (Veugelers et Cassiman, 1999). Les PME peuvent acquérir des technologies par d'autres moyens, en particulier par de la R&D effectuée par des entreprises externes (Arora et Gambardella, 1990). En innovation environnementale, la R&D externe est vue par certains auteurs comme n'ayant pas d'impact sur ce type d'innovation (Doran et Ryan, 2012; Hemmelskamp, 1999). Pour d'autres, dans le cadre d'études sur l'innovation au sens large, la R&D externe apparaît comme une source indissociable de la R&D réalisée en interne (Cassiman et Veugelers, 2006; Veugelers et Cassiman, 1999).

Enfin, parmi les autres sources de connaissances externes, les exportations sont susceptibles de favoriser l'acquisition de connaissances et l'innovation. En effet, lorsqu'une entreprise exporte, elle bénéficie d'effets d'apprentissage et de nouvelles connaissances liés à son expérience sur les marchés étrangers qui améliorent à la fois sa capacité à innover et sa productivité (Ganotakis et Love, 2012, p. 844). Dans une perspective plus large, une forte internationalisation permet aux entreprises de bénéficier davantage de leurs innovations (Kafouros, Buckley, Sharp, et Wang, 2008) et affecte positivement la propension à l'innovation environnementale de l'entreprise (De Marchi, 2012).

En résumé, les résultats de ces travaux suggèrent que les PME ne recourent pas aux mêmes sources selon le type d'innovation (*i.e.* environnementale vs technologique). Les PME qui innovent en matière environnementale semblent faire davantage appel aux sources externes de connaissances qu'aux sources internes. Par conséquent, nous formulons l'hypothèse suivante:

H1: Les PME qui introduisent des innovations environnementales recourent davantage aux sources externes de connaissance qu'aux sources internes comparativement aux PME qui introduisent des innovations technologiques.

2.2.3 Interrelations entre les sources internes et externes de connaissances

Après avoir examiné d'une part, les sources internes de connaissances et d'autre part, les sources externes, il convient d'étudier leurs interrelations compte tenu de possibles effets de substitution ou de complémentarité sur l'innovation (Cassiman et Veugelers, 2006).

Tout d'abord, les sources externes de connaissances peuvent se substituer à la R&D réalisée en interne. L'argument principal repose sur le fait que la R&D externe est perçue par les PME comme plus coûteuse, impliquant des coûts de transaction particulièrement élevés compte tenu de leur petite taille (Love et Roper, 2002). Toutefois, cette source externe de connaissances peut venir compenser leur manque de R&D interne et favoriser ainsi des innovations technologiques (Grimpe et Kaiser, 2010). Dans le cas des innovations environnementales, les entreprises sont ainsi susceptibles d'utiliser plus de sources de connaissances externes, pour contrebalancer leur manque de capacités internes en R&D (Hemmelskamp, 1999).

Ensuite, certaines recherches, ancrées dans la perspective *Knowledge-based*, vont plus loin en montrant que les sources externes de connaissances sont, non pas substituables, mais complémentaires à la R&D et aux ressources internes. Veugelers et Cassiman (1999), avec des données CIS belges, montrent qu'il existe une complémentarité entre la R&D interne et les activités d'acquisition de connaissances externes, qui favorise l'activité d'innovation des entreprises. Par ailleurs, la présence d'une capacité d'absorption (mesurée par la R&D interne) accroît significativement l'acquisition de connaissances externes (Cohen et Levinthal, 1990). Il est montré, pour les PME innovantes technologiquement, qui ont développé de manière adaptée leurs capacités internes de R&D, une augmentation de leur capacité à coopérer et à mener un projet d'innovation avec succès (Bougrain et Haudeville, 2002).

Au regard de ces travaux, la complémentarité entre la R&D interne et la R&D externe semble être un facteur crucial pour introduire des innovations environnementales par rapport aux innovations technologiques. Celui-ci serait renforcé dans le cas des PME face à une capacité d'absorption limitée. La seconde hypothèse peut être formulée comme suit :

H2: Les PME qui introduisent des innovations environnementales bénéficient d'un effet de complémentarité entre la R&D interne et la R&D externe plus fort que celles qui introduisent des innovations technologiques.

3. Données et méthodes

3.1 Données

Notre analyse empirique est basée des données de PME de moins de 250 salariés (Commission of the European Communities, 2003), situées dans la région française Rhône-Alpes. Cette région occupe la seconde place nationale en termes de potentiel de recherche après l'Ile de France. Les données ont été recueillies en 2012, avec un questionnaire spécialement conçu⁴⁸. Les questions sont analogues à celles incluses dans l'Enquête Communautaire sur l'Innovation 2008 (CIS) et fournissent des informations détaillées sur l'activité d'innovation des PME de 2009 à 2011 ainsi que leurs principales caractéristiques. Les dirigeants ont été invités à fournir des informations sur les types d'innovation mis en œuvre (technologique, non-technologique, avec des avantages environnementaux pour l'entreprise et/ou ses clients). Le questionnaire renseigne également sur les sources d'innovation et les barrières aux connaissances perçues lors de leur démarche d'innovation. Nous avons obtenu un échantillon final de 671 PME françaises (600 dans le sous-échantillon cylindré). La structure de l'échantillon est représentative de celle de la population mère des PME situées dans la région Rhône-Alpes malgré une légère surreprésentation des PME manufacturières (voir Annexe 1).

3.2 Variables

Nos données sont basées sur une approche subjective de l'innovation mesurée de manière directe et déclarative (Mairesse et Mohnen, 2010; OECD/Eurostat, 2005). Bien que les perceptions puissent entraîner un biais, le point de vue des répondants offre la meilleure mesure. Les données sur les brevets ne peuvent pas refléter objectivement l'innovation pour les petites entreprises (Romijn et Albaladejo, 2002), notamment en

⁴⁸ Comme les enquêtes CIS ne fournissent pas toutes les informations nécessaires à cette recherche, nous avons choisi de mener une enquête *ad hoc*.

matière d'innovation environnementale (Arimura, Hibiki, et Johnstone, 2007). La variable dépendante *Innovation* a été construite à partir de deux questions. La première question renseigne si la PME a introduit des innovations technologiques au cours de la période 2009-2011, soit des processus de fabrication nouveaux ou significativement améliorés, soit des biens ou services nouveaux ou significativement améliorés. La deuxième question précise si les innovations technologiques introduites par la PME au cours de la même période ont fait l'objet de bénéfices environnementaux (par exemple, une réduction de la consommation d'énergie, des émissions de CO2 ou de recyclage des déchets) pour l'entreprise elle-même ou pour ses utilisateurs finaux. Ces questions permettent de distinguer les PME qui introduisent des innovations environnementales de celles qui introduisent des innovations technologiques. La variable dépendante est donc une variable discrète, non-ordonnée et multinomiale. Elle varie de 0 à 2, où 0 = pas d'innovation (NI, non-innovante), 1 = innovation technologique (TI), 2 = innovation environnementale (IE). Le tableau 1 précise la répartition des PME dans l'échantillon cylindré : 206 PME sont non-innovantes, 205 PME ont introduit des innovations technologiques seulement, et 189 PME ont introduit des innovations environnementales.

Tableau 21. Distribution de l'échantillon

INNOVATION	FREQUENCES	POURCENTAGE
NI	206	34.33%
TI	205	34.17%
IE	189	31.50%
Total	600	100.00%

Concernant les variables indépendantes, le premier ensemble de variables contient les sources de connaissances internes. Au niveau du capital humain, la revue de littérature a montré toute son importance pour l'innovation des PME à travers notamment le rôle du dirigeant. Si ce dernier est également le fondateur de l'entreprise (*Créateur*), il sera probablement plus innovant (toutes innovations confondues) (Heunks, 1998). Ensuite, s'il possède un niveau d'éducation supérieur (*Education*), un effet positif sur l'innovation technologique est attendu (Bougrain et Haudeville, 2002). Une formulation claire d'objectifs de croissance (*Croissance*) favoriserait l'innovation des PME, en particulier l'innovation technologique (Bougrain et Haudeville, 2002). Une variable binaire pour la R&D interne (*Make*) est intégrée compte tenu de son effet positif et significatif sur l'innovation, quel que soit son type.

Le deuxième ensemble de variables reflète les sources de connaissances externes. En ce qui concerne la coopération entre entreprises, une variable relative aux coopérations dans les achats (*Coopération*) a été intégrée compte tenu du rôle clé joué par les fournisseurs sur l'innovation environnementale (De Marchi, 2012 ; Zsidisin et Siferd, 2001). Comme mentionné précédemment, l'activité d'exportation (*Export*) devrait jouer positivement sur l'innovation des PME. Les PME exportatrices peuvent en effet bénéficier de sources de connaissances additionnelles liées à leur expérience des marchés étrangers favorables à l'innovation technologique et environnementale (Ganotakis et Love, 2012; Grossman et Helpman, 1991). Les acquisitions externes sont des autres moyens d'acquisition de connaissances (*Acquisitions*), même si elles sont plus utilisées par les grandes entreprises que les PME (Veugelers et Cassiman, 1999). En outre, les clusters (*Clusters*) ont un rôle important à jouer pour les innovations environnementales et technologiques, en favorisant l'acquisition et la diffusion des connaissances (Audretsch, 1998; Bocquet, Brion, *et al.*, 2013; Davenport, 2005). Les stratégies de R&D externe (*Buy*) sont prises en compte bien que ce type de stratégie soit plus susceptible d'être choisi dans les grandes entreprises que dans les PME (Love et Roper, 2002).

Nous considérons enfin les complémentarités potentielles ou les effets de substitution entre la R&D interne et externe. Nous opérationnalisons des variables de la même manière que Cassiman et Veugelers (2006), en considérant les variables binaires, *Make_only*, les PME ne font que de la R&D interne, *Buy_only*, les PME acquièrent de la R&D externe uniquement, *Make_buy*, les PME font de la R&D interne et externe. La dernière possibilité, *Make_or_buy*, c'est-à-dire des PME qui font soit de la R&D interne, soit de la R&D externe, est en référence. Il est attendu que les PME innovantes en matière environnementale fassent appel à plus de R&D interne et externe.

Finalement, des variables de contrôle sont intégrées. La première variable est relative à la taille de la PME (*Taille*) susceptible d'affecter les décisions d'introduire des innovations environnementales (Brìo et Junquera, 2003), les plus petites pouvant avoir des désavantages liés à leur petite taille (Kunapatarawong et Martínez-Ros, 2014). L'âge des entreprises (*Age*) est également considéré, les jeunes entreprises pouvant être plus innovantes (Hausman, 2005). Bien que la diversification sectorielle soit plus fréquente dans les grandes entreprises (Nelson, 1959), une variable *Diversification* relative à une offre diversifiée au niveau des secteurs de destination des produits est introduite. Nous considérons également une mesure de l'intensité des barrières, liées aux connaissances,

perçues par les PME. Cette mesure des barrières basée sur la perception du dirigeant agrège les sous-barrières suivantes : manque d'employés qualifiés, manque d'information sur les technologies, manque d'informations et de visibilité sur les marchés et difficultés à trouver des partenaires. Pour construire la variable agrégée liée aux barrières à la connaissance (*Barrières*), nous avons calculé la somme des scores des sous-barrières liées à la connaissance pour chaque PME, allant de 0 à 20, les scores d'intensité des sous-barrières allant de 1 (très faible) à 5 (très élevé). Nous émettons l'hypothèse que les barrières relatives aux connaissances, liées aux sources internes et externes, ne sont pas perçues de la même manière par chaque groupe de PME : non-innovantes, innovantes technologiquement ou environnementalement. Le recours aux sources de connaissances externes différant d'un secteur à l'autre (Hoffman *et al.*, 1998), nous contrôlons par les secteurs industriels (*Industrie*) ou de *services*. Une variable relative aux secteurs polluants (*Polluant*) est introduite pour capter l'effet de la réglementation en matière environnementale. Conformément à l'hypothèse de Porter (Porter et van der Linde, 1995), les PME qui opèrent dans des secteurs polluants devraient être plus innovantes sous l'effet de la réglementation et des incitations que des PME appartenant à des secteurs non polluants.

La définition de chaque variable utilisée dans les estimations est disponible dans le Tableau 22. Les statistiques descriptives sont proposées en Annexe 2.

Tableau 22. Variables utilisées dans les estimations

VARIABLES	DEFINITIONS
Innovation (<i>Innovation</i>)	= 0 si pas d'innovation (NI, non-innovante), = 1 si innovation technologique (IT), = 2 si innovation environnementale (IE).
SOURCES DE CONNAISSANCES INTERNES	
Fondateur (<i>Créateur</i>)	= 1 si le dirigeant de la PME est le fondateur, 0 sinon
Niveau d'éducation (<i>Education</i>)	= 1 si le niveau d'éducation du dirigeant correspond à un diplôme de niveau master ou plus, sinon 0
Objectifs de croissance (<i>Croissance</i>)	= 1 si la PME a des objectifs de croissance, sinon 0
R&D interne (<i>Make</i>)	= 1 si la PME réalise de la R&D en interne, 0 sinon
R&D interne seulement (<i>Make_only</i>)	= 1 si la PME réalise uniquement de la R & D en interne, 0 sinon
SOURCES DE CONNAISSANCES EXTERNES	
Coopération achat (<i>Coopération</i>)	= 1 si la PME coopère dans le domaine des achats avec d'autres entreprises, 0 sinon
Export (<i>Export</i>)	= 1 si la PME a des activités d'exportation, 0 sinon
Acquisition externe (<i>Acquisitions</i>)	=1 si la PME est engagée dans une stratégie de croissance externe (avec des acquisitions externes), 0 sinon
Cluster (<i>Cluster</i>)	= 1 si la PME appartient à un cluster, 0 sinon
R&D externe (<i>Buy</i>)	= 1 si la PME fait appel à de la R&D en externe, 0 sinon
R&D externe seulement (<i>Buy_only</i>)	= 1 si la PME fait appel à de la R&D externe uniquement, 0 sinon
SOURCES DE CONNAISSANCES INTERNES ET EXTERNES	
R&D interne et externe (<i>Make_buy</i>)	= 1 si la PME effectue à la fois de la R&D interne et externe, 0 sinon
VARIABLES DE CONTROLE	
Taille de la PME (<i>Taille</i>)	Logarithme de la taille des entreprises (nombre d'employés) en 2011
Age (<i>Age</i>)	Logarithme de l'âge de l'entreprise en 2012
Diversification sectorielle (<i>Diversification</i>)	= 1 si la PME a une diversification sectorielle (produits ou services), 0 sinon
Barrières liées à la connaissance en intensité (<i>Barrières</i>)	Barrière liées aux connaissances en intensité des barrières perçues (de 0 (niveau inférieur, aucune barrière) à 20 (niveau supérieur, perception maximum))
Secteurs (<i>Secteurs</i>)	= 1 si la PME appartient au secteur des services, 0 si la PME fait partie du secteur industriel
Secteur polluant (<i>Polluant</i>)	= 1 si la PME opère dans un secteur polluant, 0 sinon

Afin de distinguer les effets des sources de connaissances internes et externes pour chaque type d'innovation adopté par les PME, nous utilisons des modèles de type logit multinomial. Nous estimons ces modèles avec la variable *Innovation* comme variable dépendante, les différentes sources de connaissances internes et externes et les autres variables de contrôle comme variables explicatives. La variable *Innovation* nous permet d'identifier trois catégories de PME par le type d'innovation qu'elles ont introduit. Nous sommes donc en mesure de comparer les effets des sources de

connaissances pour chaque catégorie de PME: les PME non-innovantes (NI = 0) sont prises en référence, les PME innovantes technologiquement (IT = 1) sont comparées avec les PME qui ont adopté des innovations environnementales (IE = 2). Nous estimons deux modèles logit multinomiaux, pour tester nos hypothèses. Le premier modèle examine l'effet des sources internes et externes de connaissances au regard des deux types de PME : celles qui ont introduit des innovations environnementales et celles qui ont introduit des innovations technologiques. Le second modèle estime les effets des sources internes et externes de connaissances ainsi que leurs interrelations en considérant ces mêmes catégories d'entreprises. Toutes les variables du deuxième modèle sont semblables à celles introduites précédemment, sauf celles relatives à la R&D interne et à la R&D externe. Afin d'évaluer un effet de complémentarité potentiel entre ces deux types de R&D, nous suivons la méthodologie proposée par Cassiman et Veugelers (2006). Tout d'abord, nous remplaçons les variables de R&D interne (*Make*) et de R&D externe (*Buy*) par les variables suivantes *Make_only* (R&D interne uniquement) et *Buy_only* (R&D externe uniquement). Nous ajoutons ensuite une variable de R&D croisée, *Make_Buy*, qui indique si les PME font de la R&D interne combinée à de la R&D externe.

Les deux modèles indiquent les ratios de risque relatifs⁴⁹ (ou *odds ratios* conditionnels) pour les PME innovantes en matière technologique et environnementale, avec pour référence les PME non-innovantes. Comme notre groupe de référence est le même pour les deux types d'innovation, une comparaison directe est possible.

Plusieurs tests⁵⁰ ont été effectués pour assurer la validité des modèles. Tous les modèles réussissent le test d'indépendance des alternatives non pertinentes (*IIA*) et le test de multicolinéarité (test de *VIF*). La matrice des corrélations est disponible en Annexe 3.

⁴⁹ Les ratios de risque relatif permettent d'évaluer si une variable explicative augmente ou diminue la probabilité de choisir une alternative (introduire une innovation environnementale ou une innovation technologique) par rapport à l'alternative prise en référence (ne pas innover). Un risque relatif supérieur à 1 indique un effet positif alors qu'un risque relatif inférieur à 1 indique un effet négatif.

⁵⁰ Tous les tests réalisés sont disponibles sur demande, la liste des tests fournie n'est pas exhaustive.

4. Résultats

Les résultats de l'analyse économétrique sont présentés dans le Tableau 23.

Le premier modèle montre que les sources internes de connaissances diffèrent selon le type d'innovation. La R&D interne est la seule source interne qui ait un effet significatif, favorisant la mise en place d'innovations environnementales. Les autres sources internes relatives au dirigeant, le fait qu'il soit fondateur de l'entreprise ainsi que son niveau d'éducation n'ont pas d'effet sur ce type d'innovation. Nous observons également que, contrairement aux innovations technologiques, les innovations environnementales ne sont pas favorisées par la formulation d'objectifs de croissance. Ces résultats vont dans le même sens que les résultats récents de Horbach *et al.* (2013), basés sur les enquêtes *CIS* françaises et allemandes, qui concluent que les innovations environnementales sont plus souvent associées à des objectifs d'efficacité de la production que les autres types d'innovations. Toutefois, les PME innovantes qui introduisent des innovations environnementales ont recours à de la R&D interne. Si cet investissement leur permet d'accroître leur capacité d'absorption pour améliorer l'assimilation des connaissances provenant de sources externes, il apparaît également nécessaire au regard du caractère émergent, nouveau et complexe des technologies utilisées. Des études antérieures (Horbach *et al.*, 2013; Rennings et Rammer, 2009) ont montré que les innovations environnementales nécessitent des connaissances et des compétences au-delà des compétences centrales des entreprises (Teece, Pisano, et Shuen, 1997). Les coefficients de la variable de R&D interne (4.474 pour les innovations technologiques et 3.691 pour les innovations environnementales) confortent ce résultat en indiquant un effet positif de la R&D plus important pour l'innovation technologique que pour l'innovation environnementale. À la différence des innovations environnementales, presque toutes les sources de connaissances internes favorisent significativement les innovations technologiques. Ainsi, l'innovation environnementale requiert moins de sources internes de connaissances par rapport aux innovations technologiques, révélant ainsi une première spécificité de ce type d'innovation en contexte PME.

Au niveau des sources externes, il existe également des spécificités relatives à chaque type d'innovation. La variable de coopération a un effet positif et significatif uniquement pour les PME innovantes en matière environnementale. La variable

d'exportation n'a pas d'effet sur l'innovation, quel que soit le type concerné, suggérant plus largement les difficultés des PME à exporter (Hessels et Parker, 2013). Les stratégies de croissance externe ont un effet différencié selon le type d'innovation des PME. Les résultats soulignent le caractère particulièrement coûteux et risqué de telles stratégies dans le cadre d'innovations environnementales. En revanche, les effets positifs de ces stratégies liées à l'acquisition de nouvelles technologies et de nouvelles connaissances l'emportent pour les PME soucieuses d'introduire des innovations technologiques.

La variable cluster a un impact significatif et positif sur les deux types d'innovations, avec un effet plus fort pour les entreprises innovantes en matière environnementale. Ces résultats vont dans le sens des travaux récents ancrés dans la *Knowledge-based view* (Bahlmann et Huysman, 2008; Bocquet et Mothe, 2010) qui confirment, au-delà de la seule proximité géographique, le rôle important joué par les structures de gouvernance des clusters. Les divers services et actions menés envers les PME contribuent à accroître leur capacité d'absorption et de meilleures performances en matière d'innovation. La R&D externe, quant à elle, n'affecte pas l'innovation des entreprises, quel que soit son type, celles-ci arbitrant très nettement en faveur de la R&D interne.

Concernant les variables de contrôle, les jeunes entreprises ont logiquement une plus grande probabilité d'introduire des innovations technologiques. En revanche, l'âge des PME n'a pas d'effet sur les innovations environnementales. Les barrières liées à la connaissance sont hautement significatives pour les PME innovantes en matière environnementale, alors que ces barrières ne sont pas significatives pour les PME innovantes en matière technologique. Ceci est largement dû au caractère émergent, nouveau et complexe des innovations environnementales. La diversification sectorielle représente, quant à elle, un déterminant clé pour les innovations technologiques mais n'a pas d'influence sur les innovations environnementales. En revanche, l'appartenance à un secteur polluant a un effet significatif et positif sur les innovations environnementales attestant du caractère incitatif de la réglementation en contexte PME. Enfin, la capacité à innover des PME, quel que soit le type ne diffère pas selon leur taille et leur secteur d'appartenance. Au total, les résultats obtenus supportent l'hypothèse H1, selon laquelle les PME qui introduisent des innovations environnementales recourent davantage aux sources externes de connaissance qu'aux

sources internes comparativement aux PME qui introduisent des innovations technologiques.

Dans le modèle 2, nous examinons les effets des sources de connaissances internes, externes et leurs interrelations potentielles sur les innovations environnementales et technologiques. Les résultats montrent que les effets des sources internes et externes sont similaires à ceux identifiés dans le modèle 1. Ils indiquent aussi que les PME innovantes, quel que soit le type d'innovation, font appel aux mêmes sources de R&D pour innover : soit de la R&D interne uniquement, soit de la R&D interne associée à de la R&D externe. Cependant, l'effet positif de la R&D interne est plus élevé pour les innovations technologiques (4.137) que pour les innovations environnementales (3.280). Pour les PME qui associent de la R&D interne avec de la R&D externe, le coefficient est plus élevé pour les innovations environnementales (20.612) que pour les innovations technologiques (15.243). Ces résultats sont en faveur de H2, et confirment que les PME qui introduisent des innovations environnementales bénéficient d'un effet de complémentarité entre la R&D interne et la R&D externe plus fort que celles qui introduisent des innovations technologiques. Concernant les variables de contrôle, nous obtenons les mêmes effets que ceux trouvés dans le modèle 1. Les innovations environnementales et technologiques sont expliquées par des caractéristiques distinctes des PME en termes d'âge, de taille, de perceptions des barrières, de diversification sectorielle ou encore de secteur d'activité d'appartenance.

Tableau 23. Résultats des modèles

Variables	Modèle 1		Modèle 2	
	PME avec IT (SD)	PME avec IE (SD)	PME avec IT (SD)	PME avec IE (SD)
<i>Taille</i>	1.134ns (0.178)	1.278ns (0.202)	1.123ns (0.465)	1.257ns (0.197)
<i>Age</i>	0.764* (0.107)	1.012ns (0.149)	0.767* (0.107)	1.019ns (0.150)
<i>Barrières</i>	1.033ns (0.025)	1.083*** (0.026)	1.301ns (0.025)	1.081*** (0.025)
<i>Diversification</i>	1.786** (0.505)	1.413ns (0.409)	1.794** (0.505)	1.435ns (0.412)
<i>Services</i>	1.328ns (0.325)	1.272ns (0.315)	1.327ns (0.324)	1.270ns (0.314)
<i>Polluant</i>	1.741ns (0.680)	1.859* (0.694)	1.764ns (0.687)	1.894* (0.706)
<i>Créateur</i>	1.910*** (0.543)	1.505ns (0.447)	1.926** (0.546)	1.524ns (0.449)
<i>Education</i>	1.473ns (0.363)	1.464ns (0.379)	1.478ns (0.364)	1.477ns (0.382)
<i>Croissance</i>	2.021*** (0.512)	1.179ns (0.286)	2.010*** (0.511)	1.164ns (0.284)
<i>Make</i>	4.474*** (1.293)	3.691*** (1.142)		
<i>Coopération</i>	1.078ns (0.243)	1.495* (0.340)	1.076ns (0.243)	1.494* (0.339)
<i>Export</i>	1.209ns (0.302)	0.934ns (0.246)	1.203ns (0.300)	0.928ns (0.244)
<i>Acquisitions</i>	1.570* (0.418)	0.734ns (0.209)	1.559* (0.416)	0.722ns (0.206)
<i>Cluster</i>	3.207** (1.852)	4.198** (2.508)	3.158** (1.829)	4.115** (2.469)
<i>Buy</i>	1.302ns (0.576)	1.990ns (0.856)		
<i>Make_only</i>			1.036ns (0.621)	1.283ns (0.724)
<i>Buy_only</i>			4.137*** (1.204)	3.280*** (1.032)
<i>Make_Buy</i>			15.243***(15.825)	20.612***(21.831)
Observations	600		600	
Log pseudo likelihood	-575.68		-574.55	
Pseudo R²	0.1261		0.1278	

Notes:

Les PME non-innovantes sont prises en tant qu'entreprises de références.

*** Significatif à 1%. ** Significatif à 5%. * Significatif à 10%. ns, non-significatif.

Les logit multinomiaux sont estimés avec l'option "robust", qui fournit des écarts-types robustes.

Les coefficients estimés sont des ratios de risques relatifs.

5. Discussion et conclusion

Cet article contribue à la littérature existante sur les déterminants de l'innovation en portant l'accent sur les sources de connaissances utilisées par les PME. Cette catégorie d'entreprises reste peu étudiée alors que ses marges de progression en matière d'innovation environnementale sont importantes. Notre analyse empirique montre que si la réglementation publique peut inciter les PME à introduire des innovations environnementales, les PME développent aussi des stratégies actives d'acquisition de

connaissances internes et externes qui contribuent directement à ce résultat. Les connaissances internes, en tant que composantes de la capacité d'absorption, s'avèrent essentielles pour améliorer le *sourcing* de connaissances externes (Cohen et Levinthal, 1990). Dans la lignée de Cainelli *et al.* (2015), cette recherche montre l'importance de la capacité interne en R&D combinée à des ressources externes pour développer des innovations environnementales. Nous confirmons ce résultat sur la catégorie des PME et identifions la spécificité des sources mobilisées pour ce type d'innovation par rapport à l'innovation technologique. A l'image des PME qui innovent en produits ou en procédés, les PME innovantes en matière environnementale semblent avoir acquis certaines capacités organisationnelles. En particulier, elles témoignent d'une «capacité de gestion des connaissances» (Lichtenthaler et Lichtenthaler, 2009, p. 1334) qui contribue à améliorer leur probabilité à innover avec succès. Toutefois, cette capacité est davantage orientée vers les sources de connaissances externes, résultat en rupture avec les travaux antérieurs sur les innovations technologiques qui insistent sur le fait que les PME comptent davantage sur leurs sources internes de connaissances (Hoffman *et al.*, 1998).

Nos résultats soulignent les effets différenciés des sources de connaissances sur les innovations environnementales et technologiques. Si elles effectuent de la R&D en interne, elles développent une stratégie de recherche pour acquérir des ressources externes (Ketata, Sofka, et Grimpe, 2015). Des travaux récents montrent qu'une telle stratégie d'*open innovation* est particulièrement importante en innovation environnementale (Ghisetti, Marzucchi, et Montresor, 2013). Nous confirmons qu'elle est adaptée aux PME et génère d'importants bénéfices pour l'entreprise en favorisant les échanges entre les connaissances internes et externes (Chesbrough, 2003; Chesbrough, Vanhaverbeke, et West, 2006). En revanche, cette stratégie ne semble pas aussi « large et approfondie » que celle décrite par Ketata *et al.* (2015) dans le cadre « des innovations durables », un type d'innovations au périmètre beaucoup plus large que les innovations environnementales⁵¹. En effet, les sources externes de connaissances mobilisées par les PME pour les innovations environnementales se limitent encore à des sources spécifiques. Et bien que les PME soient en mesure de développer leur capacité d'acquisition de connaissances externes (Liao, Welsch, et Stoica, 2003), elles font

⁵¹ La définition d'innovation durable inclut, au-delà des dimensions technologiques et environnementales, « la dimension sociale et l'intégration des besoins des générations futures ». (Ketata, *et al.*, 2015, p.3)

toujours face à des contraintes de ressources pour bénéficier pleinement de l'ouverture (Chesbrough, 2003). Ce résultat est conforme à celui de Laursen et Salter (2006), selon lesquels une ouverture trop importante peut générer des effets contre-productifs en matière d'innovation. En effet, les PME peuvent être conduites à rationaliser leur activité de gestion des connaissances internes et externes car l'une comme l'autre sont coûteuses et consommatrices de temps (Clausen, 2013). Pour cela, elles sont contraintes d'opérer des arbitrages quant aux sources sélectionnées.

Les résultats de cette recherche confortent la nécessité de soutenir l'engagement et les efforts d'innovation des PME en matière environnementale. Au regard des effets différenciés des sources de connaissances selon le type d'innovation (environnementale vs technologique), des actions pourraient être ciblées selon le type d'innovation pour une meilleure efficacité, davantage orientées sur la promotion des sources de connaissances externes pour l'innovation environnementale et des sources de connaissances internes pour l'innovation technologique. Sans des mesures appropriées, les PME sont susceptibles d'éprouver un manque de soutien qui décourage les initiatives en la matière (Segarra-Blasco et Arauzo-Carod, 2008). A ce titre, les pôles de compétitivité peuvent être un dispositif utile pour accroître la capacité d'absorption et l'innovation des PME. Ils le sont par l'implication directe de leur structure de gouvernance dans les actions individuelles et collectives, et indirecte en tant qu'intermédiaires entre les PME et leurs partenaires potentiels (Bocquet et Mothe, 2015). En étant plus proche des besoins des PME, les structures de gouvernance des pôles contribuent aussi à lever les barrières aux innovations environnementales, notamment celles dues au manque de connaissances liées à ce type d'innovation (Pinget, Bocquet, et Mothe, 2015). Pour aller plus loin, des politiques en faveur des clusters et des réseaux, de l'acquisition de technologie et de transferts de connaissances peuvent avoir un impact conséquent pour les innovations environnementales, qui, dans ce cadre, favorisent l'innovation ouverte (Ghisetti, Marzucchi *et al.*, 2015).

Pour les dirigeants souhaitant introduire des innovations environnementales, des investissements conjoints en matière de R&D interne et externe s'avèrent essentiels pour bénéficier des effets de complémentarité entre ces deux types de R&D (Cassiman et Veugelers, 2006). Nos résultats suggèrent également qu'il pourrait être utile d'avoir recours plus fréquemment aux sources de connaissances externes telles que la coopération et l'exportation, qui restent relativement peu utilisés en PME. Ces types de sources apportent des connaissances différentes (Caloghirou *et al.*, 2004), et renforcent

également la capacité d'innovation (Ganotakis et Love, 2012). En outre, comme nous l'avons souligné, faire partie d'un cluster, favorise fortement la diffusion de connaissances (Audretsch, 1998) et l'innovation (Keizer *et al.*, 2002), de sorte que nous conseillons vivement aux dirigeants de PME, engagés ou non dans des innovations environnementales, de faire partie d'un cluster.

Malgré son originalité, cette recherche n'est pas exempte de limites. Comme cette étude est en coupe, nous n'avons pas pris en compte l'influence d'une éventuelle expérience passée en matière d'innovation. De même, certaines sources de connaissances, relatives aux employés ou à l'acquisition de nouveaux équipements, bien que marginales, n'ont pas pu être intégrées à l'analyse. Des mesures d'étendue et de profondeur des sources de connaissances mobilisées par les PME auraient sans doute permis d'approfondir certains résultats. Compte tenu des informations disponibles, de telles mesures n'ont pas pu être envisagées. Au-delà, nous insistons sur deux contributions importantes majeures de cet article. Tout d'abord, nous avons étudié l'effet des sources de connaissances sur l'innovation des PME. À notre connaissance, notre recherche est la première à proposer une lecture intégrative des sources internes et externes de connaissances internes pour l'innovation environnementale des PME. Deuxièmement, notre analyse permet d'identifier les spécificités des sources de connaissances des innovations environnementales par rapport aux innovations technologiques. A ce jour, très peu d'études comparatives sur les déterminants et les sources de connaissances sont disponibles (Cainelli *et al.*, 2015; Del Río González, Peñasco, et Romero-Jordán, 2015; Horbach *et al.*, 2013). De même, les sources de connaissances sont étroitement liées à la performance des entreprises. L'entreprise qui utilise un seul type de sources de connaissances (interne ou externe) peut avoir une performance plus faible par rapport à une autre entreprise qui utilise plusieurs types de connaissances (Bapuji *et al.*, 2011). Cela soulève la question du niveau et de l'intensité des sources de connaissances à utiliser par les PME pour accroître leur performance d'innovation en matière environnementale.

6. Annexes

6.1 Annexe 1 : Distribution par secteur et taille des 600 PME rhônalpines (Population mère et échantillon cylindré)

	Population mère (%)	Echantillon cylindré (%)
Taille de l'entreprise		
10-49 salariés	83.79	84
50-249 salariés	16.21	16
Total	100	100
Secteur		
Industrie	22.25	53
Services	77.75	47
Total	100	100

6.2 Annexe 2: Statistiques descriptives

VARIABLES	PME non innovante	PME avec innovation technologique	PME avec innovation environnementale
SOURCES DE CONNAISSANCES INTERNES			
<i>Créateur</i>	0.160 (0.368)	0.263 (0.442)	0.190 (0.394)
<i>Education</i>	0.238 (0.427)	0.405 (0.492)	0.386 (0.488)
<i>Croissance</i>	0.592 (0.493)	0.805 (0.397)	0.714 (0.453)
<i>Make</i>	0.121 (0.327)	0.493 (0.501)	0.439 (0.498)
<i>Make_only</i>	0.117 (0.322)	0.400 (0.491)	0.323 (0.469)
SOURCES DE CONNAISSANCES EXTERNES			
<i>Coopération</i>	0.422 (0.495)	0.420 (0.495)	0.497 (0.501)
<i>Export</i>	0.267 (0.443)	0.488 (0.501)	0.429 (0.496)
<i>Acquisitions</i>	0.194 (0.397)	0.317 (0.466)	0.201 (0.402)
<i>Cluster</i>	0.019 (0.138)	0.151 (0.359)	0.164 (0.371)
<i>Buy</i>	0.049 (0.215)	0.122 (0.328)	0.159 (0.366)
<i>Buy_only</i>	0.044 (0.205)	0.029 (0.169)	0.042 (0.202)
SOURCES DE CONNAISSANCES INTERNES ET EXTERNES			
<i>Make_Buy</i>	0.005 (0.070)	0.093 (0.291)	0.116 (0.322)
VARIABLES DE CONTROLE			
<i>Taille</i>	3.028 (0.750)	3.282 (0.928)	3.312 (0.788)
<i>Age</i>	2.828 (0.864)	2.635 (0.807)	2.851 (0.844)
<i>Barrières</i>	6.427 (4.628)	7.737 (4.629)	8.778 (4.775)
<i>Diversification</i>	0.155 (0.363)	0.278 (0.449)	0.254 (0.436)
<i>Services</i>	0.485 (0.501)	0.483 (0.501)	0.439 (0.498)
<i>Polluant</i>	0.102 (0.303)	0.190 (0.393)	0.201 (0.402)
Nombre d'observations	206	205	189

Note : Les écarts-types sont entre parenthèses.

6.3 Annexe 3. Corrélations

	<i>Innovation</i>	<i>Taille</i>	<i>Age</i>	<i>Barrières</i>	<i>Diversification</i>	<i>Services</i>	<i>Polluant</i>	<i>Créateur</i>	<i>Education</i>	<i>Croissance</i>	<i>Make</i>	<i>Coopération</i>	<i>Export</i>	<i>Acquisitions</i>	<i>Cluster</i>	<i>Buy</i>	<i>Make_Only</i>	<i>Buy_Only</i>	<i>Make_Buy</i>
<i>Innovation</i>	1.0000																		
<i>Taille</i>	0.1396*	1.0000																	
<i>Age</i>	0.0080	0.1196*	1.0000																
<i>Barrières</i>	0.2005*	0.1416*	0.0137	1.0000															
<i>Diversification</i>	0.0974*	0.0984*	0.0902	0.1024*	1.0000														
<i>Services</i>	-0.0371	-0.0531	-0.1919*	-0.1385*	-0.1304*	1.0000													
<i>Polluant</i>	0.1100*	0.0299	0.1188	0.0547	0.2537*	-0.4161*	1.0000												
<i>Créateur</i>	0.0330	-0.1340*	-0.2301*	-0.0725	-0.0205	0.1091*	-0.0568	1.0000											
<i>Education</i>	0.1292*	0.2472*	0.0167	0.0730*	0.0100	-0.0165	-0.0236	-0.0960*	1.0000										
<i>Croissance</i>	0.1123*	0.0058	-0.0921	0.0234	0.0751*	0.0999*	0.0106	0.0135	0.1448*	1.0000									
<i>Make</i>	0.2758*	0.2685*	-0.0019	0.1899*	0.0357	-0.1418*	0.0933*	0.0707*	0.2035*	0.1608*	1.0000								
<i>Coopération</i>	0.0602	-0.0016	-0.0259	0.0125	0.0242	0.1244*	-0.0600	0.0022	-0.0299	0.0750*	-0.0704*	1.0000							
<i>Export</i>	0.1375*	0.1600*	0.0570	0.1117*	0.1228*	-0.1840*	0.2718*	-0.0455	0.1969*	0.1121*	0.3852*	-0.0482	1.0000						
<i>Acquisitions</i>	0.0099	0.3283*	0.0434	0.0239	0.0498	0.0219	0.0280	-0.0321	0.1001*	-0.0221	0.1329*	-0.0050	0.0861*	1.0000					
<i>Cluster</i>	0.1896*	0.1078*	0.0120	0.1224*	0.1514*	-0.1069*	0.2049*	-0.0334	0.1286*	0.1584*	0.2796*	-0.0361	0.2730*	0.0534	1.0000				
<i>Buy</i>	0.1444*	0.1018*	-0.0062	0.1138*	0.0148	-0.0167	0.0781	0.0090	0.0316	0.1325*	0.2179*	0.0440	0.1036*	0.0819*	0.1517*	1.0000			
<i>Make_Only</i>	0.1914*	0.1750*	0.0093	0.1166*	0.0431	-0.1303*	0.0676*	0.0715*	0.1799*	0.0858*	0.8494*	-0.0847*	0.3145*	0.0628	0.1858*	-0.2165*	1.0000		
<i>Buy_Only</i>	-0.0037	-0.0930*	0.0165	-0.0149	0.0362	0.0207	0.0527	0.0061	-0.0340	0.0156	-0.1460*	0.0483	-0.0541	-0.0506	-0.0147	0.5728*	-0.1240*	1.0000	
<i>Make_Buy</i>	0.1788*	0.1940*	-0.0200	0.1498*	-0.0092	-0.0359	0.0555	0.0063	0.0640	0.1496*	0.3753*	0.0172	0.1669*	0.1378*	0.1958*	0.7871*	-0.1704*	-0.0548	1.0000

Note : Les résultats avec un astérisque sont significatifs au seuil de 10%

6.4 Annexe 4. Décision Editoriale de Management International



Une revue savante classée au rang "A" par le HCERES-2015

Par courriel : rachel.bocquet@univ-smb.fr

Montréal, mercredi 21 septembre 2016

Amandine Pinget
IREGE

Rachel Bocquet
IREGE

Objet : 1^{ère} décision éditoriale du manuscrit : « Aux sources des innovations environnementales et technologiques des PME »

Décision : Révisions mineures avant publication

Chères collègues,

Nous avons maintenant reçu les rapports portant sur l'évaluation de votre manuscrit soumis à la revue Management International (*Mi*).

Cette étape du processus d'évaluation a respecté la règle de l'anonymat double. Comme vous pourrez le constater à la lecture de leurs 1^{ers} rapports, les deux évaluateurs de votre manuscrit ont souligné la pertinence du sujet traité et la qualité de votre article. Nous les remercions très chaleureusement.

Cependant, ils suggèrent quelques pistes d'améliorations pour palier à quelques lacunes et l'améliorer.

Nous vous invitons à tenir compte de ces remarques formulées par les évaluateurs et à bien vouloir nous adresser une version améliorée de votre manuscrit d'ici la mi-octobre 2016. Celle-ci doit être accompagnée d'un document séparé dans lequel vous indiquerez la prise en compte des modifications exigées par les évaluateurs.

Nous vous remercions et prions d'agréer, chères collègues, l'expression de nos salutations les plus cordiales.

Jean-Michel Sahut
Professeur
IDRAC Business School, Lyon
Rédacteur en chef invité de la revue *Mi*

P.j. Rapports d'évaluation d'EV-2, et EV-3

Management International

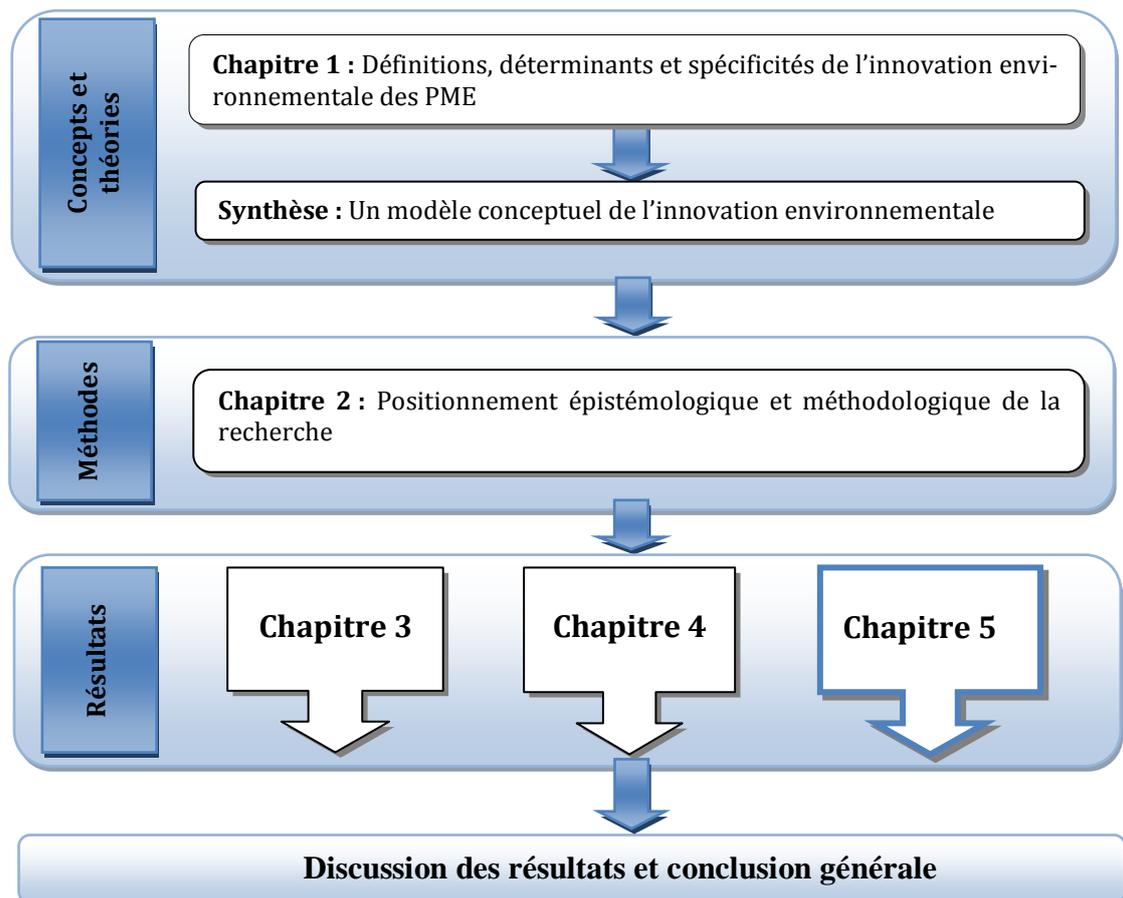
Publication universitaire réalisée grâce au soutien financier des
Conseil de recherche en sciences humaines du Canada (CRSHC)
HEC Montréal, Université Paris Dauphine, Skema
Faculté des Sciences Économiques et de Gestion - Université de Strasbourg
iaelyon - Université Jean Moulin Lyon 3

3000, chemin de la Côte-Sainte-Catherine, Montréal (Québec) H3T 2A7 CANADA

Téléphone : (514) 340-6806 Télécopieur : (514) 340-7814 <http://managementinternational.ca/> management.international@hec.ca

Chapitre 5 – Article 3

Strategic Profiles of French Environmentally Innovative Firms



Plan du chapitre 5

Résumé étendu	213
1. Introduction.....	217
2. Theory and hypotheses.....	219
2.1 <i>Characteristics of environmentally innovative firms.....</i>	220
2.2 <i>Specific characteristics of small and large environmentally innovative firms</i>	222
3. Data and methods	223
3.1 <i>Data</i>	223
3.2 <i>Variables.....</i>	224
3.3 <i>Sample</i>	225
3.4 <i>Methods.....</i>	226
3.4.1 <i>Principal component analysis</i>	226
3.4.2 <i>Non-hierarchical cluster analysis.....</i>	226
4. Results.....	227
4.1 <i>Principal component analysis.....</i>	227
4.2 <i>Cluster analysis</i>	228
5. Discussion and conclusion	234
5.1 <i>Theoretical implications</i>	234
5.2 <i>Managerial implications.....</i>	235
5.3 <i>Public policy implications</i>	236
6. Appendices.....	238
6.1 <i>Appendix A. Variables in principal component analysis and clustering... </i>	238
6.2 <i>Appendix B. Distribution by sector of 1,429 firms</i>	240
6.3 <i>Appendix C. Descriptive statistics</i>	241

Résumé étendu

Motivation

Les profils stratégiques des entreprises capables de mettre en œuvre des innovations environnementales ont fait l'objet jusqu'ici de peu d'intérêt de la part des chercheurs. Or, il existerait différents niveaux d'implication et de stratégies en la matière sans que l'on en connaisse précisément l'origine.

Objectif

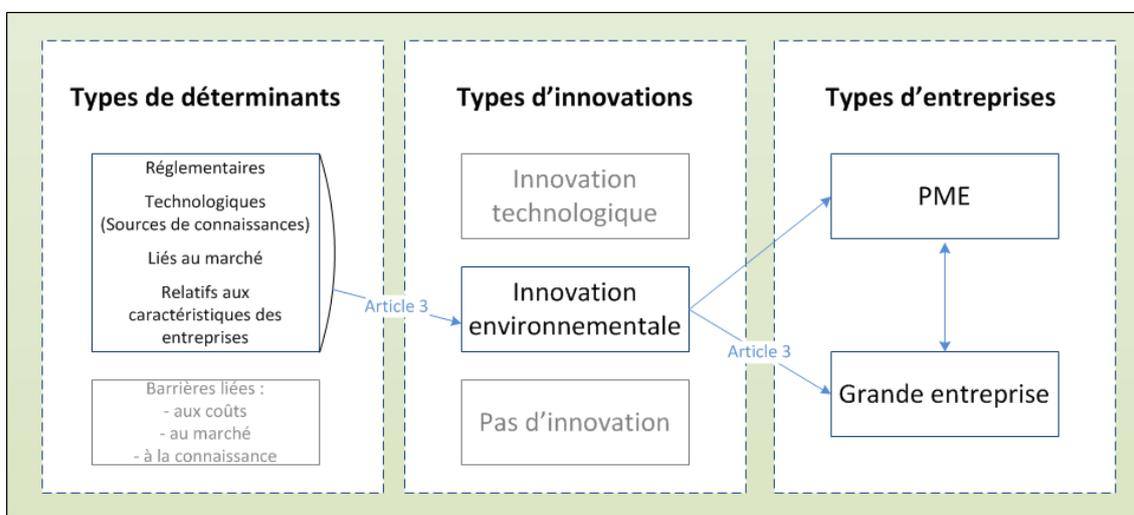
L'objectif est de mettre en évidence les profils stratégiques des entreprises innovantes environnementalement et de comprendre dans quelle mesure ces profils diffèrent selon la taille des entreprises.

Positionnement de l'article dans le cadre conceptuel général

Cet article complète l'étude des déterminants à l'innovation environnementale des PME à travers une comparaison de leurs profils stratégiques de ceux des grandes entreprises.

Le schéma suivant (Figure 13) situe l'article dans le cadre conceptuel de la thèse.

Figure 12. Positionnement de l'article 3 dans le cadre conceptuel général



↕ Comparaison

Design/méthodologie

Le cadre théorique fait appel à l'‘*innovation triangle model*’ (van Dijken *et al.*, 1999) qui permet de dégager les caractéristiques des entreprises innovantes en matière environnementale. Ce modèle, en accord avec la *RBV*, considère que les compétences et connaissances de l'entreprise, son implication dans les réseaux et son orientation environnementale sont liés pour innover en matière environnementale. Au niveau des compétences de l'entreprise, les caractéristiques prises en compte sont liées aux différentes connaissances internes et externes, et à la R&D. En ce qui concerne l'implication dans les réseaux, différents types de coopération sont considérés ainsi que la R&D externe. L'orientation environnementale regroupe la sensibilité des entreprises à la réglementation présente et future, le fait d'avoir une stratégie environnementale bien définie et d'avoir implémenté une mesure de l'impact environnemental.

Notre étude empirique est basée sur l'enquête *CIS 2008*. Nous étudions les entreprises industrielles françaises qui innorent en matière environnementale. A l'aide d'une analyse en composantes principales et d'une classification non hiérarchique, nous cherchons à identifier dans quelle mesure les grandes entreprises et les PME qui innorent environnementalement diffèrent quant à leur profil stratégique.

Résultats

Le *clustering* permet de mettre en évidence trois profils distincts d'entreprises innovantes environnementalement, *i.e.* ‘Proactif’, ‘Réactif’ et ‘Opportuniste’ dans lesquels PME et grandes entreprises sont à chaque fois présentes. Toutefois, les profils stratégiques diffèrent suivant la taille de l'entreprise : les PME du profil ‘Proactif’ sont moins impliquées environnementalement et proactives que les grandes entreprises du même profil, les PME des profils ‘Réactif’ et ‘Opportuniste’ mettent en œuvre une stratégie environnementale plus active que les grandes entreprises. PME et grandes entreprises font preuve de différentes stratégies pour innover en matière environnementale.

Originalité

Cet article s'intéresse conjointement aux profils stratégiques des PME et des grandes entreprises qui innorent en matière environnementale. Il permet de mettre en évidence les caractéristiques spécifiques aux PME.

Implications dans le cadre de ce travail de thèse

Cette recherche montre que les PME sont des acteurs à ne pas négliger dans la mesure où elles peuvent, comme les grandes, adopter des innovations environnementales de manière proactive. Une nouvelle fois, ces résultats incitent au développement de recherches dans le champ du management stratégique et des approches qui conçoivent l'entreprise comme un acteur du changement.

Valorisation de cette recherche

➤ *Communication*

06/2016 “Strategic Profiles of French Environmentally Innovative Firms”, EURAM 2016 Conference (European Academy of Management), Paris, 1-4 juin.

➤ *Soumission*

01/2017 Revue ciblée pour la soumission : *Industry and Innovation*, rang 3 CNRS, rang B HCERES.

1. Introduction

Environmental consciousness grows increasingly for firms and consumers, due in particular to strong issues on the environment's preservation. As a result, more and more firms, both large and small, engage in a process of adoption of environmental innovation (EI). Environmentally innovative firms, although representing a small proportion of all innovative firms, are emerging as a category of growing importance. As a consequence, the determinants and process of adoption of EI by non-environmentally innovative firms are beginning to be well known (Cleff & Rennings, 1999; Del Río González, 2009; Horbach, 2008; Horbach, Rammer, & Rennings, 2012). However, environmentally innovative firms themselves remain understudied (Marin, Marzucchi, & Zoboli, 2015; Triguero, Moreno-Mondéjar, & Davia, 2014).

Considering this substantial lack of knowledge, we focus on environmentally innovative firms, in order to examine whether distinct strategic profiles emerge among them. The literature has not only studied EI determinants' for large firms (Brunnermeier & Cohen, 2003; Cleff & Rennings, 1999; Horbach, 2008; Horbach, Oltra, & Belin, 2013), but has also shown an increased interest for small firms. Both types of firms are rarely studied together (Aragón-Correa, Hurtado-Torres, Sharma, & García-Morales, 2008), however, as far as firm size is concerned, mechanisms, determinants, and other elements may differ between small and large firms (Brño & Junquera, 2003). This article, through taxonomy, seeks to provide a better understanding of both kinds of environmentally innovative firms on their characteristics and strategic environmental profile in order to highlight the specificities that eventually exist for each kind of firms. Hence, taxonomy is relevant here to develop to a better comprehension of the diverse patterns of environmentally innovative firms (Archibugi, 2001). Moreover, this understanding of firm's strategies may help to build policy decisions and policies (Archibugi, 2001; De Jong & Marsili, 2006).

Among the few papers on environmentally innovative firms, Marin *et al.* (2015) have characterized EU environmentally innovative SMEs through their perceived barriers. Triguero *et al.* (2014) have also studied the intensity of eco-innovation of environmentally innovative SMEs. Instead of focusing on SMEs only, we also consider large firms, extending and taking a different perspective, based on the 'innovation

triangle model' (van Dijken *et al.*, 1999). Compared to the 'classical' view which classifies determinants into supply-push, demand-pull, regulation and firm characteristics (Horbach *et al.*, 2012), this framework has the advantage of providing a more strategic and operational view of environmentally innovative firms since it takes into account firms' environmental orientation, their business competences and network involvement.

To build our theoretical framework, we consider the Porter's Hypothesis (Porter, 1991; Porter & van der Linde, 1995) and the Resource and Knowledge-based views (RBV and KBV) (Barney, 1991; Grant, 1996). From the Porter's Hypothesis, we derive the consideration that well-designed regulations enhance environmental innovation for both small and large firms (Porter, 1991; Porter & van der Linde, 1995). However, EI is not only linked to regulation but also to knowledge and resources as EI is more complex and knowledge intensive than other innovations (De Marchi, 2012; Pinget & Bocquet, 2015). Note that the 'innovation triangle model' (van Dijken *et al.*, 1999) fits in both perspectives as it includes regulation, resources and knowledge which are the fundamental pillars of the model.

Accordingly, we aim to answer to the following research questions: are there distinct strategic profiles of environmentally innovative firms? And do small and large firms have different characteristics between strategic profiles? We use a sample of environmentally innovative French manufacturing large firms and SMEs who responded to the CIS 2008. Considering only environmentally innovative firms is sometimes done to study EI (Horbach *et al.*, 2012; Rennings, Ziegler, & Zwick, 2001; Triguero *et al.*, 2014). In order to examine EI's profiles and to build taxonomy, we proceeded in two-steps. First, environmental strategic factors of SMEs and large firms are reduced, in accordance with the 'innovation triangle model' through a principal component analysis. Second, clusters are identified by a non-hierarchical K-means clustering. Clusters are then analyzed through the 'innovation triangle model' variables along with other variables. A first analysis is realized on the cluster's level in order to highlight distinct profiles of environmentally innovative firms. A second analysis is then performed on the intra-cluster firms' size level to examine whether there are differences between small and large firms.

Clustering methods show that three strategic profiles of environmentally innovative firms co-exist, each composed of large and small firms (firms' size is not included to realize the clustering). These profiles, namely 'Proactive', 'Reactive' and

‘Opportunist’ present decreasing environmental awareness and distinct levels of resources and cooperation. Among small and large firms in the clusters, characteristics are very distinct, especially on resources, cooperation and environmental orientation. For ‘Reactive’ and ‘Opportunist’ clusters, these differences are in favor of small firms, more numerous than large firms, to exploit competences, cooperation and to have a stronger environmental orientation.

We seek to contribute to the prior literature in different ways. First, we provide a better understanding of the characteristics of environmentally innovative firms, since current analyses do not explain firms’ environmentally innovative behavior and intra-firm heterogeneity. Second, as for the strategic profiles of environmental firms, we identify three types of strategic profiles of EI firms. Third, we provide a useful comparison of strategies and characteristics of both small and large firms at the intra-cluster level.

In the first part of the paper, we examine the characteristics of environmentally innovative SMEs and large firms, and consider the effect of firms’ size on EI. In the second part, we present the data, methodology and results. Finally, we discuss our results and conclude, presenting some limitations and avenues for further research.

2. Theory and hypotheses

Among the various definitions arising from the literature, EI may be defined as “measures of relevant actors (firms, [...]) which: (i) develop new ideas, behavior, products and processes, (ii) apply or introduce them, and; (iii) contribute to a reduction of environmental burdens or to ecologically specified sustainability targets” (Rennings, 2000, p. 322). This broad definition includes different kinds of EI: technological with product and process innovations, organizational innovation and marketing innovation. Environmental product innovations are linked, according to Kammerer (2009), to the impact reduction of the product throughout its life cycle. Environmental process innovations are new methods that enable production of goods and services with less input, generally divided in end-of-pipe technologies and in cleaner production technologies (or integrated technologies) (OECD/Eurostat, 2005; Rennings, Ziegler, Ankele, & Hoffmann, 2006). In the same way, organizational EI relate to new organizational methods and management activities turned towards environmental

impact reduction (Triguero, Moreno-Mondéjar, & Davia 2013). Finally, environmental marketing innovations are defined as new marketing methods related to the product design, packaging, promotion and pricing (OECD/Eurostat, 2005) with an environmentally reduction impact goal. In our analysis, we consider all these types of environmental innovations (Grolleau, Mzoughi, & Pekovic, 2015; Horbach, 2016; Horbach *et al.*, 2012; Souto & Rodriguez, 2015).

2.1 Characteristics of environmentally innovative firms

To explore the characteristics of environmentally innovative firms, we adopt the ‘innovation triangle model’ (van Dijken *et al.*, 1999), which provides a classification of EI characteristics (Del Río González, 2009; Triguero *et al.*, 2014). This model is consistent with the Resource-Based View (Barney, 1991) and shows an interrelation of its three factors: ‘business competences’, ‘network involvement’ and ‘environmental orientation’ (van Dijken *et al.*, 1999). Since each end of the ‘innovation triangle’ is linked to the other, some overlap on the characteristics may occur. This model, thanks to its three factors, allows us to better take into account the heterogeneity between environmentally innovative firms, than the usual classification (Horbach *et al.*, 2012) that only examines the determinants of EI. We will first study general determinants that are common to small and large firms, then the specific determinants related to firm’s size.

The first end of the triangle is composed of business competences, with three components: knowledge, motivation and power (van Dijken *et al.*, 1999). In line with the Resource-based view, knowledge and firms’ characteristics are viewed as essential for innovation (van Dijken *et al.*, 1999), especially for EI (Horbach *et al.*, 2013). Both internal and external knowledge sources are needed for EI (Cainelli *et al.*, 2015). As for market factors, environmental benefits for the end user, such as energy or pollution reduction, and improvement in the recycling of the product can be important incentives too (Kammerer, 2009). A successful commercialization in markets is significant for EI, especially for product innovations (Cleff & Rennings, 1999; Triguero *et al.*, 2014). Finally, power regroups financial aspects, in particular financial strength that can have a positive effect on EI activities (van Dijken *et al.*, 1999).

The second end of the 'innovation triangle model' is formed by network involvements (van Dijken *et al.*, 1999) that also favor EI (Triguero *et al.*, 2014) and are of three types: business network, knowledge network and regulatory network. In the business network, the main actors are suppliers or other firms (van Dijken *et al.*, 1999) which engage into interfirm cooperation that are particularly important for EI (De Marchi, 2012; Horbach, 2008). Indeed, cooperation through environmentally conscious stakeholders favors environmental product innovation (Wagner, 2007). Cooperation, especially in R&D (De Marchi, 2012; Horbach, 2008), and open innovation (De Marchi, 2012) are crucial for a firm, taking into account the specific need for EI to acquire external knowledge and competences that are outside the firm's core competences and knowledge (Horbach *et al.*, 2012; Rennings & Rammer, 2009). In the knowledge network, cooperation with research centers and universities has a positive effect on EI (Cainelli, Mazzanti, & Zoboli, 2011; De Marchi, 2012; Wagner, 2007). The regulatory network is composed of authorities that establish environmental regulations (van Dijken *et al.*, 1999).

At the last end of the triangle is environmental orientation, which includes the adopter's business strategy and decision-making, considered as crucial (van Dijken *et al.*, 1999). Firms that implement environmental innovations beyond the statutory requirements and adopt more proactive and strategic behaviors (Triguero *et al.*, 2014), may enhance their performance. For instance, some firms choose to develop EI along with Environmental Management System (EMS) (Inoue, Arimura, & Nakano, 2013; Triguero *et al.*, 2016; Wagner, 2007), a proactive action, which is part of an asserted environmental policy. Environmental orientation is central since it evokes distinct levels of implication on environmental approaches and innovation for firms (Triguero *et al.*, 2014), which can be engaged in proactive, reactive or preventive strategies (Jabbour & Santos, 2006). Among motivations, present regulations are also strong incentives (Cleff & Rennings, 1999; Horbach, 2008; Rennings & Rammer, 2009). Although present regulations are important, anticipations on expected regulations can create significant incentives for EI, especially for pollution prevention (Khanna, Deltas, & Harrington, 2009). EI can be seen as a response to actual or future regulations or taxes on pollution, as well as to cost savings induced by the reduction of material, energy or CO₂ (Horbach *et al.*, 2012), pollution or waste. Regulation here is considered in the same vein as

Porter's hypothesis, for which a suitable regulations foster firms' innovation and competitiveness (Porter, 1991; Porter & van der Linde, 1995).

2.2 Specific characteristics of small and large environmentally innovative firms

Firms' characteristics linked to firm size are relevant to consider for environmentally innovative firms (Brìo & Junquera, 2003). Indeed, firm size has been shown to have a positive effect on EI, large firms having a stronger propensity to implement (De Marchi, 2012) compared to small firms that can suffer from resource shortage (Aragón-Correa *et al.*, 2008; Azzone & Noci, 1998). Nonetheless, in the RBV and KBV perspective, small firms, despite their disadvantages, can implement active environmental strategies (Roome & Wijen, 2006). We again rely on the 'innovation triangle model' to examine specific characteristics of small and large environmentally innovative firms.

First, for 'business competences', small firms have comparatively to large firms, fewer resources to acquire competences. Market benefits may also be different according to firm size. Small firms tend to be on smaller markets, and large markets tend to be dominated by large firms (Aragón-Correa *et al.*, 2008), leading the latter to have advantages to innovate environmentally (Acs & Audretsch, 1987). Small firms can also have strong incentives to perform better than their larger counterparts on competitive markets, through the development of new products (Horbach, 2008) and for niche markets (Hemmelskamp, 1999). Scientific knowledge sources, such as universities and research institute are important for EI (De Marchi, 2012), but large firms are more likely to use them. Nonetheless, small firms can benefit from a high level of human capital (including firm's manager its competencies, education, strategy, leadership, objectives) (Bougrain & Haudeville, 2002; Heunks, 1998). Internal R&D capacities are generally more developed by large firms than SMEs (Brìo & Junquera, 2003)

Second, for the 'network involvement', small firms are less likely to enter into cooperative agreements, including R&D cooperation (Brìo & Junquera, 2003; Noci & Verganti, 1999). Large firms usually develop more cooperation, and are thereby favored as EI calls out for more cooperation compared to other innovations (De Marchi, 2012). External R&D can be seen as more costly by small firms, since transaction costs are

higher (Love & Roper, 2002). Although large firms can benefit from larger networks than small firms, networks are important for SMEs' EI (Halila, 2007).

Third, as far as the 'environmental innovation' is concerned, environmental regulation is likely to be a more important cost for small firms than for large firms, conferring the latter a cost advantage (Darnall, Henriques, & Sadorsky, 2010). SMEs are also less able to face stricter regulation (Brío & Junquera, 2003). Strategic intents might differ according to firm size, large firms often being more environmentally conscious than small firms (Gadenne, Kennedy, & McKeiver, 2009). Nonetheless, small firms can also be concerned by environmental issues (Noci & Verganti, 1999). Equally, small firms can benefit from their flexibility to boost their EI (Hemmelskamp, 1999). This flexibility allows them to incorporate more easily environmental responsibility into the firm's strategy (Larson, 2000).

Characteristics in favor of small and large firms are mixed, with an advantage for large firms. However, these distinct characteristics among firms may induce the fact that there are different strategic profiles among small and large firms.

Taking all of this into account, we can formulate the following hypotheses:

Hypothesis 1: There are distinct strategic profiles of environmentally innovative firms.

Hypothesis 2: Intra-cluster small and large firms exhibit different strategic behaviors for environmental innovation.

3. Data and methods

3.1 Data

Our data is drawn from the French Community Innovation Survey (CIS) 2008, conducted in 2009 on manufacturing firms on the national level. The CIS 2008 provides several information on innovations practices and processes adopted by firms, including on technological, organizational, marketing and environmental innovation.

Environmental innovation is determined by answers⁵² to the questions on environmental benefits for the firm and for the end-user. Only firms with a positive answer on one of these two questions are considered as environmentally innovative, taking into account EI related to environmental process, product, organizational or marketing. We define small and medium firms (SMEs) as firms from 10 to 249 employees and large firms as firms with 250 or more employees (Commission of the European Communities, 2003).

3.2 Variables

We will first present the variables used in the principal component analysis and to build the clusters, then the other variables introduced to have a finer characterization of the clusters.

Following the ‘innovation triangle model’ (van Dijken *et al.*, 1999), we build our analysis upon the three core dimensions, ‘business competences’, ‘network involvement’ and ‘environmental orientation’. Regarding ‘business competences’, as Veugelers and Cassiman (1999), we consider *market knowledge sources* composed of information sources from suppliers, clients or competitors, and *scientific knowledge sources* as information from universities, public research institutes, conferences, scientific journals, professional associations or private R&D institutes. These sources are external knowledge sources and have a strong importance for EI (Caloghirou *et al.*, 2004; Cassiman & Veugelers, 2006; Pinget & Bocquet, 2015). *Internal knowledge sources*, from the firm or the group, are also included in the analysis since internal knowledge supports EI process (Cainelli, De Marchi, & Grandinetti, 2015; van Dijken *et al.*, 1999). *Internal R&D* is also a key factor for EI (Caloghirou, Kastelli, & Tsakanikas, 2004; Mazzanti & Zoboli, 2006).

‘Network involvement’ regroups first *market cooperation*, defined as cooperation with suppliers, clients or competitors. This cooperation is especially important for EI (Pinget & Bocquet, 2015; Zsidisin & Siferd, 2001). *Scientific cooperation* with universities, public or private research institutes, has a stronger weight for EI than for other innovations (De Marchi, 2012). Likewise, *cooperation within the group* can bring several intra-group synergies for the firm (Chiarvesio, De Marchi, & Di

⁵² The answers are related to questions 11.1a and 11.1b in the French CIS 2008.

Maria, 2015). Finally, *external R&D* for EI can be seen as complementary to internal R&D (Cassiman & Veugelers, 2006; Veugelers & Cassiman, 1999).

As for ‘environmental orientation’, *present regulation* may have a strong impact for the firm’s EI (Cleff & Rennings, 2000). Relying on the Porter hypothesis (Porter, 1991; Porter & van der Linde, 1995), well-designed regulations favor environmental innovation. Anticipations on the *future regulations* are closely linked to the firm’s environmental strategy (van Dijken *et al.*, 1999). Having a *well-defined environmental strategy* is being part of the environmental strategy (van Dijken *et al.*, 1999), we implement it by considering whether the firm has introduced EI in response to regulation (actual and future) and to the customer’s demand and on ‘good practices’ of the sector. Likewise, having a *measure of the environmental impact*, such as EMS, have a positive effect on EI (Wagner, 2007).

Additionally, after the construction of the clusters, to have a finer interpretation of them, we introduced several variables to strengthen result interpretation (not used to construct the clusters). These variables are related to incentives and objectives, types of environmental innovation (with benefits for the firm or for the end-user), technology intensity and sales’ area (worldwide, national, regional). Motivations are especially important for EI (Frondele, Horbach, & Rennings, 2008; van Dijken *et al.*, 1999). Likewise, types of EI divided through benefits for the firm and benefits for the end-user are examined, in order to see whether or not there are distinct types by clusters. Technology intensities are added to the analysis to control for a specific effect of sector-intensity effect through clusters. Moreover, sales’ areas are compared to highlight some patterns between clusters and intra-clusters.

All variables are presented on Appendix A.

3.3 Sample

Our sample is composed of 1,429 environmentally innovative manufacturing firms, in particular of 837 SMEs (58.57% of the sample) and 592 large firms (41.43% of the sample). Sector distribution is available on Appendix B, descriptive statistics for SMEs and large firms are available on Appendix C. For each variable related to business competences, environmental orientation and network involvement, differences among SMEs and large firms are highly significant.

3.4 Methods

In order to identify different types of environmentally innovative firms, and relying on the ‘innovation triangle model’ (van Dijken *et al.*, 1999), we include in our principal component analysis, and then in the clustering analysis, the above-mentioned variables from the ‘innovation triangle model’. We finally make χ^2 -test to check for differences between clusters but also intra-cluster between SMEs and large firms.

3.4.1 Principal component analysis

The Principal Component Analysis (PCA) is frequently used to build taxonomies since this technique reduce the number of dimensions for the clustering (De Jong & Marsili, 2006). The PCA also helps to have a good representation of all variables at the same time as avoiding irrelevant variables to be included from the cluster analysis (Everitt, 1993; Hair, Anderson, Tatham, & William, 1998). Components obtained after PCA are uncorrelated, so that none of the component would prevail in the cluster result (Hair *et al.*, 1998).

First, we calculate, for each variable retained, the measures of sampling adequacy (MSA) to test if the data is appropriate for a PCA (Hair *et al.*, 1998). All variables considered have satisfactory MSA values (>0.70), thereby indicating that a PCA is suitable. Likewise, the Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) measure and Bartlett’s test of sphericity meet common standards (KMO=0.83, $p<0.001$).

Second, we perform the PCA, select the number of components with eigenvalues larger than one and use a varimax rotation. The PCA brings out a three-dimensional solution, the three components explaining 61.17% of the variance.

3.4.2 Non-hierarchical cluster analysis

Following the PCA analysis, we conducted a cluster analysis⁵³ using the three components previously obtained. Both hierarchical, with Ward’s linkage, and non-hierarchical, with K-means, clustering analyses are undertaken and compared. Ward’s linkage method (Ward, 1963) is a frequently and accurately used method. K-means is popular and based on a simple partitional algorithm (Jain, 2010). To choose between

⁵³ Cluster analysis is sensible to outliers. Consequently, outlying observations in the score of the three principal components have been checked (Hair, Anderson, Tatham, & William, 1998), no outlier has been detected.

these two clustering methods, we consider Caliński and Harabasz's (1974) pseudo-F index. Equally, the final number of the clusters has been determined by three commonly employed criteria: (1) the statistical accuracy of the classification, (2) the number of firm by group, (3) the economic significance of groups. The highest value of Caliński and Harabasz pseudo-F index, along with the economic significance and the number of firm by group, is obtained for the K-means non-hierarchical clustering with three groups. We thus obtained three clusters of environmentally innovative firms with distinct characteristics.

4. Results

4.1 Principal component analysis

The PCA results are presented in Table 24. As mentioned before, we obtain three components each corresponding to an end of the 'innovation triangle model' (van Dijken *et al.*, 1999), and representing more or less the same variance extracted. The first component, accounting for 23.92% of the variance extracted, 'business competences', includes market, scientific, internal knowledge sources and internal R&D. Almost all factors loadings are positive and have approximately the same size (except internal R&D that is slightly lower), showing that all these variables are equally important. The second component, 'network involvement' (20.12% of the variance), is composed of market, scientific, group cooperation and external R&D that have the same size (except external R&D that is lower, since the recourse of external R&D is smaller). The third component, 'environmental orientation' (17.13% of the variance), includes future and actual regulation, well-defined EI politics by the firm, and environmental impact measure. In this component, future and actual regulation appear to have a slightly higher weight on 'environment orientation' than the other two variables.

Table 24. Principal component analysis

Variables	Rotated components loadings		
	Component 1 'Business competences'	Component 2 'Network involvement'	Component 3 'Environmental orientation'
Market knowledge sources	0.5396		
Scientific knowledge sources	0.5143		
Internal knowledge sources	0.5013		
Internal R&D	0.4244		
Market cooperation		0.5374	
Scientific cooperation		0.5368	
Group cooperation		0.5272	
External R&D		0.3449	
Future regulation			0.5711
Actual regulation			0.5523
Well-defined EI politics			0.4856
Environmental impact measure			0.3538
Variance extracted (percent)	23.92	20.12	17.13
Total variance extracted (percent)	61.17		
Cronbach Alpha	0.8018		

Note: Only factors loadings superior to 0.3, in each component, are reported.

4.2 Cluster analysis

Results are given in Table 25. To provide an interpretation of the three clusters, we used the original variables that composed the dimensions of the PCA. We compared the frequencies of each variable for all clusters. We additionally introduced several variables aforementioned (not from the clustering) to characterize precisely the different clusters. Considering the different variables, we label the clusters as 'Proactive' (36.46%), 'Reactive' (16.24%) and 'Opportunist' (47.31%).

When we compare the three clusters, 'Proactive' firms exhibit the highest score on almost all variables (except for medium-low-technology and low-technology industries, and for regional markets): levels of business competences, with a large use of all knowledge sources and R&D, network involvement, external R&D, environmental orientation, sensitivity to future and actual regulation, with well-defined EI politics and environmental impact (76.20% of firms). Consequently, firms in this cluster display a proactive strategy that goes beyond the compliance to regulations are more sensible to the environmental benefits themselves but also for the end-users. They mainly stem from high and medium-technology industries, are mainly exporting to global and

national markets, which implies, along with their network involvement, a high degree of openness. In summary, 'Proactive' firms exhibit an assertive environmental strategy.

The second and smallest cluster, 'Reactive' firms, has the lowest scores on a large number of variables (weak business competences and network involvement) but rank second on group cooperation, actual regulation, well-defined EI politics, environmental impact, sector incentives and cost reduction objectives. This shows that these firms are aware of environmental regulation but, since they have more constraints related to their business competences and network involvement, they adopt a reactive comportment to face regulation and anticipate less future regulation. Additionally, these firms are less sensitive to market incentives but sector incentives and cost reduction objectives have more weight. In the same way, benefits for the firm account more than those for the end-user, reduction of pollution and recycling are the two more important types of environmental innovation, both for the firm and for the end-users. Besides, this cluster ranks second for government grants and subsidies. It is mainly composed of medium-high to low-technology industries, and of firms that sell on national and regional markets. These firms, even though they are sensitive to environmental regulations, seem to have some constraints which may hamper their openness and their environmental innovation strategy.

In the third and largest cluster, 'Opportunist' firms have important levels of business competences and a medium level of network involvement. For environmental orientation, these firms rank second for future regulation, but have the lowest awareness of present regulation, along with well-defined environmental innovation politics and impact measure. These firms, although they have important resources, have an opportunist strategy as they are less aware of present regulation but expect opportunities from future regulation, and have the lowest level of compliance. They rank second on market incentives and on the benefits for the end-user. As for technology intensity, firms are mainly divided between medium-high and low-technology industries with slightly more high and medium-technology than 'Reactive' firms. Moreover, firms are selling on national markets essentially, followed by global and regional markets. In this cluster, firms benefit from a high level of resources and networks but do not have a well-defined environmental strategy, complying with present regulation and having a lower openness and implication than 'Proactive' firms.

As our results suggest, in accordance with Hypothesis 1, there are significantly distinct profiles of environmentally innovative firms with distinctive characteristics. After examining the cluster level, intra-cluster differences on the type of firms, small or large firms, are now considered. We expect small and large firms to adopt distinct strategies in clusters.

In 'Proactive' firms, large firms have higher levels on all considered variables. Indeed, small firms in this cluster show a significantly low level of 'business competences', 'network involvement', and 'environmental orientation' compared to large one. Between small and large firms, the different levels of resources, cooperation, sensitivity to regulation and sales' areas lead to two distinct levels of proactiveness and openness for small and large firms. If we now consider the number of large firms in this cluster, more numerous than SMEs (347 vs. 174), we see that 'Proactive' firms are more likely to be large firms with quite balanced components from the 'innovation triangle model'. In this cluster, large firms have a more proactive EI than small firms.

As to 'Reactive firms', small firms have higher scores on each dimensions of the 'innovation triangle model' and on others variables than large firms. In this cluster, although small firms have low levels of knowledge (except on internal knowledge sources) and of network involvement, they have a medium level of environmental orientation along with receptivity to market and sector incentives and high cost reduction objectives. These characteristics lead to more environmental benefits for the firm and for end-users. SMEs also have a larger sales' area. In the 'Reactive' cluster, contrary to the 'Proactive' one, small firms are more involved than large firms in EI processes and are more numerous (184 vs. 48), leaving us to think that 'Reactive' firms are generally small.

For 'Opportunist' firms, a quite similar pattern to 'Reactive' firms can be found as small firms ranks higher than large firms on almost all variables considered. These differences on business competences, network involvement and regulation are in favor of small firms that develop more knowledge competences and internal R&D, are moderately involved in networks and more aware of regulation compared to large firms but all firms have poorly defined environmental strategies with medium environment impact measure. As for the sales' area, small firms are more on global, national and regional market than large firms, indicating more openness. Also, small firms are in a wide majority in this cluster (479 vs. 197), suggesting that 'Opportunist' firms are

expected to be small firms. These results show that small 'Opportunist' firms are more active than large 'Opportunist' firms.

If we now compare all clusters on firms' size, it can be seen that, for large firms, there is a quite clear ranking on the innovation type given the variables of the 'innovation triangle model'. 'Proactive' large firms have the highest level of business competences, networking involvement and environmental orientation, so develop the more of different innovation types for large firms, followed by large 'Opportunist' and then 'Reactive' firms. For large firms, resources in particular seem to have an important role for EI, as 'Opportunist' and 'Reactive' firms are compared. Furthermore, small firms exhibit a different pattern: small 'Reactive' firms are the ones with the more environmental types of innovation implemented, followed by small 'Opportunist' firms and lastly by small 'Proactive' firms. Comparatively to the other groups, small 'Reactive' firms have a lower level of resources and network involvement but a slightly superior level of environmental orientation, along with a higher sensibility to incentives and objectives that may explain their first place. 'Opportunistic' and 'Proactive' small firms, even though have more resources and network involvement, display a slightly lower environmental orientation and sensibility to incentives. Consequently, for small firms, environmental orientation of the firm along with a sensibility to incentives and cost reduction objectives seems to influence positively EI processes.

From these analyses, different patterns (both intra-cluster and between clusters) appear. Overall, in an intra-cluster perspective, small and large firms have important differences on their characteristics. Large 'Proactive' firms show more proactiveness and environmental implication compared to small ones. However, for 'Reactive' and 'Opportunist' firms, small firms have a more active environmental strategy than large firms. Comparison on firm size between clusters shows that resources have an especially important role for large firms for EI, whereas for small firms, the environmental orientation of the firm has a stronger importance. These facts are in accordance with Hypothesis 2 that postulated that small and large firms, from an intra-cluster view, have a distinct strategic behavior related to EI.

Table 25. Description of the clusters

Variable	Cluster 1 'Proactive' (n=521)%			Cluster 2 'Reactive' (n=232)%			Cluster 3 'Opportunist'(n=676)%			χ^2 -test and Fisher's exact test ♦	
	All	SMEs	Large firms	All	SMEs	Large firms	All	SMEs	Large firms	Inter- cluster	Intra- cluster
Clustering variables											
<i>Business competences</i>											
Market knowledge sources	97.70	32.44	65.26	6.03	5.60	0.43	95.86	67.75	28.11	***	***
Scientific knowledge sources	96.74	31.67	65.07	1.72	1.29	0.43	88.61	60.95	27.66	***	***
Internal knowledge sources	99.62	33.21	66.41	22.41	18.10	4.31	96.45	67.60	28.85	***	***
Internal R&D	94.05	29.94	64.11	9.48	7.33	2.16	76.78	52.37	24.41	***	***
<i>Network involvement</i>											
Market cooperation	90.02	30.33	59.69	7.33	5.60	1.72	21.01	18.20	2.81	***	***
Scientific cooperation	80.23	23.80	56.43	3.45	2.59	0.86	13.46	9.32	4.14	***	***
Group cooperation	77.93	22.84	55.09	9.05	6.90	2.16	7.99	6.66	1.33	***	***
External R&D	71.21	20.92	50.29	3.88	3.02	0.86	24.26	14.35	9.91	***	***
<i>Environmental orientation</i>											
Future regulation	51.44	13.63	37.81	22.41	15.09	7.33	23.67	14.94	8.73	***	***
Actual regulation	65.07	16.89	48.18	38.36	28.02	10.34	35.80	22.63	13.17	***	***
Well-defined EI politics	16.31	2.69	13.63	5.60	3.02	2.59	3.11	1.63	1.48	***	***
Environmental impact measure	76.20	18.43	57.77	42.67	26.72	15.95	41.12	20.56	20.56	***	***
Incentives and objectives											
Government subsidies and grants	16.51	2.69	13.82	11.64	8.19	3.45	8.58	5.03	3.55	***	***
Market incentives	47.60	13.24	34.36	23.71	18.10	5.60	27.07	17.60	9.47	***	***
Sector incentives	49.33	12.09	37.24	37.93	28.45	9.48	34.17	23.22	10.95	***	***
Cost reduction objectives	56.24	14.97	41.27	44.40	33.62	10.78	42.90	29.59	13.31	***	***

Variable	Cluster 1 'Proactive' (n=521)%			Cluster 2 'Reactive' (n=232)%			Cluster 3 'Opportunist'(n=676)%			χ^2 -test and Fisher's exact test ♦	
	All	SMEs	Large firms	All	SMEs	Large firms	All	SMEs	Large firms	Inter- cluster	Intra- cluster
Types of environmental innovation											
Benefits for the firm	92.71	29.94	62.76	90.95	71.12	19.83	85.65	60.06	25.59	***	***
Reduction of materials	63.34	18.43	44.91	35.78	25.86	9.91	47.04	31.66	15.38	***	***
Reduction of energy consumption	57.77	14.01	43.76	42.24	30.60	11.64	42.31	25.74	16.57	***	***
Reduction of CO ₂ emission	45.49	10.75	34.74	28.02	19.40	8.62	28.55	17.31	11.24	***	***
Replacement of dangerous materials	68.14	19.77	48.37	44.83	34.91	9.91	52.96	35.06	17.90	***	***
Reduction of pollution	61.23	16.12	45.11	46.12	35.78	10.34	41.57	26.78	14.79	***	***
Recycling of waste, water, materials	71.79	21.11	50.67	68.10	54.31	13.79	60.50	41.57	18.93	***	***
Benefits for the end-user	67.75	19.39	48.37	50.86	38.36	12.50	56.07	38.61	17.46	***	***
Reduction of energy for the end-user	49.90	11.32	38.58	26.72	19.40	7.33	36.69	24.26	12.43	***	***
Reduction of pollution for the end-user	39.54	10.37	29.17	29.74	21.55	8.19	28.11	19.97	8.14	***	***
Recycling for the end-user	39.54	10.17	29.37	35.78	27.16	8.62	30.03	20.86	9.17	***	***
Technology intensity											
High-technology industries	14.20	4.41	9.79	3.88	2.59	1.29	8.28	5.18	3.11	***	***
Medium-high-technology industries	41.65	12.86	28.79	32.76	25.43	7.33	36.09	23.37	12.72	**	**
Medium-low-technology industries	27.06	9.40	17.66	35.78	31.90	3.88	33.73	25.30	8.43	**	***
Low-technology industries	17.08	6.72	10.36	27.59	19.40	8.19	21.89	17.01	4.88	***	***
Sales' area											
Global market	90.79	28.79	62.00	59.91	46.55	13.36	78.40	51.04	27.37	***	***
National market	93.47	30.90	62.57	83.19	65.09	18.10	92.46	64.94	27.51	***	***
Regional market	70.06	23.61	46.45	77.16	62.07	15.09	68.34	51.92	16.42	**	***
Number of observations	521	174	347	232	184	48	676	479	197		

Notes: We computed the frequencies of each binary variable, where binary= 1, for each cluster. It can be interpreted as “In Cluster 1, 97.70% of the firms have knowledge sources related to the market, including 32.44% of these firms are SMEs and 65.26% are large firms.”

♦ In case of expected values of some cells inferior to 5, Fisher's exact tests when there are sparse data are done.

***Significant at 1%. **Significant at 5%. *Significant at 10%. ns: non-significant.

5. Discussion and conclusion

As some previous works show, empirical taxonomies are useful to provide a better understanding of distinct behaviors among firms and for any type of innovation (Castellacci, 2008; De Jong & Marsili, 2006; Peneder, 2010; Perks, Cooper, & Jones, 2005). In this paper, we tested whether different strategic profiles exist for environmentally innovative small and large firms and to characterize them.

For EI, Marin *et al.* (2015), on European SMEs, found six clusters based on perceived barriers by SMEs. Although the barriers were not considered to build our taxonomy, some clusters of Marin *et al.*'s (2015) taxonomy have similarities, such as 'Green champions' which have commonalities with our 'Proactive' cluster. Another empirical taxonomy is provided by Triguero *et al.* (2014), also on European SMEs, with four profiles of environmentally innovative SMEs based on their eco-innovation intensity. Additionally, Buysse and Verbeke (2003), on large firms, and Aragón-Correa *et al.* (2008), on small firms, both with environmental strategy, highlight a three-level perspective on innovation, environmental practices and eco-efficiency, with features that go along the same lines as our clusters 'Proactive', 'Reactive' and 'Opportunist'.

5.1 Theoretical implications

As the clustering analysis shows it, firms implement distinct strategies for EI, which confirms that firms' strategic behaviors are significant for EI (Azzone, Bertelè, & Noci, 1997; Briò & Junquera, 2003; Pinget, Bocquet, & Mothe, 2015). Clusters reveal distinct groups of environmentally innovative small and large firms, which are 'Proactive', 'Reactive' and 'Opportunists', with significantly different strategies.

From the 'innovation triangle model' (van Dijken *et al.*, 1999), we can highlight that firms with well-balanced characteristics on the three ends of the triangle, such as 'Proactive' firms, are the ones that have a more strategic implementation of EI. In relation with the Knowledge-based view and to what EI requires, these firms show that a high degree of openness, cooperation and acquisition of knowledge is crucial for EI. Also, the importance of openness for EI is confirmed (Ghisetti, Marzucchi, & Montresor, 2015), with 'Proactive' firms overall that have a larger sales' area and

‘network involvement’. Knowledge from different sources also has a crucial role to play (Aggeri, 1999; Cainelli *et al.*, 2015; Feldman, 1994).

The results also point out that the endowment of resources among firms can be very different and suggest, in particular, the importance of resources for large firms during an environmentally innovative process (Berrone, Fosfuri, Gelabert, & Gomez-Mejia, 2013; Branzei, Jennings, & Vertinsky, 2002). Nonetheless, resources do not seem to be sufficient in an environmental process: the environmental innovation orientation is important (van Dijken *et al.*, 1999), especially for small firms. From this point, the sensitivity to regulation is significant and seems to be an important incentive (Horbach, 2008; Rennings & Rammer, 2011).

Likewise, from the intra-cluster analysis, only small ‘Proactive’ firms are less active in EI than large ones, all other small firms are more active than large firms (‘Reactive’ and ‘Opportunist’). These small firms deploy more resources, are more involved in networks, but above all have higher environmental orientation, including sensibility to regulation, incentives and objectives, and exhibit a more proactive behavior than large ones. These facts support the view that small firms have capabilities and can develop strategies related to EI (Aragón-Correa *et al.*, 2008; Roome & Wijen, 2006), contrary to the traditional view that assume small firms lack capacities and resources to implement proactive environmental strategies. Moreover, this work is in line with Aragón-Correa *et al.* (2008) that have shown SMEs may have disadvantages relating to their resources but not regarding to their capabilities for environmental processes.

5.2 Managerial implications

If we now consider managerial implications, results highlight the importance of having a well-balanced strategic profile through external knowledge acquisition and internal R&D and knowledge, but equally on cooperation with market, scientific and group cooperation as well as external R&D, and a strong awareness of present and future regulation along with well-defined environmental policies and a measure of the environmental impact.

Nevertheless, small firms are generally constrained by their lack of resources and are forced to make choices. As environmental orientation seems to account more for small firms, we recommend to managers to develop their environmental orientation, in

particular by having a well-defined environmental strategy as it can help for their environmental innovative processes (van Dijken *et al.*, 1999). Large firms, for their part, seem to give more importance of the resources on an environmental process, along with a well-balanced profile on the dimensions of the ‘innovation triangle model’ (van Dijken *et al.*, 1999). Consequently, given the differences, we suggest to large firm’s manager to have a balanced profile while also developing their ‘business competences’ and resources.

5.3 Public policy implications

Regarding government subsidies and grants, ‘Proactive’ large firms, are the ones that have the more subsidies. This fact raises the question of the distribution of subsidies and grants. The latter seems to benefit from these subsidies for EI, but other categories of small firms, with less resource, may have important benefices to have subsidies to accompany them in their EI process.

Besides, as far as regulations are concerned, small firms can have some disadvantages related to large firms (Brìo & Junquera, 2003; Darnall *et al.*, 2010). Regulation, instead of acting as an incentive (Porter, 1991), may be seen as an additional cost by small firms, hampering their EI activities. Moreover, our results suggests, that distinct incentives for EI could be set up, given the fact that environmentally innovative firms can have different strategic profile, characteristics and levels of innovation. In particular, setting up distinct incentives, subsidies, regulations for small and large firms may benefit to small firm.

Limitations of this research include the fact that inter-sectorial comparisons were not possible since we solely consider manufacturing firms. However, we have tried to preserve the representativeness among manufacturing subsectors in our sample. Finally, after having a focus on environmental strategic profiles that has shown distinct groups of innovators and on firm size, it can be interesting to examine the firm’s performance of each group and subgroup of innovative firms. Indeed, having a better understanding of the benefits of environmental strategies can be useful to then study firms’ financial performance. Subsequently, an improved knowledge on the expected performance from EI can be an incentive for SMEs or non-environmentally innovative firms to commit themselves on EI’s strategies, through a profit-maximizing decision (Darnall, 2009; Henriques & Sadorsky, 1996). More information on environmental financial

performance, and also on environmental innovation process may contribute to reduce the information asymmetry, the barriers, especially knowledge barriers, by which SMEs are usually strongly affected.

6. Appendices

6.1 Appendix A. Variables in principal component analysis and clustering

Variable	Definition
Principal component analysis and clustering variables	
<i>Business competences</i>	
Market knowledge sources	= 1 if the firm uses knowledge sources from his supplier of equipment or his customers or his competitors, 0 otherwise.
Scientific knowledge sources	= 1 if the firm uses knowledge sources from universities or public research institutes or conferences or scientific journals, or professional associations, or private R&D institutes, 0 otherwise.
Internal knowledge sources	= 1 if the firm uses knowledge sources within the enterprise or enterprise group, 0 otherwise.
Internal R&D	= 1 if the firm has done in-house R&D, 0 otherwise.
<i>Network involvement</i>	
Market cooperation	= 1 if the firm cooperates with their supplier of equipment or his customers or his competitors, 0 otherwise.
Scientific cooperation	= 1 if the firm cooperates with universities or public research institutes or private R&D institutes, 0 otherwise.
Group cooperation	= 1 if the firm cooperates with other enterprises within his group, 0 otherwise.
External R&D	= 1 if the firm has engaged in internal R&D activities, 0 otherwise.
<i>Environmental orientation</i>	
Future regulation	= 1 if the firm has introduced EI in response to expectations on environmental regulations to be introduced in the future, 0 otherwise.
Actual regulation	= 1 if the firm has introduced EI in response to existing environmental regulations or taxes on pollution, 0 otherwise
Well-defined EI politics	= 1 if the firm has introduced EI in response to existing environmental regulations and expected environmental regulation and current or expected demand from customers and voluntary codes or agreements within the sector, 0 otherwise.
Environmental impact measure	= 1 if the firm measures its environmental impact, 0 otherwise.
Variables added for the clustering analysis	
<i>Incentives and objectives</i>	
Market incentives	= 1 if the firm has introduced EI in response to current or expected market demand from its customers, 0 otherwise.
Sector incentives	= 1 if the firm has introduced EI in response to

	voluntary codes or agreements for environmental good practices within its sector, 0 otherwise.
Cost reduction objectives	= 1 if the firm has introduced EI in response to a cost reduction objective, 0 otherwise.
Types of environmental innovation	
Benefits for the firm	= 1 if the firm has at least one of the types of EI benefits for the firm mentioned below, 0 otherwise.
Reduction of materials	=1 if the firm has reduced use per unit of output, 0 otherwise.
Reduction of energy consumption	= 1 if the firm has reduced energy use per unit of output, 0 otherwise
Reduction of CO ₂ emission	= 1 if the firm has reduced CO ₂ ‘footprint’ (total CO ₂ production), 0 otherwise.
Replacement of dangerous materials	= 1 if the firms has replaced materials with less polluting or hazardous substitutes, 0 otherwise.
Reduction of pollution	= 1 if the firm has reduced soil, water, noise or air pollution, 0 otherwise.
Recycling of waste, water, materials	= 1 if the firm has recycled waste, water or materials, 0 otherwise.
Benefits for the end-user	= 1 if the firm has at least one of the types of EI benefits for the end-user mentioned below, 0 otherwise.
Reduction of energy for the end-user	= 1 if the firm has reduced the energy use for the end-user, 0 otherwise
Reduction pollution for the end-user	= 1 if the firm has reduced soil, water, noise or air pollution for the end-user, 0 otherwise.
Recycling for the end-user	= 1 if the firm has improved recycling of product after use by the end-user, 0 otherwise.
Technology intensity	
High-technology industries	= 1 if the firm belongs to high-technology industries according to ISIC Rev.3 Technology Intensity Definition, 0 otherwise.
Medium-high-technology industries	= 1 if the firm belongs to medium-high-technology industries according to ISIC Rev.3 Technology Intensity Definition, 0 otherwise.
Medium-low-technology industries	= 1 if the firm belongs to medium-low-technology industries according to ISIC Rev.3 Technology Intensity Definition, 0 otherwise.
Low-technology industries	= 1 if the firm belongs to low-technology industries according to ISIC Rev.3 Technology Intensity Definition, 0 otherwise.
Sales’ area	
Global market	=1 if the firm sells goods and/or services worldwide, 0 otherwise.
National market	= 1 if the firm sells goods and/or services on national market, 0 otherwise.
Regional market	= 1 if the firm sells goods and/or services on regional market, 0 otherwise.

Sources: CIS 2008 Survey, OECD, (2011).

6.2 Appendix B. Distribution by sector of 1,429 firms

Technological intensity	NACE 2-digit	Sector	Sample CIS 2008		Population France	
			Freq.	%	Freq.	%
High-technology	21	Manufacture of basic pharmaceutical products and pharmaceutical preparations	46	3.22%	441	0.20%
	26	Manufacture of computer, electronic and optical products	93	6.51%	3,429	1.54%
Medium-High-technology	20	Manufacture of chemicals and chemical products	124	8.68%	2,960	1.33%
	27	Manufacture of electrical equipment	86	6.02%	2,393	1.08%
	28	Manufacture of machinery and equipment n.e.c	171	11.97%	6,124	2.76%
	29	Manufacture of motor vehicles, trailers and semi-trailers	61	4.27%	1,800	0.81%
	30	Manufacture of other transport equipment	29	2.03%	940	0.42%
	33	Repair and installation of machinery and equipment	66	4.62%	23,822	10.73%
Medium-Low-technology	8	Other mining and quarrying	6	0.42%	1,681	0.76%
	19	Manufacture of coke and refined petroleum products	5	0.35%	99	0.04%
	22	Manufacture of rubber and plastic products	129	9.03%	5,354	2.41%
	23	Manufacture of other non-metallic mineral products	70	4.90%	8,499	3.83%
	24	Manufacture of basic metals	53	3.71%	1,037	0.47%
	25	Manufacture of fabricated metal products, except machinery and equipment	189	13.23%	20,677	9.31%
Low-technology	13	Manufacture of textiles	30	2.10%	4,176	1.88%
	14	Manufacture of wearing apparel	18	1.26%	7,593	3.42%
	15	Manufacture of leather and related products	18	1.26%	1,925	0.87%
	16	Manufacture of wood and products of wood and cork; except furniture; manufacture of articles of straw and plaiting materials	23	1.61%	9,048	4.08%
	17	Manufacture of paper and paper products	60	4.20%	1,464	0.66%
	18	Manufacture of reproduction of recorded media	42	2.94%	15,558	7.01%
	31	Manufacture of furniture	17	1.19%	12,154	5.47%
	32	Other manufacturing	50	3.50%	17,648	7.95%
	35	Electricity, gas, steam and air conditioning supply	11	0.77%	6,524	2.94%
	36	Water collection, treatment and supply	10	0.70%	245	0.11%
	37	Sewerage	4	0.28%	836	0.38%
38	Waste collection, treatment and disposal activities; materials recovery	18	1.26%	5,412	2.44%	
Total			1,429	100.00%	222,015*	

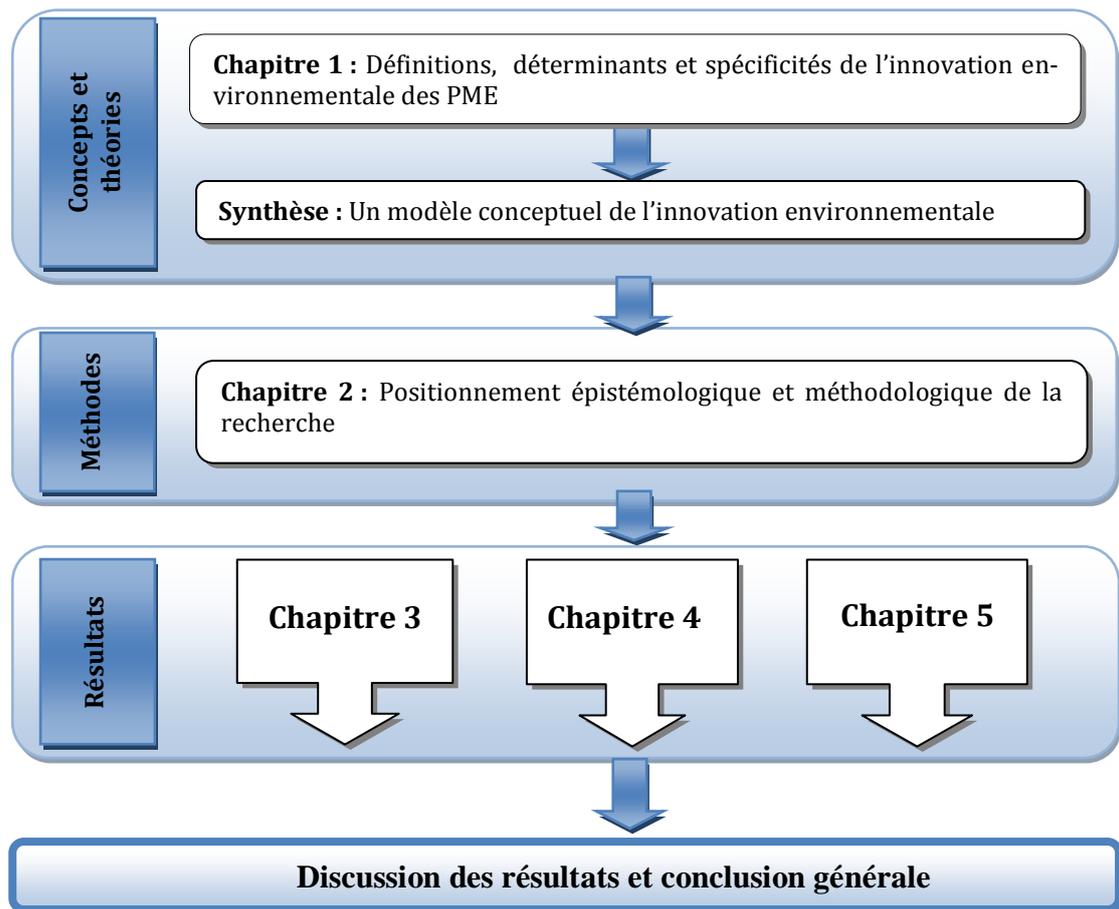
Sources :INSEE (2009), OECD (2011).

* Note: Total differs from 100 percent since food industries are not taking account due to insufficient information on key variables such as R&D.

6.3 Appendix C. Descriptive statistics

Variables	SMEs Means (SD)	Large firms Means (SD)
Market knowledge sources	0.765 (0.424)	0.897 (0.304)
Scientific knowledge sources	0.693 (0.462)	0.890 (0.313)
Internal knowledge sources	0.803 (0.398)	0.931 (0.254)
Internal R&D	0.630 (0.483)	0.851 (0.356)
Market cooperation	0.351 (0.478)	0.564 (0.496)
Scientific cooperation	0.231 (0.421)	0.547 (0.498)
Group cooperation	0.215 (0.411)	0.508 (0.500)
External R&D	0.254 (0.436)	0.559 (0.497)
Future regulation	0.247 (0.432)	0.461 (0.499)
Actual regulation	0.366 (0.482)	0.615 (0.487)
Well-defined EI politics	0.038 (0.192)	0.147 (0.354)
Environmental impact measure	0.355 (0.479)	0.806 (0.396)
Number of observations	837	592
Total number of firms	1,429	

Discussion et conclusion générale



Plan du chapitre 6

Introduction	247
1. Synthèse des résultats et discussion.....	248
1.1 <i>Spécificités de l'innovation environnementale des PME et de ses déterminants par rapport à l'innovation technologique</i>	<i>249</i>
1.1.1 Principaux résultats.....	249
1.1.2 Discussion.....	251
1.2 <i>Spécificités de l'innovation environnementale selon le type d'entreprise</i>	<i>255</i>
1.2.1 Principaux résultats.....	255
1.2.2 Discussion.....	257
2. Apports de la recherche	261
2.1 <i>Apports théoriques.....</i>	<i>261</i>
2.2 <i>Apports méthodologiques</i>	<i>263</i>
2.3 <i>Apports managériaux.....</i>	<i>264</i>
3. Limites et perspectives	266
3.1 <i>Limites</i>	<i>266</i>
3.2 <i>Perspectives</i>	<i>269</i>

Introduction

L'objectif de cette thèse a été de mettre en évidence les spécificités des innovations environnementales au regard de leurs déterminants, de leurs barrières et des caractéristiques propres aux PME. Pour cela, nous avons fait appel à une approche dite de synthèse (l'innovation environnementale a des caractéristiques propres et d'autres qui sont communes avec les autres innovations) et construit un cadre théorique adapté qui dépasse l'hypothèse de Porter pour l'étendre à l'approche basée sur les ressources et ses extensions. Ces spécificités restent insuffisamment prises en compte dans la littérature alors que les enjeux sont forts, notamment pour les PME.

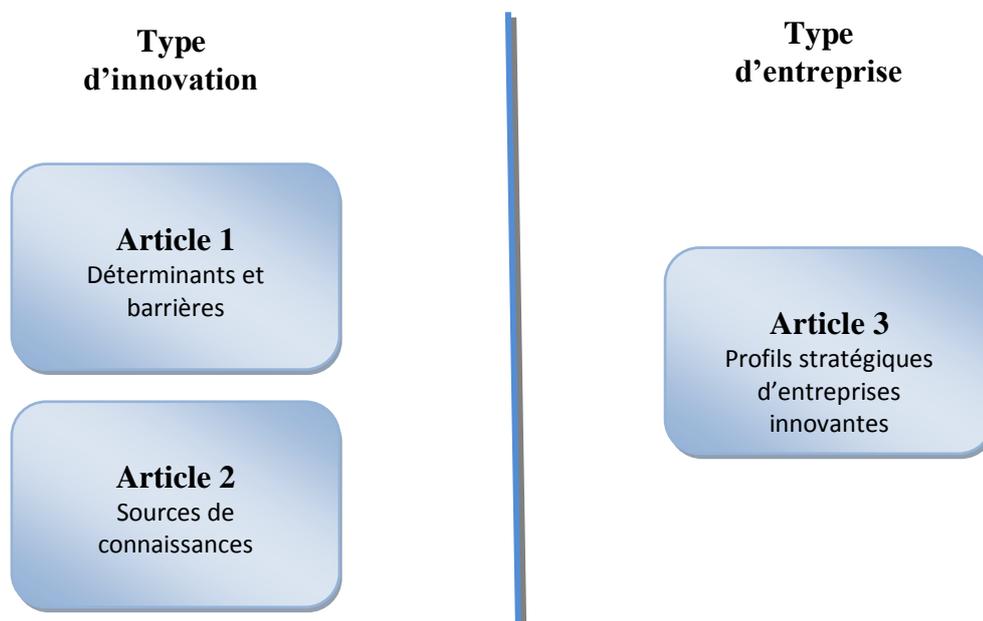
La question de recherche à laquelle nous nous sommes intéressés est la suivante : « Existe-t-il des spécificités propres aux innovations environnementales des PME, au regard de leurs déterminants, des barrières perçues et des caractéristiques associées à ce type d'entreprise ? » Nous avons ainsi cherché à mieux comprendre les spécificités des innovations environnementales des PME sous trois angles : au regard de leurs déterminants et barrières (article 1), des sources de connaissances internes et externes qu'elles nécessitent (article 2), des profils stratégiques des entreprises adoptantes (article 3).

Ce chapitre propose tout d'abord une synthèse des principaux résultats, en réponse à notre questionnement. Ces résultats sont ensuite discutés en lien avec la littérature sur l'innovation environnementale et les PME. Dans une deuxième partie, nous précisons les apports de cette recherche aux plans théoriques, méthodologiques et managériaux. La dernière partie de ce chapitre précise les limites de ce travail et envisage les perspectives de recherche que nous souhaiterions développer.

1. Synthèse des résultats et discussion

Les résultats, issus de nos trois articles, apportent des réponses à notre questionnement principal. Nous présentons une synthèse de ces résultats et les discutons selon deux axes. Le premier concerne les spécificités de l'innovation environnementale, de ses déterminants et de ses barrières par rapport au type d'innovation. Le second aborde les spécificités de l'innovation environnementale selon le type d'entreprise qui l'adopte. Il repose sur une comparaison entre les PME et les grandes entreprises. La Figure 13 ci-après précise les axes adoptés suivant les articles.

Figure 13. Axes d'analyse des trois articles



1.1 Spécificités de l'innovation environnementale des PME et de ses déterminants par rapport à l'innovation technologique

1.1.1 Principaux résultats

Les spécificités de l'innovation environnementale vis-à-vis de l'innovation technologique ont d'abord été examinées sous l'angle des déterminants et des sources de connaissances. Les différents résultats obtenus ont été synthétisés dans le Tableau 26 suivant :

Tableau 26. Déterminants des innovations technologiques et environnementales⁵⁴

	Déterminants	Innovation environnementale	Innovation technologique
Interne	Impact environnemental mesuré	Positif (1)	Ns (1)
	Taille de l'entreprise	Positif (1) / Ns (2)	Positif (1) / Ns (2)
	Age de l'entreprise	Ns (1,2)	Négatif (1) / Positif (2)
	Objectif de croissance	Ns (2)	Positif (2)
	Diversification	Ns (2)	Positif (2)
	Créateur	Ns (2)	Positif (2)
	R&D interne	Positif (2)	Positif (2)
Externe	Secteur polluant (réglementation)	Positif (1,2)	Ns (1,2)
	Croissance externe	Négatif (1) / Ns (2)	Ns (1) / Positif (2)
	Appartenance à un cluster	Positif (1,2)	Positif (1,2)
	Exportations	Ns (1,2)	Positif(1) / Ns (2)
	Coopération en R&D	Positif(1,2)	Ns (1,2)
	R&D interne et externe	Positif (2)	Positif (2)

Notes : - Ns=Non significatif
 - Les numéros des articles dans lesquels les déterminants sont testés sont mentionnés entre parenthèse
 - Les résultats reportés en bleu et en gras indiquent des différences notables entre l'innovation environnementale et technologique
 - Les résultats reportés en noir et en gras présentent des similitudes entre innovation environnementale et technologique
 - Pour certains déterminants étudiés, il existe des divergences entre les effets suivant les articles, cette variabilité peut notamment être expliquée par la petite taille des échantillons (435 et 600 PME).

Tout d'abord, nous avons examiné les déterminants considérés comme internes, propres à l'entreprise. Un premier déterminant spécifique à l'innovation environnementale est la mise en place de systèmes de mesure de l'impact

⁵⁴ Seuls les résultats qui sont significatifs pour l'innovation environnementale et/ou l'innovation technologique ont été reportés.

environnemental, qui peut être considérée comme un prérequis pour s'engager dans une démarche d'innovation environnementale. Ensuite, il convient de remarquer que les déterminants traditionnels de l'innovation technologique, tels qu'avoir un objectif de croissance, être diversifié en termes de produits/services ou être le créateur de l'entreprise, ne sont pas significatifs pour l'innovation environnementale. Malgré les divergences constatées au niveau des déterminants, la R&D interne est un facteur explicatif qui reste commun aux innovations environnementales et technologiques, les entreprises innovantes environnementalement développant une R&D en interne dans leur démarche d'innovation, même si celle-ci est plus ouverte comme nous le verrons ci-après.

Au niveau des déterminants externes à l'entreprise, l'effet de la réglementation à laquelle sont soumises les entreprises innovantes en matière environnementale est logiquement plus fort. Cela nous a permis de confirmer que la réglementation est un déterminant crucial pour les entreprises innovantes en matière environnementale contrairement aux entreprises innovantes en matière technologique. Une autre spécificité forte est relative à la coopération en R&D, qui affecte positivement les entreprises innovantes environnementalement alors qu'elle est non significative pour les entreprises innovantes technologiquement. En outre, les entreprises innovantes environnementalement sont plus ouvertes en termes de coopération en recherche et font davantage appel à des sources de connaissances. Au-delà des différences, il existe toutefois des déterminants externes communs aux deux types d'innovation. D'une part, l'effet de l'appartenance à un cluster est significatif pour les deux types d'innovation même s'il est plus fort pour les PME qui innovent en matière environnementale. D'autre part, il existe une complémentarité entre la R&D interne et externe dans les deux cas bien que plus forte pour les PME innovantes environnementalement.

Ensuite, nous avons examiné les spécificités de l'innovation environnementale sous l'angle des barrières perçues par différents types de PME : les PME non-innovantes, innovantes en matière technologique ou innovantes en matière environnementale. Ces trois types de PME ont des perceptions des barrières relativement différentes. En effet, les PME qui perçoivent le plus de barrières en nombre et en intensité sont celles qui innovent environnementalement. Par rapport aux PME non-innovantes, les PME innovantes environnementalement perçoivent plus de barrières, de manière plus intense. Les PME innovantes en matière environnementale perçoivent également plus de barrières, en nombre seulement, que les entreprises qui

innovent au plan technologique. En outre, la perception plus forte des barrières liées à la connaissance par les PME innovantes en matière environnementale est confirmée dans l'article 2, ce qui apporte un support supplémentaire à nos précédents résultats.

1.1.2 Discussion

A la différence des déterminants des innovations technologiques, les déterminants des innovations environnementales ne sont étudiés que depuis récemment (Schiederig *et al.*, 2012). Ils restent mal connus, notamment en contexte PME (Brìo et Junquera, 2003; Noci et Verganti, 1999). Par ailleurs, il n'existe que peu de comparaisons au niveau des déterminants entre l'innovation environnementale et l'innovation technologique (Cainelli *et al.*, 2015; Del Río *et al.*, 2015). Cette thèse participe à combler ce vide en mettant en lumière les spécificités des innovations environnementales, en comparant ses déterminants avec ceux des innovations technologiques.

Parmi les rares articles à effectuer cette comparaison, Horbach *et al.*, (2013) comparent des grandes entreprises allemandes et françaises innovantes environnementalement par rapport aux autres entreprises innovantes (issues de la base de données CIS 4, 2004). Contrairement à notre positionnement, le cadre adopté est celui de l'économie standard où la réglementation est considérée comme étant le déterminant principal pour les grandes entreprises innovantes en matière environnementale (Horbach *et al.*, 2013). Nous avons étendu ces résultats valables pour les grandes entreprises aux PME, tout en considérant que la réglementation, dans le cadre de l'hypothèse de Porter, n'est pas le seul déterminant pouvant influencer une démarche d'innovation environnementale (*cf.* Article 1). En effet, notre positionnement en faveur des théories basées sur les ressources et les connaissances nous permet de mettre en avant de nouveaux déterminants pour l'innovation environnementale des PME. Dans une approche *RBV*, les entreprises disposent de ressources et de capacités, ce que nous avons mis en évidence avec la capacité des PME innovantes en matière environnementale à mettre en œuvre une mesure de leur impact sur l'environnement. Ce nouveau déterminant favorise l'implémentation d'une stratégie d'innovation environnementale volontaire, au sens de l'intention stratégique (Hamel et Prahalad, 2005) et n'est pas commun à l'innovation technologique.

Dans une perspective *KBV*, nous confirmons que les sources de connaissances sont également des déterminants clés en innovation environnementale. Nos résultats vont plus loin que ceux de Cainelli *et al.* (2015) qui effectuent, à l'aide d'une approche *RBV*, une comparaison des sources de connaissances des innovations environnementales et des autres innovations des grandes firmes et PME espagnoles, sans toutefois séparer les deux groupes d'entreprises. En effet, nous avons montré que les PME adoptaient plus de sources de connaissances externes (R&D externe notamment) qu'internes, même si la R&D interne reste un déterminant pour l'innovation environnementale (*cf.* Article 2). Cette spécificité au niveau des sources de connaissances vient du fait que les entreprises ont besoin de plus de sources de connaissances nouvelles, donc majoritairement externes pour innover environnementalement, résultat que nous confortons dans le cadre des PME (De Marchi, 2012; Rennings et Rammer, 2009).

Au niveau des sources de connaissances externes, l'effet positif de la coopération en innovation environnementale précédemment mis en évidence pour les grandes entreprises (Cainelli *et al.*, 2015; De Marchi, 2012; Horbach, 2008) est confirmé pour les PME (*cf.* Article 2). Quant à l'interrelation des sources de connaissances internes et externes de connaissance, elle est plus forte pour les PME innovantes en matière environnementale qu'en matière technologique (*cf.* Article 2). Nous avons également mis en évidence qu'une stratégie d'*open innovation* (Chesbrough, 2003) est bénéfique pour l'innovation environnementale, en accord avec la littérature récente (Ghisetti, *et al.*, 2013; Ketata *et al.*, 2015). Cette stratégie d'*open innovation* est observée également pour les PME qui, du fait de la complexité de ce type d'innovation (De Marchi, 2012; Rennings et Rammer, 2009), doivent aller chercher des connaissances externes qui leur font défaut en interne. Toutefois, en accord avec les travaux récents sur l'*open innovation* (Bocquet et Dubouloz, 2013; Laursen et Salter, 2006; Lichtenthaler et Lichtenthaler, 2009), nos résultats sur l'interrelation des sources de connaissances internes et externes confirment que l'acquisition de connaissances externes n'est possible que si les PME ont une capacité d'absorption (*ACAP*) suffisante. Les PME vont notamment acquérir des connaissances auprès des clusters qui ont un rôle important à jouer en contribuant à la diffusion d'information mais aussi à l'organisation et à la gestion des connaissances (Bocquet et Mothe, 2010). Nous avons ainsi mis en évidence le fait qu'appartenir à un cluster a une importance plus grande pour les PME qui innovent en matière environnementale (*cf.* Article 1). Conformément à notre positionnement *KBV*, les connaissances et l'acquisition de connaissances sont

essentielles pour les PME qui innoveront en matière environnementale, ce qui constitue une nouvelle spécificité vis-à-vis des innovations technologiques.

Les barrières perçues pour l'innovation environnementale n'ont été que rarement abordées dans les différents travaux (Del Río González, 2009; Souto et Rodriguez, 2015). Nos résultats sont confortés par ceux de Souto et Rodriguez (2015) obtenus à partir d'un échantillon de PME et grandes entreprises innovantes espagnoles. De même que ces auteurs, nous avons montré que les entreprises percevant le plus de barrières sont bien les entreprises innovantes environnementalement dans une analyse plus robuste en termes de méthodologie adoptée et plus détaillée comme nous considérons à la fois les entreprises non-innovantes, innovantes en matière technologique et environnementale de manière séparée. Nos résultats vont également dans le même sens que certains auteurs (Rennings et Rammer, 2009; Souto et Rodriguez, 2015), tout en différenciant les barrières perçues en nombre et en intensité. A la différence des premiers travaux, nous comparons non seulement les entreprises ayant introduit des innovations environnementales à celles ayant introduit des innovations technologiques mais considérons un groupe d'entreprises supplémentaire : les entreprises non-innovantes. Au-delà de l'intérêt de cet ajout pour la robustesse des résultats, il permet aussi de les préciser. En effet, nous avons montré que les PME innovantes environnementalement perçoivent les barrières comme étant plus intenses et plus nombreuses vis-à-vis des PME qui n'innoveront pas. En ce qui concerne l'innovation technologique, ce résultat a été précédemment observé : les entreprises innovantes technologiquement perçoivent plus fortement les barrières à l'innovation que celles qui ne sont pas innovantes (Ghisetti, Mazzanti, *et al.*, 2015; Mohnen et Röller, 2005).

Nous avons également mis en évidence que les PME innovantes environnementalement, vis-à-vis des PME innovantes technologiquement, perçoivent les barrières plus nombreuses en nombre mais partiellement en intensité. Cela est à mettre en lien avec le fait que l'innovation environnementale est plus compliquée que les autres innovations (De Marchi, 2012; Rennings et Rammer, 2009). Au niveau de l'intensité des barrières liées aux coûts et au marché, les deux groupes de PME innovantes n'indiquent pas de différence dans leur perception (*cf.* Article 1). Ces résultats peuvent s'expliquer par le fait que les PME engagées en innovation environnementale, comme en innovation technologique, doivent faire face à des coûts importants mais aussi à des barrières au niveau du marché, qui sont liées à la démarche

d'innovation pour chacun des types d'innovations (Baldwin et Lin, 2002; Ghisetti, Mazzanti, *et al.*, 2015; Rennings et Rammer, 2009).

Un autre résultat remarquable est que les barrières liées à la connaissance sont toujours perçues plus intensément et plus nombreuses par les PME innovantes environnementalement (*cf.* Articles 1 et 2), ce qui est en accord avec la littérature, les innovations environnementales sont plus intensives et font appel à plus de connaissances, qui ne font pas partie des connaissances propres de l'entreprise (Cainelli *et al.*, 2015; De Marchi, 2012). Ce résultat a précédemment été mis en évidence pour des grandes entreprises françaises innovantes environnementalement par rapport aux autres innovations.

En outre, nos résultats sur les barrières à l'innovation environnementales des PME peuvent également être mis en rapport avec notre cadre théorique se basant sur l'hypothèse de Porter (Porter, 1991; Porter et van der Linde, 1995). Dans ce cadre, les barrières perçues par les PME lors de leurs activités d'innovation environnementale peuvent être assimilées à des coûts. Une réglementation adaptée pourrait réduire, voire compenser les coûts subis par ces PME (Porter et van der Linde, 1995). Cette réglementation pourrait également favoriser les stratégies d'innovation environnementales. Dans cette optique, la mise en œuvre de politiques publiques environnementales visant à une diminution des barrières perçues par les PME pourrait contribuer à une plus grande adoption d'innovations environnementales par ces entreprises.

En considérant maintenant les barrières dans des perspectives *RBV* et *KBV*, les PME qui innovent en matière environnementale, même si elles font face à des barrières importantes liées aux coûts, aux connaissances et au marché, surpassent celles-ci pour être en mesure d'acquérir des ressources et des connaissances difficilement répliquables par d'autres entreprises (Barney, 1991; Conner, 1991; Grant, 1996). Ces ressources et connaissances spécifiques à la PME, acquises lors de la mise en œuvre de stratégies environnementales peuvent lui conférer une performance supérieure et un avantage concurrentiel (Grant, 1991; Wernerfelt, 1984). Ces avantages et cette performance proviennent de la différenciation des produits/services innovants en matière environnementale vis-à-vis des autres produits/services présents sur le marché.

1.2 Spécificités de l'innovation environnementale selon le type d'entreprise

1.2.1 Principaux résultats

Une analyse effectuée à partir de l'*innovation triangle model*' (van Dijken *et al.*, 1999) permet de différencier les entreprises ayant introduit des innovations environnementales selon leur profil stratégique. En particulier, un résultat a été de montrer qu'elles peuvent présenter différents profils stratégiques de types 'Proactif', 'Réactif' ou 'Opportuniste'. Les entreprises qualifiées de 'Proactives' ont un profil équilibré, elles mobilisent différentes sources de connaissances et de coopération avec une forte orientation environnementale. Le deuxième groupe d'entreprise est celui des 'Réactives', elles utilisent peu de sources de connaissances et coopèrent peu. Par rapport aux entreprises du profil 'Proactif', les entreprises 'Réactives' ont une sensibilité à la réglementation environnementale moins importante, tout en présentant peu de politiques environnementales bien définies et une mesure de l'impact environnemental plus faible. Quant au troisième groupe, les entreprises qualifiées d'*'Opportunistes'* font appel à un grand nombre de sources de connaissances, elles ont un niveau moyen de collaboration. Vis-à-vis des entreprises 'Réactives', elles présentent une orientation environnementale plus faible avec moins de politiques environnementales bien définies et ces entreprises mesurent moins leur impact environnemental. En outre, au niveau de la réglementation, par rapport aux entreprises 'Réactives', les entreprises 'Opportunistes' ont une plus grande sensibilité à la réglementation aussi bien future que présente, ce qui suggère un comportement d'innovation plus stratégique de la part de ce profil d'entreprise (d'où la dénomination).

Ces différents profils stratégiques d'entreprises présentent, comme nous l'avons vu, chacun des caractéristiques différentes en termes de déterminants pour l'innovation environnementale. A l'intérieur de ces profils stratégiques, la répartition PME et grandes entreprises n'est pas identique. Les PME sont globalement plus nombreuses parmi les profils 'Réactifs' et 'Opportunistes'. Le Tableau 27 suivant fournit la répartition (en nombre d'entreprises et en pourcentage par profil) :

Tableau 27. Répartition des PME et des grandes entreprises par profil stratégique

Profil stratégique	'Proactif'		'Réactif'		'Opportuniste'		Total
PME	174	33,40%	184	79,31%	479	70,86%	837
Grande entreprise	347	66,60%	48	20,69%	197	29,14%	592
Total	521	100,00%	232	100,00%	676	100,00%	1 429

Pour préciser la position des PME au sein de ces profils stratégiques, nous pouvons mettre en évidence les points suivants :

- Les PME 'Proactives' mobilisent moins de sources de connaissances et de coopération que les grandes entreprises 'Proactives'
- En outre, les PME 'Proactives' sont moins sensibles à la réglementation, ont des politiques d'innovation environnementales moins bien définies et une mesure de leur impact environnemental moins forte que les grandes entreprises 'Proactives'
- Ces tendances sont inversées pour les PME 'Réactives' et 'Opportunistes' où ce sont ces PME qui font appel à plus de sources de connaissances et effectuent plus de coopération, sont plus sensibles à la réglementation avec des politiques d'innovation environnementales mieux définies et une plus grande mesure de leur impact environnemental que les grandes entreprises, respectivement 'Réactives' et 'Opportunistes'

Afin d'effectuer une synthèse des résultats, il convient de remarquer que les PME et les grandes entreprises 'Proactives' font chacune preuve de niveaux de proactivité et d'ouverture distincts dans leurs stratégies d'innovation environnementales, les grandes entreprises étant plus proactives et ouvertes que les PME. Quant aux PME 'Réactives', beaucoup plus nombreuses que les grandes entreprises dans ce profil, elles sont plus impliquées dans un comportement stratégique actif pour l'innovation environnementale que les grandes entreprises. Les PME qualifiées d' 'Opportunistes' au niveau de leur profil d'innovation environnementale, sont plus nombreuses que les grandes entreprises, plus actives dans leur recherche de connaissances et de coopération avec des stratégies d'innovation environnementale et une sensibilité à la réglementation plus importante.

Ainsi, différents profils stratégiques pour l'innovation environnementale émergent, avec des différences notables entre les profils et en termes de type d'entreprise.

1.2.2 Discussion

Avec le début d'intérêt qu'elles suscitent, les PME et les grandes entreprises innovantes environnementalement sont parfois étudiées conjointement. Nos résultats montrent que les PME et les grandes entreprises appartiennent à différents profils stratégiques, chacun composé en proportions variables de PME et de grandes entreprises. Les profils, 'Proactif', 'Réactif' et 'Opportuniste', que nous avons mis en évidence ont des éléments communs avec ceux établis dans des travaux récents (Aragón-Correa *et al.*, 2008; Marin *et al.*, Zoboli, 2015; Triguero *et al.*, 2016). Ils s'insèrent dans la perspective stratégique qui rend compte de l'hétérogénéité des comportements stratégiques des entreprises, en particulier de ceux consistant en une simple réponse à la réglementation et aux parties prenantes ('Réactifs') à des comportements volontaires (Bianchi et Noci, 1998) ('Proactifs') qui vont au-delà de la conformité à la réglementation environnementale.

Nos résultats mettent en avant que les PME, bien qu'elles aient moins de ressources que les grandes entreprises, peuvent adopter un comportement stratégique 'Proactif' en matière environnementale. Ces résultats sont notamment en accord avec ceux de Tilley (1999) et Aragón-Correa *et al.* (2008) qui avaient précédemment mis en évidence des groupes de PME adoptant des stratégies proactives en innovation environnementale. Les PME proactives peuvent être caractérisées par leur engagement systématique dans une amélioration de leur performance environnementale (Tilley, 1999), par des capacités organisationnelles distinctes issues des caractéristiques propres aux PME, qui leur permettent de mener des stratégies d'innovation environnementales et d'acquérir des avantages compétitifs (Aragón-Correa *et al.*, 2008).

Bien que le profil 'Proactif' reste dominé par les entreprises les plus grandes (Aragón-Correa *et al.*, 2008; Russo et Fouts, 1997), elles ne sont pas toutes désavantagées. Certaines sont dotées de réelles capacités à mettre en œuvre des innovations environnementales (Aragón-Correa *et al.*, 2008). Elles possèdent des capacités organisationnelles spécifiques, comme la flexibilité notamment (Dean, Brown, et Bamford, 1998), qui leur confère des avantages pour adopter des stratégies

d'innovation environnementales proactives (Aragón-Correa *et al.*, 2008). Par ailleurs, et conformément à la perspective *RBV* et *KBV*, les PME ont la capacité d'acquérir et exploiter des sources de connaissances internes et externes, de mettre en œuvre des coopérations, d'investir dans de la R&D autant interne qu'externe, de définir des stratégies environnementales et de mesurer leur impact environnemental (*cf.* Articles 1, 2 et 3) à un niveau plus faible que les grandes entreprises 'Proactives' mais supérieur aux grandes entreprises qui sont 'Réactives' ou 'Opportunistes'.

Par ailleurs, l'effet de la réglementation, au sens de l'hypothèse de Porter, est confirmé vis-à-vis des précédents résultats (*cf.* Articles 1, 2 et 3), les PME sont relativement sensibles aux réglementations actuelles et futures, comparativement aux grandes entreprises. Avec ces résultats, nous allons plus loin que la littérature existante, pour laquelle seule la réglementation compte, en montrant que non seulement la réglementation au sens de l'hypothèse de Porter a de l'importance, mais également, dans des perspectives *RBV* et *KBV*, que les PME sont capables de mettre en œuvre des stratégies d'acquisition de connaissances, de coopération et d'adopter des innovations environnementales de manière proactive. En considérant un cadre théorique *RBV* et *KBV*, nous nous sommes intéressés à un niveau plus stratégique de l'innovation environnementale des PME. Il a été mis en évidence que les PME ne répondent pas seulement à la réglementation environnementale au sens de l'hypothèse de Porter, mais qu'elles ont une démarche d'acquisition de connaissances de différente nature (*i.e.* liées au marché, et de nature scientifique notamment) pour l'innovation environnementale. Cette démarche s'accompagne de plus de coopération avec différentes parties prenantes comme les fournisseurs, les clients, les concurrents, les universités et les laboratoires de recherche mais également avec le groupe (si la PME appartient à un groupe) dans une perspective *open innovation* (Chesbrough, 2003). Ces différentes pratiques s'inscrivent dans l'*open innovation* dans la mesure où les PME, en manque de ressources et de connaissances en interne pour innover, font appel à des connaissances externes et des collaborations afin de pallier ce manque (van de Vrande *et al.*, 2009). En outre, nous avons vu que la R&D externe a une plus grande importance pour l'innovation environnementale tandis que la R&D interne reste essentielle mais joue un rôle moins fort que dans le cas d'autres innovations. La R&D interne reste néanmoins cruciale afin que les PME disposent d'une capacité d'absorption de connaissances suffisante (De Marchi et Grandinetti, 2013) en lien avec les connaissances qu'elles acquièrent en externe (R&D externe, coopérations, réseaux notamment).

Chapitre 6: Discussion et conclusion générale

En différenciant différents profils d'entreprises innovantes, nous avons montré qu'une mise en œuvre plus stratégique de l'innovation environnementale comme dans le profil 'Proactif', qui va au-delà de la réglementation existante, peut être la source d'avantages compétitifs (Sharma et Vredenburg, 1998; Shrivastava, 1995) pour les PME de ce profil.

Une synthèse des principaux résultats est proposée dans le Tableau 28.

Tableau 28. Synthèse des principaux résultats

		Axes d'analyses	
		Type d'innovation	Type d'entreprise
Principaux résultats	<p>Article 1 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Déterminants : <ul style="list-style-type: none"> * Réglementation environnementale, mesure de l'impact environnemental, coopération en R&D influent positivement sur EI, pas sur TI * Faire partie d'un cluster a plus d'impact pour EI que TI • Barrières : <ul style="list-style-type: none"> * Barrières perçues comme plus nombreuses par les PME EI vis-à-vis des PME TI et NI * Barrières perçues de manières plus intense par les PME EI par rapport aux PME NI mais pas par rapport aux PME TI (à l'exception des barrières liées à la connaissance en intensité plus fortes pour EI) 	<p>Article 3 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trois profils stratégiques composés de PME et grandes entreprises : <ul style="list-style-type: none"> * 'Proactif' * 'Réactif' * 'Opportuniste' <p>⇒ avec différents niveaux de sensibilité environnementale, ressources et coopération</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pour les profils 'Réactifs' et 'Opportunistes', à la différence du groupe 'Proactif', les PME sont plus actives au sein de ces groupes que les grandes entreprises 	
	<p>Article 2 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Déterminants : <ul style="list-style-type: none"> * R&D interne : seule source de connaissances interne significative pour EI * EI fait appel à moins de sources internes que TI * Coopération en R&D significative et positive pour EI uniquement * Cluster significatif pour EI et TI avec un effet plus fort pour EI * Rôle de la réglementation confirmé pour EI * Complémentarité plus forte de la R&D interne/externe pour EI que TI • Barrières : <ul style="list-style-type: none"> * Barrières liées à la connaissance en intensité perçues de manière significative uniquement pour les PME EI 		
Discussion	<p>Spécificités en termes d'innovations :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vis-à-vis de TI : Fortes spécificités en termes de déterminants et de barrières • Vis-à-vis de NI : Barrières perçues comme étant plus nombreuses et intenses pour EI 	<p>Spécificités en termes de type d'entreprises :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pour les PME : capables de mettre en œuvre des stratégies de type 'Proactif' même si elles sont plutôt de type 'Réactif' ou 'Opportuniste' 	

Note : EI= Innovation environnementale, TI= Innovation technologique, NI= Non innovant.

2. Apports de la recherche

Notre thèse participe à une meilleure connaissance des spécificités de l'innovation environnementale des PME qui reste, à ce jour, encore insuffisamment connue (Del Río González, 2009; Hojnik et Ruzzier, 2015). Nos contributions théoriques, méthodologiques et managériales seront successivement développées ci-après.

2.1 Apports théoriques

Dans le cadre de ce travail doctoral, quatre apports théoriques principaux peuvent être mis en évidence.

Le premier apport est constitué par l'enrichissement des travaux sur l'innovation environnementale qui reste un domaine de recherche nouveau et à explorer (Schiederig *et al.*, 2012) à la différence de l'innovation technologique (Brio et Junquera, 2003; Del Río González, 2009; Schiederig *et al.*, 2012). Ceci est constaté malgré les enjeux grandissants de développement durable (Aggeri et Godard, 2006) et des problématiques environnementales (Rugman et Verbeke, 1998) où les innovations environnementales peuvent avoir une importance (Aghion *et al.*, 2009). En particulier, l'innovation environnementale des PME est insuffisamment appréhendée, alors que ce type d'entreprises peut avoir un rôle majeur dans l'économie de chaque pays dans la mesure où elles contribuent pour une part importante à la pollution industrielle (Calogirou *et al.*, 2010). De ce fait, nous avons souhaité contribuer à une meilleure compréhension des spécificités de l'innovation environnementale des PME au regard de leurs déterminants (dont les sources de connaissances), des barrières et des stratégies mises en œuvre, et ce au regard des autres types d'innovations et types d'entreprises.

Le deuxième apport est d'avoir construit un cadre théorique permettant de concilier l'hypothèse de Porter (Porter, 1991; Porter et van der Linde, 1995) et les apports des perspectives basées sur les ressources et compétences (Barney, 1991; Grant, 1996; Wernerfelt, 1984) pour aboutir à une meilleure compréhension de l'innovation environnementale. Bien qu'étant traditionnellement mobilisée en innovation environnementale, l'hypothèse de Porter (Porter, 1991; Porter et van der Linde, 1995) considère l'impact positif de la réglementation sous certaines conditions, auxquelles

nous nous sommes intéressés. La réglementation est un déterminant important pour l'innovation environnementale mais ce n'est pas le seul : nous avons mis en évidence l'importance des ressources, des compétences et des connaissances de l'entreprise qui contribuent fortement au processus d'innovation environnementale. C'est pourquoi nous pensons qu'il convient d'enrichir la lecture des innovations environnementales apportée par l'hypothèse de Porter (Porter, 1991; Porter et van der Linde, 1995) au regard des apports des perspectives *RBV* et *KBV* (Barney, 1991; Grant, 1996; Wernerfelt, 1984).

La troisième contribution de notre travail doctoral est en faveur de la littérature empirique sur les déterminants (dont les sources de connaissances), les barrières, les stratégies mobilisées par les entreprises pour innover environnementalement qui ont été examinés de manière à dégager des spécificités par rapport aux entreprises innovantes technologiquement et celles qui sont non-innovantes. Cet angle d'analyse a notamment été adopté dans certains travaux (Horbach, 2008; Horbach *et al.*, 2013; Rennings et Rammer, 2009; Souto et Rodriguez, 2015) mais il n'existe que peu de comparaisons (Cainelli *et al.*, 2015; Del Río *et al.*, 2015). Plus particulièrement, nous avons eu une contribution importante à la littérature sur les barrières propres aux innovations environnementales, relativement inexplorées jusqu'ici (Del Río González, 2009). Nous avons cherché à mettre en avant les spécificités des innovations environnementales de façon à mieux comprendre et connaître ce type d'innovation qui possède des particularités vis-à-vis des autres innovations.

Le quatrième apport est constitué par une contribution à la littérature empirique étudiant conjointement les PME et les grandes entreprises. En effet, nous avons choisi de comparer PME et grandes entreprises au niveau des stratégies d'innovation environnementale afin de mettre en lumière les spécificités des PME. Cette approche est relativement peu fréquente, il existe plutôt des travaux sur chaque type d'entreprise étudié séparément, en particulier pour les grandes entreprises (Brìo et Junquera, 2003; Del Río González, 2009; Hoogendoorn, Guerra et van der Zwan, 2015). Pourtant, la littérature en management stratégique reconnaît la spécificité des stratégies adoptées par les PME par rapport à celles des grandes entreprises tout en incitant à une meilleure connaissance des PME (Aragón-Correa *et al.*, 2008; Barney, 2001; Dean *et al.*, 1998). Nous avons contribué à cette étude plus approfondie des PME, nécessaire pour mieux connaître et comprendre leurs ressources et capacités qui sont parfois mal appréhendées et sous-estimées. Nous avons ainsi mis en évidence que les PME présentent des

spécificités au niveau de la mise en œuvre d'innovations environnementales vis-à-vis des autres types d'entreprises. En outre, à l'issue de cette étude, nous avons mis en évidence que les PME disposent de capacités pour innover en matière environnementale même si elles peuvent être pénalisées par des manques de ressources. Elles sont capables, avec des incitations adaptées, d'adopter des comportements stratégiques proactifs. Cette conception de la PME en matière environnementale permet de mieux prendre en compte les différents facteurs qui peuvent influencer cette stratégie, en considérant à la fois, les ressources, les capacités et les connaissances mobilisées pour innover en plus du fort effet incitatif de la réglementation. La PME, au centre de l'analyse, est vue comme l'acteur essentiel d'une stratégie d'innovation environnementale, elle n'agit pas uniquement en réponse à la réglementation.

2.2 Apports méthodologiques

Dans le cadre de notre thèse, nous avons mobilisé différentes techniques quantitatives. Ce choix a été effectué de manière à avoir les outils les plus adaptés à ce que nous souhaitons mesurer ou tester. C'est dans un objectif de complémentarité des techniques entre les articles (afin d'obtenir des analyses complémentaires), mais aussi dans un objectif de robustesse (pour confirmer des résultats déjà obtenus et contrôler les biais traditionnellement observés) que nous avons mis en œuvre ces différentes techniques. Elles nous ont permis d'examiner les déterminants, les barrières et les stratégies adoptées en innovation environnementale tout en permettant des comparaisons avec l'innovation technologique et entre les PME et les grandes entreprises. La perception des barrières par les PME innovantes a été établie (*cf.* Article 1) puis confirmée (*cf.* Article 2). De même, les rôles des sources de connaissances (*cf.* Article 2) et de la réglementation (*cf.* Article 1) ont été examinés séparément puis conjointement ensuite (*cf.* Article 3). Ainsi, l'utilisation de plusieurs dispositifs quantitatifs constitue un apport méthodologique intéressant pour étudier les innovations environnementales compte tenu de la complexité du phénomène étudié.

2.3 Apports managériaux

En ce qui concerne nos apports managériaux, nous différencions deux types d'apports : les premiers apports sont orientés vers les décideurs publics pour élaborer des politiques en faveur de l'innovation environnementale, les seconds sont à destination des PME et des acteurs en charge de leur développement.

En matière de politiques publiques relatives à l'innovation environnementale des PME, compte tenu de leurs spécificités, il conviendrait d'avoir une double différenciation dans les politiques publiques d'aide à l'innovation environnementale des PME. Une première différenciation serait à effectuer suivant la taille de l'entreprise, PME ou grande entreprise. Les PME sont généralement soumises à la même réglementation que les grandes entreprises mais peuvent être pénalisées par celle-ci (Brìo et Junquera, 2003; Darnall *et al.*, 2010). Dans cette perspective, il conviendrait donc de mettre en œuvre des aides et des politiques publiques en faveur de l'innovation environnementale spécialement conçues et à destination des PME, qui prennent mieux en compte leurs caractéristiques particulières. Actuellement, « les grandes entreprises restent les principaux bénéficiaires des soutiens publics » (OECD, 2014, p. 230) tandis que les entreprises de plus petite taille peuvent faire face à plus d'obstacles pour l'obtention d'aides (Blanes et Busom, 2004). La différenciation des aides suivant la taille est également une tendance actuelle, avec notamment le crédit d'impôt innovation, qui est une mesure fiscale récente en faveur des PME uniquement (Direction Générale des Entreprises, 2016).

La deuxième différenciation doit se faire en fonction du type d'innovation. Comme il a été montré, l'innovation environnementale présente des spécificités par rapport à l'innovation technologique, au niveau de la réglementation et des sources de connaissances notamment. De par leurs spécificités, les innovations environnementales devraient être considérées séparément des autres innovations (Souto et Rodriguez, 2015), au niveau des aides en particulier. En effet, les particularités des innovations environnementales peuvent être mieux prises en comptes avec des aides ciblées, qui leur sont propres (Souto et Rodriguez, 2015). En accord avec ce que nous avons montré, les barrières à l'innovation environnementale sont plus fortes, ce qui suggérerait en termes d'aides, des aides spécifiques adaptées aux barrières perçues et aux besoins des PME innovantes environnementalement.

Chapitre 6: Discussion et conclusion générale

La prise en compte de ces spécificités, *via* cette double différenciation, permettrait la mise en place de politiques publiques plus ciblées sur l'innovation environnementale des PME. En outre, il conviendrait de mettre en place une meilleure information sur les innovations environnementales à destination des PME. Du fait de leur nouveauté et de leur complexité plus importante (De Marchi, 2012), les innovations environnementales peuvent souffrir d'un déficit d'information qui peut freiner ou empêcher le début d'une démarche d'innovation environnementale.

Par ailleurs, en termes de politiques publiques au niveau des organismes de soutien à l'innovation des entreprises, comme les clusters, les pôles de compétitivité et les agences de développement, nous réaffirmons leur importance dans une démarche d'innovation environnementale. En effet, nos résultats montrent que les clusters jouent un rôle crucial dans l'acquisition de connaissances. Le cluster offre l'accès à des connaissances mais aussi des technologies que les PME ne possèdent pas ou qui sont potentiellement coûteuses à acquérir (Bocquet et Mothe, 2008). Il permet de soutenir les activités d'innovation des entreprises innovantes (Bocquet et Mothe, 2008), plus particulièrement les innovations environnementales. Dans cette perspective également, les organismes d'aides sont cruciaux pour l'innovation environnementale qui fait appel à plus de connaissances que les autres types d'innovations comme précédemment vu. Ces organismes peuvent aider à la mise en œuvre d'innovations environnementales.

En particulier, au niveau des politiques publiques régionales d'aides à l'innovation environnementale, nos résultats suggèrent d'adopter des approches différentes suivant les différents profils stratégiques de PME innovantes environnementalement. Il conviendrait d'apporter des aides différenciées suivant si l'entreprise a un profil stratégique 'Proactif', 'Réactif' ou 'Opportuniste'. Plus précisément, il faudrait aider les PME du profil 'Réactif' à acquérir des connaissances comme elles sont moins nombreuses à faire appel à des sources de connaissances liées au marché ou de nature scientifique. Il conviendrait également de les inciter à avoir plus de R&D interne et externe ainsi que plus de coopération, comme l'innovation environnementale est plus ouverte au niveau des sources de connaissances, de la R&D et des coopérations. Cette différenciation des aides permettrait de correspondre aux besoins réels des entreprises pour innover environnementalement.

Pour les PME, entreprises que nous avons étudié plus particulièrement au niveau de leur innovation environnementale, nos travaux soulignent l'importance d'une orientation stratégique clairement définie avec des objectifs pour l'innovation environnementale. En outre, du fait des particularités en termes de connaissances pour l'innovation environnementale, nous préconisons aux PME d'avoir une ouverture externe plus grande pour l'acquisition de connaissances, de devenir membre d'un cluster, ce qui peut s'inscrire dans une démarche d'*open innovation* (Chesbrough, 2003). Dans cette perspective, il semble pertinent pour une PME d'avoir davantage recours à des coopérations en R&D, avec d'autres entreprises notamment. Toutefois, il convient également de ne pas négliger les sources de connaissances internes, notamment la R&D interne qui est complémentaire à la R&D externe (Cassiman et Veugelers, 2006). Par ailleurs, nos résultats ont montré que les PME, malgré des manques de ressources, ont des capacités pour innover environnementalement. Certaines d'entre elles possèdent des atouts importants dans une démarche d'innovation environnementale. Une meilleure information et des incitations adaptées de la part des acteurs en charge de leur développement peuvent contribuer au développement de démarches d'innovations environnementales proactives.

3. Limites et perspectives

Ces travaux contribuent à apporter un éclairage supplémentaire en portant sur un volet du vaste domaine qu'est l'innovation environnementale. Ils ne sont toutefois pas exempts de limites que nous souhaitons remédier par la suite. Du fait de la nouveauté et de la complexité de l'innovation environnementale, les perspectives de recherche sont nombreuses.

3.1 Limites

Une première limite est constituée par le fait que nous n'avons pas pu considérer dans notre analyse le rôle du dirigeant, en raison d'un manque crucial de données. Dans une PME, le dirigeant est une personne clé, les décisions stratégiques en matière d'innovation notamment sont issues de ses préférences et intérêts (Hitt, Ireland et Hoskisson, 1997). Son rôle prédominant fait partie des caractéristiques liées à la PME, il

est l'un des avantages communément admis dans la littérature des PME vis-à-vis des grandes entreprises (Bos-Brouwers, 2010). L'orientation vers plus de soutenabilité environnementale de l'entreprise est issue de ses motivations (Bos-Brouwers, 2010). En outre, le profil du dirigeant de la PME innovante environnementalement reste relativement inconnu et peu étudié. Il conviendrait donc d'approfondir l'analyse des PME innovantes environnementalement en incluant explicitement le rôle du dirigeant.

La deuxième limite à laquelle nous avons été confrontés est relative à la délimitation, au périmètre de notre sujet de thèse. Nous avons choisi de nous focaliser sur les spécificités de l'innovation environnementale au regard de ses déterminants, barrières et profils stratégiques des PME alors que l'innovation environnementale est un domaine d'étude beaucoup plus vaste. Cette thématique nous semblait essentielle à étudier dans la mesure où, pour les PME, elle reste relativement sous-étudiée (Del Río González, 2009). Toutefois, l'impact social et environnemental des innovations environnementales reste, lui aussi, peu étudié. Une meilleure connaissance des impacts pour les entreprises et la société (performance globale) pourrait les inciter plus fortement à adopter des stratégies d'innovations environnementales. Les entreprises pourraient mieux mettre en avant les bénéfices de leurs produits et services pour la société et les consommateurs, acquérant ainsi un avantage compétitif. En outre, les innovations environnementales, de par une reconception et optimisation des produits et des procédés lors de la production avec, entre autres, des réductions de matière premières dans les produits, peuvent permettre aux entreprises de faire des économies sur ces postes. Il résulterait également une plus grande performance économique pour l'entreprise, les coûts plus importants de la mise en œuvre d'innovations environnementales étant compensés sur le long terme (Porter, 1991; Porter et van der Linde, 1995). Par ailleurs, une meilleure connaissance des innovations environnementales et des impacts pour la société pourraient davantage inciter les consommateurs à choisir des produits et services intégrant des innovations environnementales.

Une troisième limite est d'ordre méthodologique. Nous avons mené cette recherche à partir de données majoritairement en coupe, alors qu'une étude des innovations environnementales de manière longitudinale, *via* des données en panel peut être pertinente et utile pour examiner l'évolution temporelle des entreprises. Cela permettrait d'étudier sur la durée l'évolution des comportements des entreprises

innovantes environnementalement. Il convient également de noter qu'il n'existe que peu de données disponibles sur l'innovation environnementale comparativement aux autres types d'innovation qui sont mieux connus.

Une quatrième limite, en relation avec la limite méthodologique précédente, est liée au fait que nous n'avons pas pu approfondir le lien éventuel entre une démarche RSE et la mise en œuvre d'innovations environnementales dans une perspective d'évolution temporelle des entreprises. En effet, nous l'avons évoqué précédemment (*cf.* Chapitre 1) il peut exister un lien entre une démarche RSE et d'innovation environnementale mais cette relation reste mal connue. En particulier, il peut être intéressant de se demander si l'adoption d'une démarche RSE favorise la mise en œuvre d'innovations environnementales. Ce questionnement nous semble relativement intéressant, cependant, peu de données longitudinales sur ce sujet sont disponibles, ce qui ne facilite pas cette étude.

La cinquième limite s'exprime en termes de généralisation des résultats. Nous avons considéré majoritairement des PME des secteurs industriels et de services dans nos articles. La question qui se pose est celle de la généralisation aux autres secteurs d'activités. Nous avons pris soin d'introduire des variables de contrôle pour les secteurs (*cf.* Articles 1 et 2, l'article 3 ne considère que des entreprises industrielles). Néanmoins, nous nous interrogeons sur l'inférence éventuelle pour les autres secteurs d'activité tels que le commerce et la construction notamment. Plus particulièrement, est-ce que le processus d'innovation, les stratégies mises en œuvre sont les mêmes dans ces autres secteurs ? Nous n'avons pas de connaissances sur l'innovation environnementale des PME des autres secteurs qui puissent nous permettre de généraliser nos résultats. En même temps, les entreprises qui font l'objet de plus d'études sont bien celles du secteur industriel tandis que les autres secteurs d'activités sont relativement moins étudiés et connus. Par ailleurs, il serait également intéressant d'examiner l'hétérogénéité intra-sectorielle, par le biais d'étude de cas composée d'entreprises industrielles par exemple.

3.2 Perspectives

Certaines des limites précédemment développées sont sources de nouvelles perspectives de recherche.

Notre première perspective concerne la comparaison entre les PME et les grandes entreprises. Cette comparaison est relativement peu effectuée mais elle est source de nouvelles connaissances. Elle permet de mettre en évidence les différences de stratégies mises en œuvre par les PME et par les grandes entreprises. En particulier, il nous semble intéressant d'approfondir les sources de connaissances mobilisées par les PME et par les grandes entreprises tout comme les déterminants, dans des prolongements aux articles 1 et 2. Cela nous semble pertinent dans la mesure où la taille de l'entreprise est un facteur très discuté en innovation (Acs et Audretsch, 1988; Audretsch et Acs, 1991). En outre, les entreprises de petite et grande taille innoveraient différemment (Bos-Brouwers, 2010; Hansen et Klewitz, 2012). Ainsi, suivant la taille de l'entreprise, les mécanismes et les déterminants mis en œuvre pour innover environnementalement peuvent être différents (Briò et Junquera, 2003). Dans cette perspective, il nous paraît pertinent de mobiliser une approche dite de synthèse (Coombs et Miles, 2000) qui permette de prendre en compte ce qui est commun aux différents types d'entreprises et les spécificités propres aux PME.

Une deuxième perspective de recherche émerge avec notre troisième article. Dans cet article, nous nous sommes intéressés au profil stratégique des PME et des grandes entreprises qui innoveraient environnementalement. Il nous semble intéressant d'examiner la performance financière et économique de l'entreprise en relation avec son profil stratégique, ce qui pourrait apporter un nouvel éclairage. L'innovation environnementale n'est pas seulement un coût pour l'entreprise mais peut également être la source de gains financiers (Doran et Ryan, 2012). Dans cette perspective, l'innovation environnementale permet d'avoir un effet « gagnant-gagnant » (ou « win-win » selon Porter et van der Linde, 1995) avec des bénéfices pour l'entreprise et la société. L'hypothèse de Porter, avec une réglementation adaptée pour l'innovation environnementale, indique également une performance positive pour l'entreprise (Porter, 1991; Porter et van der Linde, 1995). Toutefois, même si la performance liée à l'innovation environnementale a fait l'objet de travaux, il n'y a pas encore de consensus, un certain nombre d'études fait part d'une performance positive, d'autres

montrent une performance non significative voire négative (Horváthová, 2010), ce qui appelle à plus de recherches. Face à cette absence de consensus, nous souhaitons adopter un cadre théorique qui prenne en compte à la fois l'hypothèse de Porter mais également les perspectives *RBV* et *KBV* de façon à considérer les performances des entreprises qui adoptent des innovations environnementales au-delà de la réglementation. Dans cette perspective, les entreprises auraient une adoption de l'innovation environnementale source d'une performance financière et économique supplémentaire.

Une troisième perspective de recherche qui apparaît, relative au profil stratégique, est le lien entre le profil en innovation environnementale et la performance à l'international des PME. En dépit d'apports récents (Aguilera-Caracuel *et al.*, 2012; Cainelli *et al.*, 2012; Chiarvesio *et al.*, 2015; Martín-Tapia, Aragón-Correa, et Rueda-Manzanares, 2010), il n'existe pas de vrai consensus sur l'internationalisation des entreprises innovantes environnementalement. Ce questionnement est pourtant clé et de nature à approfondir les effets positifs associés à l'innovation environnementale. Comme le postule l'hypothèse de Porter (Porter, 1991; Porter et van der Linde, 1995), une entreprise adoptant des innovations environnementales bénéficie d'effets positifs sur sa performance environnementale mais également sur sa performance économique. En outre, l'innovation environnementale fait généralement appel à une plus grande ouverture en matière de recherche de connaissances, et s'inscrit dans une stratégie plutôt orientée *open innovation* (Chesbrough, 2003). Compte tenu de ces éléments, il peut être intéressant de se demander quelle est la place d'une stratégie d'internationalisation vis-à-vis de l'innovation environnementale, si l'ouverture impacte, comme il a été précédemment vu, positivement l'innovation environnementale mais aussi le périmètre de la performance associée. Cette recherche s'intéressera donc à l'effet des stratégies d'innovation environnementale sur l'internationalisation des PME. Elle pourra s'inscrire dans le prolongement du programme de recherche INTERREG V actuellement en cours à l'IREGE sur l'internationalisation des PME en collaboration avec Grenoble Ecole de Management (GEM), la Haute Ecole de Gestion (Genève et Fribourg) et Export'Ease.

Une quatrième perspective est relative à la complémentarité potentielle des innovations organisationnelles, technologiques et environnementales. Des travaux récents montrent que les innovations environnementales peuvent s'inscrire dans des stratégies d'innovation complexes et multiples d'entreprises, impliquant l'introduction

d'autres types d'innovation, en particulier des innovations organisationnelles (Gilli, Mancinelli et Mazzanti, 2014). Il existe relativement peu de recherches sur la nature du lien existant entre les innovations environnementales et organisationnelles. Certains travaux s'intéressent aux effets des mesures organisationnelles sur l'innovation environnementale (Ziegler et Rennings, 2004) sans toutefois associer de telles mesures à de l'innovation organisationnelle. A la différence des complémentarités entre les innovations technologiques et organisationnelles qui sont relativement connues et étudiées (Mothe, Nguyen-Thi et Nguyen-Van, 2015), quelques rares recherches s'attachent à montrer l'existence d'effets de complémentarité entre les innovations environnementales et organisationnelles (Antonioli *et al.*, 2013; Gilli *et al.*, 2014). Cette recherche viserait à une meilleure compréhension du lien entre l'innovation environnementale et l'innovation organisationnelle. Elle pourrait également permettre de se demander dans quelle mesure l'adoption de deux types d'innovation affecte la performance des entreprises. La question des gains potentiels issus de l'association entre innovation organisationnelle et innovation environnementale semble toujours d'actualité (Florida, 1996). L'innovation technologique, accompagnée d'innovation organisationnelle, entraînerait une plus grande productivité. Florida (1996) a montré que les entreprises engagées dans l'amélioration de leurs procédés et de leur productivité (*via* des innovations organisationnelles) favorisent de ce fait l'amélioration de leurs pratiques en matière environnementale. Cette perspective de recherche nous semble particulièrement stimulante. En outre, l'innovation environnementale peut être étudiée conjointement avec d'autres innovations dans la lignée des travaux des chercheurs de l'axe Innovation et Développement des Organisations (IDO) de l'IREGE.

Une cinquième piste de recherche est relative aux liens entre l'innovation environnementale et la RSE. Les liens entre une démarche RSE menée par une entreprise et une démarche d'innovation environnementale ne sont pas clairement établis, même s'il semblerait qu'il existe des éléments qui indiquent l'influence positive de l'une sur l'autre (Bocquet, Le Bas *et al.*, 2013). Dans le même ordre d'idée, les liens entre l'innovation environnementale et les innovations sociales, durables ou soutenables restent encore relativement peu explorés. Ces différentes innovations sont considérées de manière indépendante généralement les unes des autres. Il nous semblerait intéressant d'étudier les liens entre ces différentes innovations.

Chapitre 6: Discussion et conclusion générale

A travers les résultats de cette recherche doctorale, nous avons souhaité contribuer à une meilleure compréhension des spécificités des innovations environnementales pour les PME relativement à leurs déterminants, leurs barrières et à leurs caractéristiques propres. Du fait de la nouveauté des innovations environnementales, celles-ci appellent à être mieux appréhendées, notamment afin de favoriser une plus grande adoption par les PME

Bibliographie

A

Acs, Z. J., & Audretsch, D. B. (1987). Innovation, market structure, and firm size. *The Review of Economics and Statistics*, 69(4), 567-574.

Acs, Z. J., & Audretsch, D. B. (1988). Innovation in large and small firms: An empirical analysis. *The American Economic Review*, 78(4), 678-690.

Acs, Z. J., & Audretsch, D. B. (1993). Analysing innovation output indicators: The US experience. In *New concepts in innovation output measurement* (pp. 10-41). Palgrave Macmillan UK.

ADEME. (2011). *Production industrielle et services - Éléments de contexte*. En ligne <http://www.ademe.fr/expertises/produire-autrement/production-industrielle-services/elements-contexte>, consulté le 2 août 2016.

Aggeri, F. (1999). Environmental policies and innovation: A Knowledge-based perspective on cooperative approaches. *Research Policy*, 28(7), 699-717.

Aggeri, F., & Godard, O. (2006). Les entreprises et le développement durable. *Entreprises et Histoire*, 45(4), 6-19.

Aghion, P., Veugelers, R., & Hemous, D. (2009). *No green growth without innovation*. Bruegel Policy Brief, No 2009/07, Bruegel, Brussels.

Aghion, P., Veugelers, R., & Serre, C. (2009). *Cold start for the green innovation machine*. Bruegel Policy Contribution, No 2009/12, Bruegel, Brussels.

Aguilera-Caracuel, J., Hurtado-Torres, N. E., & Aragón-Correa, J. A. (2012). Does international experience help firms to be green? A Knowledge-based view of how international experience and organisational learning influence proactive environmental strategies. *International Business Review*, 21(5), 847-861.

Alessandrini, P., Presbitero, A. F., & Zazzaro, A. (2010). Bank size or distance: What hampers innovation adoption by SMEs? *Journal of Economic Geography*, 10(6), 845-881.

Ambec, S., & Barla, P. (2006). Can environmental regulations be good for business? An assessment of the Porter hypothesis. *Energy Studies Review*, 14(2), 42-62.

Ambec, S., & Lanoie, P. (2007). L'innovation au service de l'environnement et de la performance économique. *INRA Sciences Sociales*, No 6/07, février, 4 pages.

Ambec, S., & Lanoie, P. (2008). Does it pay to be green? A systematic overview. *The Academy of Management Perspectives*, 22(4), 45-62.

- Amit, R., & Schoemaker, P. J.** (1993). Strategic assets and organizational rent. *Strategic Management Journal*, 14(1), 33-46.
- Andersen, M. M.** (2008). Eco-innovation – Towards a taxonomy and a theory. In *25th Celebration DRUID Conference*.
- Antonioli, D., Mancinelli, S., & Mazzanti, M.** (2013). Is environmental innovation embedded within high-performance organisational changes? The role of human resource management and complementarity in green business strategies. *Research Policy*, 42(4), 975-988.
- Aragón-Correa, J. A., Hurtado-Torres, N., Sharma, S., & García-Morales, V. J.** (2008). Environmental strategy and performance in small firms: A Resource-based perspective. *Journal of Environmental Management*, 86(1), 88-103.
- Aragón-Correa, J. A., & Leyva-de la Hiz, D. I.** (2015). The influence of technology differences on corporate environmental patents: A Resource-based versus an institutional view of green innovations. *Business Strategy and the Environment*, 25(6), 421-434.
- Archer, M., Bhaskar, R., Collier, A., Lawson, T., & Norrie, A.** (Eds.). (2013). *Critical Realism: Essential Readings*. New York : Routledge.
- Archibugi, D.** (2001). Pavitt's taxonomy sixteen years on: A review article. *Economics of Innovation and New Technology*, 10(5), 415-425.
- Archibugi, D., & Planta, M.** (1996). Measuring technological change through patents and innovation surveys. *Technovation*, 16(9), 451-519.
- Arimura, T., Hibiki, A., & Johnstone, N.** (2007). An empirical study of environmental R&D: What encourages facilities to be environmentally innovative? In *Environmental Policy and Corporate Behaviour* (pp. 142-173). OECD Publishing.
- Arora, A., & Gambardella, A.** (1990). Complementarity and external linkages: The strategies of the large firms in biotechnology. *The Journal of Industrial Economics*, 38(4), 361-379.
- Arundel, A., & Kemp, R.** (2009). *Measuring eco-innovation*. United Nations University Working Paper Series. No. 2009/017, 1-40.
- Arundel, A., Kemp, R., & Parto, S.** (2006). 21 Indicators for environmental innovation: what and how to measure. In *The International Handbook on Environmental Technology Management* (p. 324-339). Edward Elgar Publishing.
- Ashford, N. A.** (1993). Understanding technological responses of industrial firms to environmental problems: Implications for government policy. In K. Fischer & J. Schot (Eds.), *Environmental Strategies for Industry* (p. 277-307). Washington DC: Island Press.
- Audretsch, B.** (1998). Agglomeration and the location of innovative activity. *Oxford Review of Economic Policy*, 14(2), 18-29.

Audretsch, D. B., & Acs, Z. J. (1991). Innovation and size at the firm level. *Southern Economic Journal*, 57(3), 739-744.

Azzone, G., Bertelè, U., & Noci, G. (1997). At last we are creating environmental strategies which work. *Long Range Planning*, 30(4), 478-571.

Azzone, G., & Noci, G. (1998). Identifying effective PMSs for the deployment of « Green » manufacturing strategies. *International Journal of Operations & Production Management*, 18(4), 308-335.

B

Bahlmann, M. D., & Huysman, M. H. (2008). The emergence of a Knowledge-based view of clusters and its implications for cluster governance. *The Information Society*, 24(5), 304-318.

Baldwin, J., & Lin, Z. (2002). Impediments to advanced technology adoption for Canadian manufacturers. *Research Policy*, 31(1), 1-18.

Bansal, P. (2002). The corporate challenges of sustainable development. *The Academy of Management Executive*, 16(2), 122-131.

Bansal, P., & Roth, K. (2000). Why companies go green: A model of ecological responsiveness. *Academy of Management Journal*, 43(4), 717-736.

Baptista, R., & Swann, P. (1998). Do firms in clusters innovate more? *Research Policy*, 27(5), 525-540.

Bapuji, H., Loree, D., & Crossan, M. (2011). Connecting external knowledge usage and firm performance: An empirical analysis. *Journal of Engineering and Technology Management*, 28(4), 215-231.

Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99-120.

Barsoumian, S., Severin, A., & van der Spek, T. (2011). Eco-innovation and national cluster policies in Europe. A qualitative review. *Europe INNOVA, European Cluster Observatory*, Brussels.

Bartelsman, E. J., & Doms, M. (2000). Understanding productivity: Lessons from longitudinal microdata. *Journal of Economic Literature*, 38(3), 569-594.

Basile, R. (2001). Export behaviour of Italian manufacturing firms over the nineties: The role of innovation. *Research Policy*, 30(8), 1185-1201.

Battisti, M., & Perry, M. (2011). Walking the talk? Environmental responsibility from the perspective of small-business owners. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 18(3), 172-185.

Baumard, P., Donada, C., Ibert, J., & Xuereb, J.-M. (2007). La collecte de données et la gestion de leurs sources. In R.-A. Thiétart et coll., *Méthodes de recherche en management* (3ème édition, p. 228-262). Paris : Dunod.

Baumard, P., & Ibert, J. (2007). Quelles approches avec quelles données? In R.-A. Thiétart et coll., *Méthodes de recherche en management* (3ème édition, p. 84-106). Paris : Dunod.

Baumol, W. J. (2002). *The free-market innovation machine: Analyzing the growth miracle of capitalism*. Princeton University Press.

Baylis, R., Connell, L., & Flynn, A. (1998). Company size, environmental regulation and ecological modernization: further analysis at the level of the firm. *Business Strategy and the Environment*, 7(5), 285-296.

Beck, U. (1992). Modern society as a risk society. In Stehr N. & Ericson R. V. (Eds), *The culture and power of knowledge: Inquiries into contemporary societies* (p. 199-214). Berlin : Walter de Gruyter.

Beise, M., & Rennings, K. (2005). Lead markets and regulation: a framework for analyzing the international diffusion of environmental innovations. *Ecological Economics*, 52(1), 5-17.

Berrone, P., Fosfuri, A., Gelabert, L., & Gomez-Mejia, L. R. (2013). Necessity as the mother of 'Green' inventions: Institutional pressures and environmental innovations. *Strategic Management Journal*, 34(8), 891-909.

Bhaskar, R. (1979). *The possibility of naturalism: A philosophic critique of the contemporary human sciences*. Brighton : Harvester.

Bhaskar, R. (2009). *Scientific realism and human emancipation*. New York : Routledge.

Bianchi, R., & Noci, G. (1998). « Greening » SMEs' competitiveness. *Small Business Economics*, 11(3), 269-281.

Biondi, V., Iraldo, F., & Meredith, S. (2002). Achieving sustainability through environmental innovation: The role of SMEs. *International Journal of Technology Management*, 24(5-6), 612-626.

Blanchard, P., Huiban, J.-P., Musolesi, A., & Sevestre, P. (2013). Where there is a will, there is a way? Assessing the impact of obstacles to innovation. *Industrial and Corporate Change*, 22(3), 679-710.

Blanes, J. V., & Busom, I. (2004). Who participates in R&D subsidy programs?: The case of Spanish manufacturing firms. *Research Policy*, 33(10), 1459-1476.

Bocquet, R., Brion, S., & Mothe, C. (2013). Gouvernance et innovation au sein des technopôles. *Revue Française de Gestion*, 3(232), 101-118.

- Bocquet, R., & Dubouloz, S.** (2013). Innovation organisationnelle. S'ouvrir pour innover plus? *Revue Française de Gestion*, 6(235), 129-147.
- Bocquet, R., Le Bas, C., Mothe, C., & Poussing, N.** (2013). Are firms with different CSR profiles equally innovative? Empirical analysis with survey data. *European Management Journal*, 31(6), 642-654.
- Bocquet, R., & Mothe, C.** (2008). Gouvernance et performance des pôles de PME. *Revue Française de Gestion*, 10(190), 101-122.
- Bocquet, R., & Mothe, C.** (2010). Knowledge governance within clusters: the case of small firms. *Knowledge Management Research & Practice*, 8(3), 229-239.
- Bocquet, R., & Mothe, C.** (2015). Le rôle de la gouvernance des clusters dans les capacités dynamiques d'absorption des PME. *Management international/International Management/Gestión Internacional*, 19(2), 171-188.
- Böhringer, C., Moslener, U., Oberndorfer, U., & Ziegler, A.** (2012). Clean and productive? Empirical evidence from the German manufacturing industry. *Research Policy*, 41(2), 442-451.
- Boiral, O., Baron, C., & Gunlaugson, O.** (2014). Environmental leadership and consciousness development: A case study among Canadian SMEs. *Journal of Business Ethics*, 123(3), 363-383.
- Bos-Brouwers, H. E. J.** (2010). Corporate sustainability and innovation in SMEs: Evidence of themes and activities in practice. *Business Strategy and the Environment*, 19(7), 417-435.
- Bougrain, F., & Haudeville, B.** (2002). Innovation, collaboration and SMEs internal research capacities. *Research Policy*, 31(5), 735-747.
- Bowen, H. R., & Johnson, F. E.** (1953). *Social responsibility of the businessman*. New York : Harper and Row.
- Brammer, S., Hojmosse, S., & Marchant, K.** (2012). Environmental management in SMEs in the UK: Practices, pressures and perceived benefits. *Business Strategy and the Environment*, 21(7), 423-434.
- Branzei, O., Jennings, P. D., & Vertinsky, I.** (2002). A Knowledge-based view of environmental performance in different cultural contexts: Canada, Japan, and China. In *Academy of Management Conference (Organizations and the Natural Environment Division)* : Denver.
- Brìo, J. À. del, & Junquera, B.** (2003). A review of the literature on environmental innovation management in SMEs: Implications for public policies. *Technovation*, 23(12), 939-948.
- Brundtland, G. H.** (1987). *Report of the world commission on environment and development: «Our common future.»* Bruxelles : United Nations.

Brunnermeier, S. B., & Cohen, M. A. (2003). Determinants of environmental innovation in US manufacturing industries. *Journal of Environmental Economics and Management*, 45(2), 278-293.

Burby, R. J. (1967). Lake oriented subdivisions in North Carolina: Decision factors and policy implications for urban growth patterns. Part I, Developer decisions. *Water Resources Research Institute of the University of North Carolina*. Report No. 9.

Bureau Van Dijk. (2016). *Bureau Van Dijk - Orbis*. En ligne <http://www.bvdinfo.com/fr-fr/our-products/company-information/international-products/orbis>, consulté le 04 juillet 2016.

Busenitz, L. W., & Barney, J. B. (1997). Differences between entrepreneurs and managers in large organizations: Biases and heuristics in strategic decision-making. *Journal of Business Venturing*, 12(1), 9-30.

Buysse, K., & Verbeke, A. (2003). Proactive environmental strategies: A stakeholder management perspective. *Strategic Management Journal*, 24(5), 453-470.

C

Cainelli, G., De Marchi, V., & Grandinetti, R. (2015). Does the development of environmental innovation require different resources? Evidence from Spanish Manufacturing Firms. *Journal of Cleaner Production*, 94(0), 211-220.

Cainelli, G., Mazzanti, M., & Montresor, S. (2012). Environmental innovations, local networks and internationalization. *Industry and Innovation*, 19(8), 697-734.

Cainelli, G., Mazzanti, M., & Zoboli, R. (2011). Environmental innovations, complementarity and local/global cooperation: Evidence from North-East Italian industry. *International Journal of Technology, Policy and Management*, 11(3-4), 328-368.

Caliński, T., & Harabasz, J. (1974). A dendrite method for cluster analysis. *Communications in Statistics-theory and Methods*, 3(1), 1-27.

Calleja, I., Delgado, L., Eder, P., Kroll, A., Lindblom, J., Van Wunnik, C., Wolf O., Gouarderes F., Langendorff, J. (2004). *Promoting environmental technologies: Sectoral analysis, barriers and measures*. Institute for Prospective Technological Studies, Joint Research Centre European Commission, Report EUR 21001 EN.

Caloghirou, Y., Kastelli, I., & Tsakanikas, A. (2004). Internal capabilities and external knowledge sources: Complements or substitutes for innovative performance? *Technovation*, 24(1), 29-39.

Calogirou, C., Sørensen, S. Y., Bjørn Larsen, P., & Alexopoulou, S. (2010). SMEs and the environment in the European Union. *Main report, PLANET SA and Danish Technological Institute*. Published by European Commission, DG Enterprise and Industry, 195p.

- Capron, M., & Quairel-Lanoizelée, F.** (2010). *La responsabilité sociale d'entreprise*. Paris : La découverte.
- Carrillo-Hermosilla, J., Del Río González, P., & Könnölä, T.** (2010). Diversity of eco-innovations: Reflections from selected case studies. *Journal of Cleaner Production*, 18(10), 1073-1083.
- Carrión-Flores, C. E., & Innes, R.** (2010). Environmental innovation and environmental performance. *Journal of Environmental Economics and Management*, 59(1), 27-42.
- Carroll, A. B., & Shabana, K. M.** (2010). The business case for corporate social responsibility: A review of concepts, research and practice. *International Journal of Management Reviews*, 12(1), 85-105.
- Cassar, G., & Holmes, S.** (2003). Capital structure and financing of SMEs: Australian evidence. *Accounting & Finance*, 43(2), 123-147.
- Cassiman, B., & Veugelers, R.** (2006). In search of complementarity in innovation strategy: Internal R&D and external knowledge acquisition. *Management Science*, 52(1), 68-82.
- Castellacci, F.** (2008). Technological paradigms, regimes and trajectories: Manufacturing and service industries in a new taxonomy of sectoral patterns of innovation. *Research Policy*, 37(6), 978-994.
- Cattaneo, M. D.** (2010). Efficient semiparametric estimation of multi-valued treatment effects under ignorability. *Journal of Econometrics*, 155(2), 138-154.
- CCI Rhône-Alpes.** (2012). *Chiffres clés de Rhône-Alpes 2012*. En ligne <http://www.rhone-alpes.cci.fr/economie/chiffres/2012/chiffresRA2011-2012.pdf>, consulté le 07 juillet 2016.
- CCI Rhône-Alpes.** (2015). *Chiffres clés de Rhône-Alpes 2015*. En ligne <http://www.rhone-alpes.cci.fr/economie/chiffres/2015/cc-RA-2014-2015.pdf>, consulté le 04 juillet 2016.
- Cecere, G., Corrocher, N., Gossart, C., & Ozman, M.** (2014). Lock-in and path dependence: An evolutionary approach to eco-innovations. *Journal of Evolutionary Economics*, 24(5), 1037-1065.
- Chang, C.-H.** (2011). The influence of corporate environmental ethics on competitive advantage: The mediation role of green innovation. *Journal of Business Ethics*, 104(3), 361-370.
- Charreire Petit, S. C., & Durieux, F.** (2007). Explorer et tester les deux voies de la recherche. In R.-A. Thiétart et coll., *Méthodes de recherche en management* (3ème édition, p. 58-83). Paris : Dunod.

Chen, Y.-S., Lai, S.-B., & Wen, C.-T. (2006). The influence of green innovation performance on corporate advantage in Taiwan. *Journal of Business Ethics*, 67(4), 331-339.

Cheng, S., & Long, J. S. (2007). Testing for IIA in the multinomial logit model. *Sociological Methods & Research*, 35(4), 583-600.

Chesbrough, H. W. (2003). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from innovation*. Cambridge, MA : Harvard Business School Press.

Chesbrough, H. W., Vanhaverbeke, W., & West, J. (2006). *Open innovation: Researching a new paradigm*. New York : Oxford University Press.

Chiarvesio, M., De Marchi, V., & Di Maria, E. (2015). Environmental innovations and internationalization: Theory and practices. *Business Strategy and the Environment*, 24(8), 790-801.

Clausen, T. H. (2008). *Search pathways to innovation*. Bodø, Norway: Nordland Research Institute. Working paper No. 20080311.

Clausen, T. H. (2013). External knowledge sourcing from innovation cooperation and the role of absorptive capacity: Empirical evidence from Norway and Sweden. *Technology Analysis & Strategic Management*, 25(1), 57-70.

Cleff, T., & Rennings, K. (1999). Determinants of environmental product and process innovation. *European Environment*, 9(5), 191-201.

Cleff, T., & Rennings, K. (2000). Determinants of environmental product and process innovation—Evidence from the Mannheim Innovation Panel and a follow-up telephone survey. In *Innovation-Oriented Environmental Regulation: Theoretical Approaches and Empirical Analysis* (p. 331-347). Heidelberg : Physica-Verlag HD.

Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128-152.

Cohen, W. M., Nelson, R. R., & Walsh, J. P. (2000). *Protecting their intellectual assets: Appropriability conditions and why US manufacturing firms patent (or not)*. National Bureau of Economic Research. Working paper No. 7552.

Commission des Communautés Européennes. (2001). *Promouvoir un cadre européen pour la responsabilité sociale des entreprises*. COM(2001) 366 final. Bruxelles.

Commission of the European Communities. (2003). Commission recommendation of 6 May 2003 (2003/361/EC) concerning the definition of small and medium-sized enterprises. *Official Journal of the European Union*.

Conner, K. R. (1991). A historical comparison of Resource-based theory and five schools of thought within industrial organization economics: Do we have a new theory of the firm? *Journal of Management*, 17(1), 121-154.

Coombs, R., & Miles, I. (2000). Innovation, measurement and services: The new problematic. In J.S. Metcalfe and I. Miles (Eds.), *Innovation Systems in the Service Economy* (p. 85-103). Springer.

COP21. (2016). *COP21 | United Nations conference on climate change*. En ligne <http://www.cop21.gouv.fr/>, consulté le 1^{er} août 2016.

Costantini, V., Crespi, F., Martini, C., & Pennacchio, L. (2015). Demand-pull and technology-push public support for eco-innovation: The case of the biofuels sector. *Research Policy*, 44(3), 577-595.

Cuerva, M. C., Triguero-Cano, Á., & Córcoles, D. (2014). Drivers of green and non-green innovation: Empirical evidence in low-tech SMEs. *Journal of Cleaner Production*, 68, 104-113.

D

Danone. (2016). *Danone: Entreprise agroalimentaire mondiale*. En ligne <http://www.danone.com/>, consulté le 24 août 2016.

Darnall, N. (2009). Regulatory stringency, green production offsets, and organizations' financial performance. *Public administration review*, 69(3), 418-434.

Darnall, N., Henriques, I., & Sadorsky, P. (2010). Adopting proactive environmental strategy: The influence of stakeholders and firm size. *Journal of Management Studies*, 47(6), 1072-1094.

Davenport, S. (2005). Exploring the role of proximity in SME knowledge-acquisition. *Research Policy*, 34(5), 683-701.

De Jong, J. P., & Marsili, O. (2006). The fruit flies of innovations: A taxonomy of innovative small firms. *Research Policy*, 35(2), 213-229.

De Marchi, V. (2012). Environmental innovation and R&D cooperation: Empirical evidence from Spanish manufacturing firms. *Research Policy*, 41(3), 614-623.

De Marchi, V., & Grandinetti, R. (2013). Knowledge strategies for environmental innovations: The case of Italian manufacturing firms. *Journal of Knowledge Management*, 17(4), 569-582.

Dean, T. J., & Brown, R. L. (1995). Pollution regulation as a barrier to new firm entry: Initial evidence and implications for future research. *Academy of Management Journal*, 38(1), 288-303.

Dean, T. J., Brown, R. L., & Bamford, C. E. (1998). Differences in large and small firm responses to environmental context: Strategic implications from a comparative analysis of business formations. *Strategic Management Journal*, 19(8), 709-728.

Del Río González, P. (2005). Analysing the factors influencing clean technology adoption: A study of the Spanish pulp and paper industry. *Business Strategy and the Environment*, 14(1), 20-37.

Del Río González, P. (2009). The empirical analysis of the determinants for environmental technological change: A research agenda. *Ecological Economics*, 68(3), 861-878.

Del Río González, P., Peñasco, C., & Romero-Jordán, D. (2015). Distinctive features of environmental innovators: An econometric analysis. *Business Strategy and the Environment*, 24(6), 361-385.

Del Río González, P., Peñasco, C., & Romero-Jordán, D. (2016). What drives eco-innovators? A critical review of the empirical literature based on econometric methods. *Journal of Cleaner Production*, 112(4), 2158-2170.

D'Este, P., Iammarino, S., Savona, M., & von Tunzelmann, N. (2012). What hampers innovation? Revealed barriers versus deterring barriers. *Research Policy*, 41(2), 482-488.

Di Stefano, G., Gambardella, A., & Verona, G. (2012). Technology push and demand pull perspectives in innovation studies: Current findings and future research directions. *Research Policy*, 41(8), 1283-1295.

Díaz-García, C., González-Moreno, Á., & Sáez-Martínez, F. J. (2015). Eco-innovation: Insights from a literature review. *Innovation*, 17(1), 6-23.

DiMaggio, P., & Powell, W. W. (1983). The iron cage revisited: Collective rationality and institutional isomorphism in organizational fields. *American Sociological Review*, 48(2), 147-160.

Direction Générale des Entreprises. (2016). *Le crédit impôt innovation* / Direction Générale des Entreprises (DGE). En ligne <http://www.entreprises.gouv.fr/politique-et-enjeux/credit-impot-innovation>, consulté le 17 septembre 2016.

Doran, J., & Ryan, G. (2012). Regulation and firm perception, eco-innovation and firm performance. *European Journal of Innovation Management*, 15(4), 421-441.

Drake, F., Purvis, M., & Hunt, J. (2004). Meeting the environmental challenge: A case of win-win or lose-win? A study of the UK baking and refrigeration industries. *Business Strategy and the Environment*, 13(3), 172-186.

Driessen, P. H., & Hillebrand, B. (2002). Adoption and diffusion of green innovations. In Bartels G.C. & Nelissen W. J. A. (Eds), *Marketing for sustainability: towards transactional policy-making* (p. 343-355). Amsterdam : IOS Press.

Drucker-Godard, C., Elhinger, S., & Grenier, C. (2007). Validité et fiabilité de la recherche. In R.-A. Thiétart et coll., *Méthodes de recherche en management* (3ème édition, p. 263-293). Paris : Dunod.

E

Edgar, European Commission. (2015). *EUROPA - EDGAR Overview*. En ligne <http://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=CO2ts1990-2014>, consulté le 22 août 2016.

Eiadat, Y., Kelly, A., Roche, F., & Eyadat, H. (2008). Green and competitive? An empirical test of the mediating role of environmental innovation strategy. *Journal of World Business*, 43(2), 131-145.

Ekberg, M. (2007). The parameters of the risk society. A review and exploration. *Current sociology*, 55(3), 343-366.

Ekins, P. (2010). Eco-innovation for environmental sustainability: Concepts, progress and policies. *International Economics and Economic Policy*, 7(2-3), 267-290.

European Commission. (2004). *Stimulating technologies for sustainable development: An environmental technologies action plan for the European Union*. COM (2004) 38 final. Brussels.

European Commission. (2016a). *Environment Action Programme - European Commission*. En ligne <http://ec.europa.eu/environment/action-programme/>, consulté le 02 août 2016.

European Commission. (2016b). *EU Ecolabel - Environment - European Commission*. En ligne <http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/>, consulté le 29 août 2016.

Eurostat. (2015). *Greenhouse_gas_emissions_by_economic_activity,_2012_(thousand_tonnes_of_CO2_equivalents)_YB15-fr.png*. En ligne http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/images/d/de/Greenhouse_gas_emissions_by_economic_activity%2C_2012_%28thousand_tonnes_of_CO2_equivalents%29_YB15-fr.png, consulté le 02 août 2016.

Eurostat. (2016a). *Community Innovation Survey (CIS)*. En ligne <http://ec.europa.eu/eurostat/web/microdata/community-innovation-survey>, consulté le 04 juillet 2016.

Eurostat. (2016b). *Glossaire: Enquête communautaire sur l'innovation (CIS) - Statistics explained*. En ligne [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:Community_innovation_survey_\(CIS\)/fr](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:Community_innovation_survey_(CIS)/fr), consulté le 10 septembre 2016.

Evangelista, R., & Vezzani, A. (2010). The economic impact of technological and organizational innovations. A firm-level analysis. *Research Policy*, 39(10), 1253-1263.

Everitt, B. S. (1993). *Cluster analysis*. London : Edward Arnold and Halsted Press.

F

Feldman, M. P. (1994). Knowledge complementarity and innovation. *Small Business Economics*, 6(5), 363-372.

Fleetwood, S., & Ackroyd, S. (2004). *Critical realist applications in organisation and management studies*. London : Routledge.

Florida, R. (1996). Lean and green: The move to environmentally conscious manufacturing. *California Management Review*, 39(1), 80-105.

Fondation d'entreprise Alcen pour la connaissance des énergies. (2016). *Émissions mondiales de CO₂ : état des lieux*. En ligne <http://www.connaissancedesenergies.org/emissions-mondiales-de-co2-etat-des-lieux-160404>, consulté le 22 août 2016.

Ford, J. A., Steen, J., & Verreyne, M.-L. (2014). How environmental regulations affect innovation in the Australian oil and gas industry: Going beyond the Porter hypothesis. *Journal of Cleaner Production*, 84, 204-213.

Foxon, T., & Pearson, P. (2008). Overcoming barriers to innovation and diffusion of cleaner technologies: Some features of a sustainable innovation policy regime. *Journal of Cleaner Production*, 16(1), S148-S161.

Freel, M. S. (2000). Barriers to product innovation in small manufacturing firms. *International Small Business Journal*, 18(2), 60-80.

Frishammar, J., & Hörte, S. Å. (2005). Managing external information in manufacturing firms: The impact on innovation performance. *Journal of Product Innovation Management*, 22(3), 251-266.

Frölich, M. (2004). Programme evaluation with multiple treatments. *Journal of Economic Surveys*, 18(2), 181-224.

Frondel, M., Horbach, J., & Rennings, K. (2004). *End-of-pipe or cleaner production? An empirical comparison of environmental innovation decisions across OECD countries*. ZEW – Centre for European Economic Research. Discussion paper No. 04-082.

Frondel, M., Horbach, J., & Rennings, K. (2008). What triggers environmental management and innovation? Empirical evidence for Germany. *Ecological Economics*, 66(1), 153-160.

Frondel, M., Horbach, J., Rennings, K., & Requate, T. (2004). *Environmental policy tools and firm-level management practices: Empirical evidence for Germany*. Christian-Albrechts-Universität Kiel, Department of Economics. Economics working paper No. 2004,02

G

- Gabler, C. B., Butler, T. D., & Adams, F. G.** (2013). The environmental belief-behaviour gap: Exploring barriers to green consumerism. *Journal of Customer Behaviour*, 12(2-3), 159-176.
- Gadenne, D. L., Kennedy, J., & McKeiver, C.** (2009). An empirical study of environmental awareness and practices in SMEs. *Journal of Business Ethics*, 84(1), 45-63.
- Galia, F., & Legros, D.** (2004). Complementarities between obstacles to innovation: Evidence from France. *Research Policy*, 33(8), 1185-1199.
- Galliano, D., & Nadel, S.** (2013). Les déterminants de l'adoption de l'éco-innovation selon le profil stratégique de la firme: Le cas des firmes industrielles françaises. *Revue d'Economie Industrielle*, 142(2), 77-110.
- Ganotakis, P., & Love, J. H.** (2012). The innovation value chain in new technology-based firms: Evidence from the U.K. *Journal of Product Innovation Management*, 29(5), 839-860.
- Gasmi, N., & Grolleau, G.** (2003). Spécificités des innovations environnementales. *Innovations*, 18(2), 73-89.
- Gavard-Perret, M.-L., Gotteland, D., Haon, C., & Jolibert, A.** (2008). *Méthodologie de la recherche*. Paris : Pearson Education France.
- Gavard-Perret, M.-L., Gotteland, D., Haon, C., & Jolibert, A.** (2012). *Méthodologie de la recherche en sciences de gestion*. Paris : Pearson Education France.
- Ghisetti, C., Marzucchi, A., & Montresor, S.** (2013). *Does external knowledge affect environmental innovations? An empirical investigation of eleven European countries*. CSIC-UPV - Instituto de Gestión de la Innovación y del Conocimiento (INGENIO). Working paper No. 2013/01.
- Ghisetti, C., Marzucchi, A., & Montresor, S.** (2015). The open eco-innovation mode. An empirical investigation of eleven European countries. *Research Policy*, 44(5), 1080-1093.
- Ghisetti, C., Mazzanti, M., Mancinelli, S., & Zoli, M.** (2015). *Do financial constraints make the environment worse off? Understanding the effects of financial barriers on environmental innovations*. SEEDS, Sustainability Environmental Economics and Dynamics Studies. Working paper No. 1/2015.
- Gilli, M., Mancinelli, S., & Mazzanti, M.** (2014). Innovation complementarity and environmental productivity effects: Reality or delusion? Evidence from the EU. *Ecological Economics*, 103, 56-67.

Giunipero, L. C., Hooker, R. E., & Denslow, D. (2012). Purchasing and supply management sustainability: Drivers and barriers. *Sustainable Procurement*, 18(4), 258-269.

Gouvernement.fr. (2015). *L'industrie en France*. En ligne <http://www.gouvernement.fr/partage/3813-l-industrie-en-france>, consulté le 02 août 2016.

Grant, R. M. (1991). The Resource-based theory of competitive advantage: Implications for strategy formulation. *California Management Review*, 33(3), 114-135.

Grant, R. M. (1996). Toward a Knowledge-based theory of the firm. *Strategic Management Journal*, 17(S2), 109-122.

Grant, R. M. (2015). Knowledge-based view. *Wiley Encyclopedia of Management*, 12, 1-2.

Grenier, C., & Josserand, E. (2007). Recherches sur le contenu et recherches sur le processus. In R.-A. Thiétart et coll., *Méthodes de recherche en management* (3ème édition, p. 107-139). Paris : Dunod.

Grilliches, Z. (1990). *Patent statistics as economic indicators: A survey part I*. National Bureau of Economic Research. Working paper No. 3301.

Grimpe, C., & Kaiser, U. (2010). Balancing internal and external knowledge acquisition: The gains and pains from R&D outsourcing. *Journal of Management Studies*, 47(8), 1483-1509.

Grolleau, G., Mzoughi, N., & Pekovic, S. (2015). Environmental management practices: Good or bad news for innovations delivering environmental benefits? The moderating effect of market characteristics. *Economics of Innovation and New Technology*, 24(4), 339-359.

Grossman, G. M., & Helpman, E. (1991). Trade, knowledge spillovers, and growth. *European Economic Review*, 35(2-3), 517-526.

Groundwork Foundation. (1995). *Small firms and the environment: A Groundwork status report*. Groundwork Foundation.

Gupta, M. C. (1995). Environmental management and its impact on the operations function. *International Journal of Operations & Production Management*, 15(8), 34-51.

H

Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., & William, C. (1998). *Multivariate data analysis*. Upper Saddle River, NJ : Prentice.

- Halila, F.** (2007). Networks as a means of supporting the adoption of organizational innovations in SMEs: The case of Environmental Management Systems (EMSs) based on ISO 14001. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 14(3), 167-181.
- Hamel, G., & Prahalad, C. K.** (2005). Strategic intent. *Harvard Business Review*, 83(7), 148-161.
- Hansen, E. G., & Klewitz, J.** (2012). The role of an SME's green strategy in public-private eco-innovation initiatives: The case of Ecoprofit. *Journal of Small Business & Entrepreneurship*, 25(4), 451-477.
- Hansen, M. T.** (1999). The search-transfer problem: The role of weak ties in sharing knowledge across organization subunits. *Administrative Science Quarterly*, 44(1), 82-111.
- Hart, S. L.** (1995). A Natural-Resource-based view of the firm. *The Academy of Management Review*, 20(4), 986-1014.
- Hart, S. L., & Dowell, G.** (2011). Invited editorial: A Natural-Resource-based view of the firm: Fifteen years after. *Journal of Management*, 37(5), 1464-1479.
- Hausman, A.** (2005). Innovativeness among small businesses: Theory and propositions for future research. *Industrial Marketing Management*, 34(8), 773-782.
- Hausman, J., & McFadden, D.** (1984). Specification tests for the multinomial logit model. *Econometrica*, 52(5), 1219-1240.
- Hemmelskamp, J.** (1997). Environmental policy instruments and their effects on innovation. *European Planning Studies*, 5(2), 177-194.
- Hemmelskamp, J.** (1999). *The influence of environmental policy on innovative behaviour: An econometric study*. Fondazione Eni Enrico Mattei. Working paper No. 18.99.
- Henriques, I., & Sadorsky, P.** (1996). The determinants of an environmentally responsive firm: An empirical approach. *Journal of Environmental Economics and Management*, 30(3), 381-395.
- Hessels, J., & Parker, S. C.** (2013). Constraints, internationalization and growth: A cross-country analysis of European SMEs. *Journal of World Business*, 48(1), 137-148.
- Heunks, F. J.** (1998). Innovation, creativity and success. *Small Business Economics*, 10(3), 263-272.
- Hillary, R.** (1995). Developments in environmental auditing. *Managerial Auditing Journal*, 10(8), 34-39.
- Hillary, R.** (2000). *Small and medium-sized enterprises and the environment: Business imperatives*. Sheffield : Greenleaf Publishing.

- Hirano, K., Imbens, G. W., & Ridder, G.** (2003). Efficient estimation of average treatment effects using the estimated propensity score. *Econometrica*, 71(4), 1161-1189.
- Hitt, I., Ireland, R. D., & Hoskisson R. E.** (1997). *Strategic management: Competitiveness and globalization*. St. Paul : West.
- Hitt, M. A., Hoskisson, R. E., Johnson, R. A., & Moesel, D. D.** (1996). The market for corporate control and firm innovation. *The Academy of Management Journal*, 39(5), 1084-1119.
- Hoffman, K., Parejo, M., Bessant, J., & Perren, L.** (1998). Small firms, R&D, technology and innovation in the UK: A literature review. *Technovation*, 18(1), 39-55.
- Hojnik, J., & Ruzzier, M.** (2015). What drives eco-innovation? A review of an emerging literature. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 19, 31-41.
- Hölzl, W., & Friesenbichler, K. S.** (2010). High-growth firms, innovation and the distance to the frontier. *Economics Bulletin*, 30(2), 1016-1024.
- Hölzl, W., & Janger, J.** (2014). Distance to the frontier and the perception of innovation barriers across European countries. *Research Policy*, 43(4), 707-725.
- Hoogendoorn, B., Guerra, D., & van der Zwan, P.** (2015). What drives environmental practices of SMEs? *Small Business Economics*, 44(4), 759-781.
- Hopkins, M. S., Townend, A., Khayat, Z., Balagopal, B., Reeves, M., & Berns, M.** (2009). The business of sustainability: What it means to managers now. *MIT Sloan Management Review*, 51(1), 20-26.
- Hopwood, B., Mellor, M., & O'Brien, G.** (2005). Sustainable development: Mapping different approaches. *Sustainable Development*, 13(1), 38-52.
- Horbach, J.** (2008). Determinants of environmental innovation? New evidence from German panel data sources. *Research Policy*, 37(1), 163-173.
- Horbach, J.** (2014). *Determinants of eco-innovation from a European-wide perspective—An analysis based on the community innovation survey (CIS)*. SEEDS, Sustainability Environmental Economics and Dynamics Studies. Working paper No. 7/2014.
- Horbach, J.** (2016). Empirical determinants of eco-innovation in European countries using the Community Innovation Survey. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 19, 1-14.
- Horbach, J., Oltra, V., & Belin, J.** (2013). Determinants and specificities of eco-innovations compared to other innovations—An econometric analysis for the French and German industry based on the community innovation survey. *Industry and Innovation*, 20(6), 523-543.

Horbach, J., Rammer, C., & Rennings, K. (2012). Determinants of eco-innovations by type of environmental impact — The role of regulatory push/pull, technology push and market pull. *Ecological Economics*, 78, 112-122.

Horváthová, E. (2010). Does environmental performance affect financial performance? A meta-analysis. *Ecological Economics*, 70(1), 52-59.

Hughes, A. (2001). Innovation and business performance: Small entrepreneurial firms in the UK and the EU. *New Economy*, 8(3), 157-163.

Hunt, S. D. (1990). Truth in marketing theory and research. *The Journal of Marketing*, 1-15.

Hunt, S. D., & Hansen, J. M. (2009). The philosophical foundations of marketing research: For scientific realism and truth. In Maclaran P., Saren M., Stern B. & Tadjewski M. (Eds), *The Sage Handbook of Marketing Theory* (pp. 111-126). Sage.

Huppés, G., Kleijn, R., Huele, R., Ekins, P., Shaw, B., Esders, M., & Schaltegger, S. (2008). *Measuring eco-innovation: framework and typology of indicators based on causal chains: final report of the ECODRIVE Project*. ECODRIVE Report to the European Commission, Leiden, London, Lüneburg.

Hyytinen, A., & Toivanen, O. (2005). Do financial constraints hold back innovation and growth?: Evidence on the role of public policy. *Research Policy*, 34(9), 1385-1403.

I

Iammarino, S., Sanna-Randaccio, F., & Savona, M. (2009). The perception of obstacles to innovation. Foreign multinationals and domestic firms in Italy. *Revue d'Economie Industrielle*, 125, 75-104.

Imbens, G. W. (2004). Nonparametric estimation of average treatment effects under exogeneity: A review. *Review of Economics and Statistics*, 86(1), 4-29.

Imbens, G. W., & Wooldridge, J. M. (2009). Recent developments in the econometrics of program evaluation. *Journal of Economic Literature*, 47(1), 5-86.

Inoue, E., Arimura, T. H., & Nakano, M. (2013). A new insight into environmental innovation: Does the maturity of environmental management systems matter? *Ecological Economics*, 94, 156-163.

INSEE. (2008a). *INSEE - Entreprises - Enquête communautaire sur l'innovation en 2008 - Données détaillées de l'enquête communautaire sur l'innovation 2008*. En ligne http://www.insee.fr/fr/themes/detail.asp?reg_id=0&ref_id=ir-cis2008, consulté le 1^{er} août 2016.

INSEE. (2008b). *Petite et moyenne entreprise/PME*. En ligne <http://www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=definitions/petite-moyenne-entreprise.htm>, consulté le 05 juillet 2016.

Bibliographie

INSEE. (2009). *Caractéristiques comptables, financières et d'emploi des unités légales en 2009*. En ligne http://www.insee.fr/fr/themes/detail.asp?reg_id=0&ref_id=esane-2009, consulté le 05 juillet 2016.

INSEE. (2011). *Taux d'innovation des entreprises : l'industrie ne manque pas d'atouts*. INSEE.

INSEE. (2014). *Insee - Économie - Exportations et importations par groupe de produits en 2015*. En ligne http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?reg_id=0&ref_id=NATTEF08464, consulté le 02 août 2016.

INSEE. (2016a). *INSEE - Économie - Importations - Exportations*. En ligne http://www.insee.fr/fr/themes/document.asp?reg_id=0&ref_id=T15F141, consulté le 02 août 2016.

INSEE. (2016b). *INSEE - Entreprises - Recherche & Développement*. En ligne http://www.insee.fr/fr/themes/document.asp?reg_id=0&ref_id=T16F161, consulté le 02 août 2016.

J

Jabbour, C. J. C., & Santos, F. C. A. (2006). The evolution of environmental management within organizations: Toward a common taxonomy. *Environmental Quality Management*, 16(2), 43-59.

Jaffe, A. B., Newell, R. G., & Stavins, R. N. (2002). Environmental policy and technological change. *Environmental and Resource Economics*, 22(1), 41-70.

Jaffe, A. B., Newell, R. G., & Stavins, R. N. (2005). A tale of two market failures: Technology and environmental policy. *Ecological Economics*, 54(2), 164-174.

Jaffe, A. B., & Palmer, K. (1997). Environmental regulation and innovation: A panel data study. *The Review of Economics and Statistics*, 79(4), 610-619.

Jain, A. K. (2010). Data clustering: 50 years beyond K-means. *Pattern Recognition Letters*, 31(8), 651-666.

Jenkins, H. (2004). Corporate social responsibility and the mining industry: Conflicts and constructs. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 11(1), 23-34.

K

Kafouros, M. I., Buckley, P. J., Sharp, J. A., & Wang, C. (2008). The role of internationalization in explaining innovation performance. *Technovation*, 28(1-2), 63-74.

- Kammerer, D.** (2009). The effects of customer benefit and regulation on environmental product innovation: Empirical evidence from appliance manufacturers in Germany. *Ecological Economics*, 68(8–9), 2285–2295.
- Keizer, J. A., Dijkstra, L., & Halman, J. I. M.** (2002). Explaining innovative efforts of SMEs: An exploratory survey among SMEs in the mechanical and electrical engineering sector in the Netherlands. *Technovation*, 22(1), 1–13.
- Kemp, R.** (1997). *Environmental policy and technical change: A comparison of the technological impact of policy instruments*. Cheltenham, UK : Edward Elgar Publishing.
- Kemp, R.** (2010). Eco-innovation: Definition, measurement and open research issues. *Economia Politica*, 27(3), 397–420.
- Kemp, R., Arundel, A., & Smith, K.** (2001). *Survey indicators for environmental innovation*. Communication présentée à la conférence « Towards Environmental Innovation Systems », Garmisch-Partenkirchen.
- Kemp, R., & Pontoglio, S.** (2011). The innovation effects of environmental policy instruments — A typical case of the blind men and the elephant? *Ecological Economics*, 72, 28–36.
- Kemp, R., Smith, K., & Becher, G.** (2000). How should we study the relationship between environmental regulation and innovation? In *Innovation-oriented environmental regulation* (pp. 43–66). ZEW Economic Studies, 10.
- Kemp, R., & Soete, L.** (1990). *Inside the 'Green Box': On the economics of technological change and the environment*. In C. Freeman & L. Soete (Eds), *New explorations in the economics of technical change* (pp. 245–257). London : Pinter.
- Kesidou, E., & Demirel, P.** (2012). On the drivers of eco-innovations: Empirical evidence from the UK. *Research Policy*, 41(5), 862–870.
- Ketata, I., Sofka, W., & Grimpe, C.** (2015). The role of internal capabilities and firms' environment for sustainable innovation: Evidence for Germany. *R&D Management*, 45(1), 60–75.
- Khanna, M., Deltas, G., & Harrington, D. R.** (2009). Adoption of pollution prevention techniques: The role of management systems and regulatory pressures. *Environmental and Resource Economics*, 44(1), 85–106.
- Kleinknecht, A., Van Montfort, K., & Brouwer, E.** (2002). The non-trivial choice between innovation indicators. *Economics of Innovation and New Technology*, 11(2), 109–121.
- Klemmer, P., Lehr, U., & Lobbe, K.** (1999). *Innovation effects of environmental policy instruments*. Berlin : Analytica.
- Klewitz, J., & Hansen, E. G.** (2012). *Eco-Innovation in SMEs: An in-depth case analysis of transforming SMEs through effective partnerships*. Luneburg, Germany : Centre for Sustainability Management (CSM).

- Klewitz, J., & Hansen, E. G.** (2014). Sustainability-oriented innovation of SMEs: A systematic review. *Journal of Cleaner Production*, 65, 57-75.
- Kneller, R., & Manderson, E.** (2012). Environmental regulations and innovation activity in UK manufacturing industries. *Resource and Energy Economics*, 34(2), 211-235.
- Kogut, B., & Zander, U.** (1992). Knowledge of the firm, combinative capabilities, and the replication of technology. *Organization Science*, 3(3), 383-397.
- Konar, S., & Cohen, M. A.** (2001). Does the market value environmental performance? *Review of Economics and Statistics*, 83(2), 281-289.
- Kor, Y. Y., & Mahoney, J. T.** (2004). Edith Penrose's (1959) contributions to the Resource-based view of strategic management. *Journal of Management Studies*, 41(1), 183-191.
- Kor, Y. Y., Mahoney, J. T., & Michael, S. C.** (2007). Resources, capabilities and entrepreneurial perceptions. *Journal of Management Studies*, 44(7), 1187-1212.
- Kropko, J.** (2007). *Choosing between multinomial logit and multinomial probit models for analysis of unordered choice data*. Ann Arbor, USA : ProQuest.
- Kuhn, T.** (1991). Scientific revolutions. In R. Boyd, P. Gasper, & J. D. Trout, *The philosophy of science* (pp. 139-158). Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Kunapatarawong, R., & Martínez-Ros, E.** (2014). *A resource pool for environmental innovation*. Madrid, Spain : Universidad Carlos III. Working paper No. 14-03.

L

- Laforet, S.** (2008). Size, strategic, and market orientation affects on innovation. *Journal of Business Research*, 61(7), 753-764.
- Lanoie, P., Laurent-Lucchetti, J., Johnstone, N., & Ambec, S.** (2011). Environmental policy, innovation and performance: New insights on the Porter hypothesis. *Journal of Economics & Management Strategy*, 20(3), 803-842.
- L'Arbre Vert.** (2016). *Accueil - L'Arbre Vert*. En ligne <http://www.arbrevert.fr/>, consulté le 29 août 2016.
- Larson, A. L.** (2000). Sustainable innovation through an entrepreneurship lens. *Business Strategy and the Environment*, 9(5), 304-317.
- Lauriol, J.** (2004). Le développement durable à la recherche d'un corps de doctrine. *Revue Française de Gestion*, 5(152), 137-150.

Laursen, K., & Salter, A. (2006). Open for innovation: The role of openness in explaining innovation performance among UK manufacturing firms. *Strategic Management Journal*, 27(2), 131-150.

Le Bas, C., Poussing, N., & Haned, N. (2010). Innovation, leadership technologique et comportements de responsabilité sociale. Une exploration sur données d'entreprises. *Economies et Sociétés*, 12(8), 1363-1385.

Le Bas, C., & Poussing, N. (2010). *Existe-t'il une relation entre RSE/innovation? Exploitation empirique sur données luxembourgeoises*. Luxembourg : LISER. Working paper No. 2010-11.

Leonidou, L. C., Christodoulides, P., & Thwaites, D. (2016). External determinants and financial outcomes of an eco-friendly orientation in smaller manufacturing firms. *Journal of Small Business Management*, 54(1), 5-25.

Lhuillery, S., Marino, M., & Parrotta, P. (2013). *Evaluation de l'impact des aides directes et indirectes à la R&D en France*. Paris : Rapport pour le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche.

Liao, J., Welsch, H., & Stoica, M. (2003). Organizational absorptive capacity and responsiveness: An empirical investigation of growth-oriented SMEs. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 28(1), 63-85.

Lichtenthaler, U., & Lichtenthaler, E. (2009). A capability-based framework for open innovation: Complementing absorptive capacity. *Journal of Management Studies*, 46(8), 1315-1338.

Love, J. H., & Roper, S. (2002). Internal versus external R&D: A study of R&D choice with sample selection. *International Journal of the Economics of Business*, 9(2), 239-255.

M

Madrid-Guijarro, A., Garcia, D., & Van Auken, H. (2009). Barriers to innovation among Spanish manufacturing SMEs. *Journal of Small Business Management*, 47(4), 465-488.

Mairesse, J., & Mohnen, P. (2005). The importance of R&D for innovation: A reassessment using French survey data. *The Journal of Technology Transfer*, 30(1-2), 183-197.

Mairesse, J., & Mohnen, P. (2010). Using innovation surveys for econometric analysis. In B. H. Hall, & N. Rosenberg (Eds), *Handbook of the Economics of Innovation*, Volume II (p. 1129-1155). Amsterdam and New York : Elsevier.

Malerba, F. (Ed.). (2004). *Sectoral systems of innovation: Concepts, issues and analyses of six major sectors in Europe*. Cambridge : Cambridge University Press.

Bibliographie

- Marin, G., Marzucchi, A., & Zoboli, R.** (2014). *SMEs and barriers to eco-innovation in the EU: Exploring different firm profiles*. CSIC-UPV - Instituto de Gestión de la Innovación y del Conocimiento (INGENIO). Working paper No. 2014/04.
- Marin, G., Marzucchi, A., & Zoboli, R.** (2015). SMEs and barriers to eco-innovation in the EU: Exploring different firm profiles. *Journal of Evolutionary Economics*, 25(3), 671-705.
- Martin, O.** (2012). *L'analyse quantitative des données* (3ème édition). Paris : Armand Colin.
- Martinet, A. C.** (1990). Grandes questions épistémologiques et sciences de gestion. In *Epistémologies et sciences de gestion* (pp. 9-29). Paris : Economica.
- Martín-Tapia, I., Aragón-Correa, J. A., & Rueda-Manzanares, A.** (2010). Environmental strategy and exports in medium, small and micro-enterprises. *Journal of World Business*, 45(3), 266-275.
- Mazzanti, M., & Zoboli, R.** (2006). *Examining the factors influencing environmental innovations*. Fondazione Eni Enrico Mattei. Working paper No. 20.2006.
- Mazzarol, T., Reboud, S., & Volery, T.** (2010). The influence of size, age and growth on innovation management in small firms. *International Journal of Technology Management*, 52(1/2), 98-117.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens, W. W.** (1972). *The limits to growth* (Vol. 102). New York, NY: New American Library.
- Meyer, J. W., & Rowan, B.** (1977). Institutionalized organizations: Formal structure as myth and ceremony. *American Journal of Sociology*, 83(2), 340-363.
- Michaelas, N., Chittenden, F., & Poutziouris, P.** (1999). Financial policy and capital structure choice in UK SMEs: Empirical evidence from company panel data. *Small Business Economics*, 12(2), 113-130.
- Miller, K. D., & Tsang, E. W. K.** (2011). Testing management theories: Critical realist philosophy and research methods. *Strategic Management Journal*, 32(2), 139-158.
- Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie.** (2013). *EMAS : Votre engagement pour l'environnement*. En ligne <http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/EMAS.pdf>, consulté le 02 août 2016.
- Ministère de l'Environnement.** (2016). *Actions de l'État - Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer*. En ligne <http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Actions-de-l-Etat-.html>, consulté le 1er août 2016.
- Mir, R., & Watson, A.** (2001). Critical realism and constructivism in strategy research: Toward a synthesis. *Strategic Management Journal*, 22(12), 1169-1173.

Mirata, M., & Emtairah, T. (2005). Industrial symbiosis networks and the contribution to environmental innovation: The case of the Landskrona industrial symbiosis programme. *Journal of Cleaner Production*, 13(10), 993-1002.

Mohnen, P., Palm, F. C., Van Der Loeff, S. S., & Tiwari, A. (2008). Financial constraints and other obstacles: Are they a threat to innovation activity? *De Economist*, 156(2), 201-214.

Mohnen, P., & Röller, L.-H. (2005). Complementarities in innovation policy. *European Economic Review*, 49(6), 1431-1450.

Mohnen, P., & Rosa, J. M. (2002). Barriers to innovation in service industries in Canada. In M. Feldman & N. Massard (Eds.), *Institutions and systems in the geography of Innovation* (Vol. 25, pp. 231-250). Boston : Kluwer Academic Publishers.

Morgan, S. L., & Harding, D. J. (2006). Matching estimators of causal effects prospects and pitfalls in theory and practice. *Sociological Methods & Research*, 35(1), 3-60.

Mothe, C., Nguyen-Thi, U. T., & Nguyen-Van, P. (2015). Complementarities in organizational innovation practices: Evidence from French industrial firms. *Economics of Innovation and New Technology*, 24(6), 569-595.

N

Nelson, R. R. (1959). The simple economics of basic economic research. *Journal of Political Economy*, 67(3), 297-306.

Nelson R. R., & Winter S. G. (1982). An evolutionary theory of economic change. *Harvard Business School Press, Cambridge*.

Nelson, R. R., & Winter, S. G. (2002). Evolutionary theorizing in economics. *The Journal of Economic Perspectives*, 16(2), 23-46.

Noci, G., & Verganti, R. (1999). Managing 'Green' product innovation in small firms. *R&D Management*, 29(1), 3-15.

Noël, L. (1905). Le principe du déterminisme. *Revue Néo-Scholastique*, 12(45), 5-26.

Nonaka, I. (1994). A dynamic theory of organizational knowledge creation. *Organization Science*, 5(1), 14-37.

Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation*. New York : Oxford University Press.

Norgaard, R. B. (1984). Coevolutionary development potential. *Land Economics*, 60(2), 160-173.

O

Observatoire de l'Industrie Electrique. (2015). *La consommation d'énergie dans l'industrie en France - Observatoire de l'Industrie Electrique (OIE)*. <http://www.observatoire-electricite.fr/La-consommation-d-energie-dans-l>, consulté le 02 août 2016.

OECD. (2010). *Eco-innovation in industry: Enabling green growth*. Paris: OECD Publishing.

OECD. (2011). *ISIC Rev. 3 Technology intensity definition*. En ligne sur le site de OECD Directorate for Science, Technology and Industry. Economic Analysis and Statistics Division <http://www.oecd.org/dataoecd/43/41/48350231.pdf>, consulté le 02 août 2016.

OECD. (2014). *Examens de l'OCDE des politiques d'innovation : France 2014*. Paris: OECD Publishing.

OECD/Eurostat. (2005). *Oslo Manual: Guidelines for collecting and interpreting innovation data*. OECD publishing.

Oliver, C. (1991). Strategic responses to institutional processes. *Academy of Management Review*, 16(1), 145-179.

Oltra, V. (2008). *Environmental innovation and industrial dynamics: The contributions of evolutionary economics*. Université de Bordeaux. Cahiers du GREThA. Working paper No. 2008-28.

Oltra, V., & Saint Jean, M. (2009). Sectoral systems of environmental innovation: An application to the French automotive industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 76(4), 567-583.

Ozusaglam, S. (2012). Environmental innovation: A concise review of the literature. *Vie & Sciences de l'Entreprise*, 2(191-192), 15-38.

P

Parker, C. M., Redmond, J., & Simpson, M. (2009). A review of interventions to encourage SMEs to make environmental improvements. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 27(2), 279-301.

Paulraj, A. (2011). Understanding the relationships between internal resources and capabilities, sustainable supply management and organizational sustainability. *Journal of Supply Chain Management*, 47(1), 19-37.

Pellegrino, G., & Savona, M. (2013). *Is money all? Financing versus knowledge and demand constraints to innovation*. IEB Working paper No. 2013/021.

- Peneder, M.** (2010). Technological regimes and the variety of innovation behaviour: Creating integrated taxonomies of firms and sectors. *Research Policy*, 39(3), 323-334.
- Penrose, E. T.** (1959). *The theory of the growth of the firm*. New York : Sharpe.
- Perks, H., Cooper, R., & Jones, C.** (2005). Characterizing the role of design in new product development: An empirically derived taxonomy. *Journal of Product Innovation Management*, 22(2), 111-127.
- Peters, M., Schneider, M., Griesshaber, T., & Hoffmann, V. H.** (2012). The impact of technology-push and demand-pull policies on technical change—Does the locus of policies matter? *Research Policy*, 41(8), 1296-1308.
- Petruzzelli, A. M., Dangelico, R. M., Rotolo, D., & Albino, V.** (2011). Organizational factors and technological features in the development of green innovations: Evidence from patent analysis. *Innovation: Management, Policy & Practice*, 13(3), 291-310.
- Piaget, J.** (1967). *Logique et connaissance scientifique*. Paris : Gallimard.
- Pinget, A., & Bocquet, R.** (2015). *Aux sources des innovations environnementales et technologiques des PME*. Université Savoie Mont Blanc. Working paper IREGÉ.
- Pinget, A., Bocquet, R., & Mothe, C.** (2015). Barriers to environmental innovation in SMEs: Empirical evidence from French firms. *M@n@gement*, 18(2), 132-155.
- Polanyi, M.** (1962). *Personal knowledge - Toward a post-critical philosophy*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Popp, D.** (2005). Lessons from patents: Using patents to measure technological change in environmental models. *Ecological Economics*, 54(2), 209-226.
- Popp, D., Hafner, T., & Johnstone, N.** (2011). Environmental policy vs. public pressure: Innovation and diffusion of alternative bleaching technologies in the pulp industry. *Research Policy*, 40(9), 1253-1268.
- Porter, M. E.** (1981). The contributions of industrial organization to strategic management. *Academy of Management Review*, 6(4), 609-620.
- Porter, M. E.** (1991). Towards a dynamic theory of strategy. *Strategic Management Journal*, 12(S2), 95-117.
- Porter, M. E.** (2000). Location, competition, and economic development: Local clusters in a global economy. *Economic Development Quarterly*, 14(1), 15-34.
- Porter, M. E., & van der Linde, C.** (1995). Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. *The Journal of Economic Perspectives*, 9(4), 97-118.
- Pratschke, J.** (2003). Realistic models? Critical realism and statistical models in the social sciences. *Philosophica*, 71, 13-38.

R

- Rainett.** (2016). *Rainett : Qui a dit que l'écologie n'était pas efficace?* En ligne <http://www.rainett.fr/>, consulté le 29 août 2016.
- Rammel, C., Stagl, S., & Wilfing, H.** (2007). Managing complex adaptive systems—A co-evolutionary perspective on natural resource management. *Ecological Economics*, 63(1), 9-21.
- Redclift, M.** (2005). Sustainable development (1987–2005): An oxymoron comes of age. *Sustainable Development*, 13(4), 212-227.
- Région Rhône-Alpes.** (2016). *InnovR - Bienvenue sur le portail des éco-innovations en Rhône-Alpes.* En ligne http://eco-innover.rhonealpes.fr/InnovR/jcms/rec_7048/fr/bienvenue-sur-le-portail-des-eco-innovations-en-rhone-alpes, consulté le 1er août 2016.
- Rehfeld, K.-M., Rennings, K., & Ziegler, A.** (2007). Integrated product policy and environmental product innovations: An empirical analysis. *Ecological Economics*, 61(1), 91-100.
- Reid, A., & Miedzinski, M.** (2008). *Sectoral innovation watch in Europe/Eco-innovation.* Bruxelles: Europe Innova.
- Remmen, A.** (2001). Greening of Danish industry—Changes in concepts and policies. *Technology Analysis & Strategic Management*, 13(1), 53-69.
- Rennings, K.** (1998). *Towards a theory and policy of eco-innovation—Neoclassical and (Co-) evolutionary perspectives.* Center for European Economic Research (ZEW). Discussion paper No. 98-24.
- Rennings, K.** (2000). Redefining innovation — Eco-innovation research and the contribution from ecological economics. *Ecological Economics*, 32(2), 319-332.
- Rennings, K., & Rammer, C.** (2009). *Increasing energy and resource efficiency through innovation: An explorative analysis using innovation survey data.* Center for European Economic Research (ZEW). Discussion paper No. 09-056.
- Rennings, K., & Rammer, C.** (2011). The impact of regulation-driven environmental innovation on innovation success and firm performance. *Industry and Innovation*, 18(3), 255-283.
- Rennings, K., Ziegler, A., Ankele, K., & Hoffmann, E.** (2006). The influence of different characteristics of the EU environmental management and auditing scheme on technical environmental innovations and economic performance. *Ecological Economics*, 57(1), 45-59.

- Rennings, K., Ziegler, A., & Zwick, T.** (2001). *Employment changes in environmentally innovative firms*. Center for European Economic Research (ZEW). Discussion paper No. 01-46.
- Revell, A., & Blackburn, R.** (2007). The business case for sustainability? An examination of small firms in the UK's construction and restaurant sectors. *Business Strategy and the Environment*, 16(6), 404-420.
- Revell, A., Stokes, D., & Chen, H.** (2010). Small businesses and the environment: Turning over a new leaf? *Business Strategy and the Environment*, 19(5), 273-288.
- Reynaud, E., Depoers, F., Gauthier, C., Gond, J.-P., & Schneider-Maunoury, G.** (2011). *Le développement durable au cœur de l'entreprise - 2ème Edition*. Paris : Dunod.
- Romijn, H., & Albaladejo, M.** (2002). Determinants of innovation capability in small electronics and software firms in Southeast England. *Research Policy*, 31(7), 1053-1067.
- Roome, N., & Wijen, F.** (2006). Stakeholder power and organizational learning in corporate environmental management. *Organization Studies*, 27(2), 235-263.
- Roper, S., & Love, J. H.** (2002). Innovation and export performance: Evidence from the UK and German manufacturing plants. *Research Policy*, 31(7), 1087-1102.
- Rosenbaum, P. R., & Rubin, D. B.** (1983). The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika*, 70(1), 41-55.
- Rosenberg, N.** (1974). Science, invention and economic growth. *The Economic Journal*, 84(333), 90-108.
- Rothwell, R., & Dodgson, M.** (1991). External linkages and innovation in small and medium-sized enterprises. *R&D Management*, 21(2), 125-138.
- Rotnitzky, A., & Robins, J. M.** (1995). Semiparametric regression estimation in the presence of dependent censoring. *Biometrika*, 82(4), 805-820.
- Roy, M.-J., & Thérin, F.** (2008). Knowledge acquisition and environmental commitment in SMEs. *Corporate Social Responsibility & Environmental Management*, 15(5), 249-259.
- Royer, I., & Zarlowski, P.** (2007). Echantillon(s). In R.-A. Thiétart et coll., *Méthodes de recherche en management* (3ème édition, pp. 192-227). Paris : Dunod.
- Rugman, A. M., & Verbeke, A.** (1998). Corporate strategies and environmental regulations: An organizing framework. *Strategic Management Journal*, 19(4), 363-375.
- Russo, M. V., & Fouts, P. A.** (1997). A Resource-based perspective on corporate environmental performance and profitability. *The Academy of Management Journal*, 40(3), 534-559.

Rutherford, R., Blackburn, R. A., & Spence, L. J. (2000). Environmental management and the small firm. *International Journal of Entrepreneurial Behaviour & Research*, 6(6), 310-326.

S

Sanidas, E. (2005). *Organizational innovations and economic growth: Organosis and growth of firms, sectors and countries*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing.

Savignac, F. (2008). Impact of financial constraints on innovation: What can be learned from a direct measure? *Economics of Innovation and New Technologies*, 17(6), 553-569.

Schaper, M. (2002). The essence of ecopreneurship. *Greener Management International*, 38, 26-30.

Schiederig, T., Tietze, F., & Herstatt, C. (2012). Green innovation in technology and innovation management – An exploratory literature review. *R&D Management*, 42(2), 180-192.

Schneider, C., & Veugelers, R. (2010). On young highly innovative companies: Why they matter and how (not) to policy support them. *Industrial and Corporate change*, 19(4), 969-1007.

Segarra-Blasco, A., & Arauzo-Carod, J.-M. (2008). Sources of innovation and industry–university interaction: Evidence from Spanish firms. *Research Policy*, 37(8), 1283-1295.

Segarra-Blasco, A., Garcia-Quevedo, J., & Teruel-Carrizosa, M. (2008). Barriers to innovation and public policy in Catalonia. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 4(4), 431-451.

Seidel, M., Seidel, R., Tedford, D., Cross, R., Wait, L., & Hämmerle, E. (2009). Overcoming barriers to implementing environmentally benign manufacturing practices: Strategic tools for SMEs. *Environmental Quality Management*, 18(3), 37-55.

Service de l'Observation et des Statistiques. (2016). *Industrie et environnement [L'essentiel sur..., Environnement] : Observation et statistiques*. En ligne <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/lessentiel/s/industrie-environnement.html>, consulté le 02 août 2016.

Sharma, S., & Vredenburg, H. (1998). Proactive corporate environmental strategy and the development of competitively valuable organizational capabilities. *Strategic Management Journal*, 19(8), 729-753.

Shepherd, D. A., & DeTienne, D. R. (2005). Prior knowledge, potential financial reward, and opportunity identification. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 29(1), 91-112.

Shrivastava, P. (1995). Environmental technologies and competitive advantage. *Strategic Management Journal*, 16(S1), 183-200.

Small, K. A., & Hsiao, C. (1985). Multinomial logit specification tests. *International Economic Review*, 619-627.

Souto, J. E., & Rodriguez, A. (2015). The problems of environmentally involved firms: Innovation obstacles and essential issues in the achievement of environmental innovation. *Journal of Cleaner Production*, 101, 49-58.

Spithoven, A., Clarysse, B., & Knockaert, M. (2011). Building absorptive capacity to organise inbound open innovation in traditional industries. *Technovation*, 31(1), 10-21.

Spithoven, A., Vanhaverbeke, W., & Roijackers, N. (2013). Open innovation practices in SMEs and large enterprises. *Small Business Economics*, 41(3), 537-562.

Stavins, R. N. (2003). Experience with market-based environmental policy instruments. In K. Maler & J. Vincent (Eds) *The Handbook of environmental economics* (pp. 355-435). Amsterdam : Elsevier Science.

T

Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509-533.

Tether, B. S. (1998). Small and large firms: Sources of unequal innovations? *Research Policy*, 27(7), 725-745.

Thiétart, R.-A (2007). *Méthodes de recherche en management - 3ème édition*. Paris : Dunod.

Thorpe, R., Holt, R., Macpherson, A., & Pittaway, L. (2005). Using knowledge within small and medium-sized firms: A systematic review of the evidence. *International Journal of Management Reviews*, 7(4), 257-281.

Tilley, F. (1999). The gap between the environmental attitudes and the environmental behaviour of small firms. *Business Strategy and the Environment*, 8(4), 238-248.

Tilley, F. (2000). Small firm environmental ethics: How deep do they go? *Business Ethics: A European Review*, 9(1), 31-41.

Tiwari, R., & Buse, S. (2007). Barriers to innovation in SMEs: Can the internationalization of R&D mitigate their effects? *Proceedings of the First European Conference on Knowledge for Growth: Role and Dynamics of Corporate R&D-CONCORD 2007, October 8-9, 2007, Seville, Spain*.

Tourigny, D., & Le, C. D. (2004). Impediments to innovation faced by Canadian manufacturing firms. *Economics of Innovation and New Technology*, 13(3), 217-250.

Triebswetter, U., & Wackerbauer, J. (2008). Integrated environmental product innovation in the region of Munich and its impact on company competitiveness. *Journal of Cleaner Production*, 16(14), 1484-1493.

Triguero, A., Moreno-Mondéjar, L., & Davia, M. A. (2013). Drivers of different types of eco-innovation in European SMEs. *Ecological Economics*, 92, 25-33.

Triguero, A., Moreno-Mondéjar, L., & Davia, M. A. (2014). The influence of energy prices on adoption of clean technologies and recycling: Evidence from European SMEs. *Energy Economics*, 46, 246-257.

Triguero, A., Moreno-Mondéjar, L., & Davia, M. A. (2016). Leaders and laggards in environmental innovation: An empirical analysis of SMEs in Europe. *Business Strategy and the Environment*, 25(1), 28-39.

U

Unger, J. M., Rauch, A., Frese, M., & Rosenbusch, N. (2011). Human capital and entrepreneurial success: A meta-analytical review. *Journal of Business Venturing*, 26(3), 341-358.

V

van de Vrande, V., de Jong, J. P. J., Vanhaverbeke, W., & de Rochemont, M. (2009). Open innovation in SMEs: Trends, motives and management challenges. *Technovation*, 29(6-7), 423-437.

van Dijken, K., Prince, Y., Wolters, T. J., Frey, M., Mussati, G., Kalff, P., ... Meredith, S. (1999). *Adoption of environmental innovations: The dynamics of innovation as interplay between business competence, environmental orientation and network involvement* (Vol. 2). Dordrecht : Kluwer Academic Publisher.

Veugelers, R., & Cassiman, B. (1999). Make and buy in innovation strategies: Evidence from Belgian manufacturing firms. *Research Policy*, 28(1), 63-80.

W

Wagner, M. (2003). *The Porter hypothesis revisited: A literature review of theoretical models and empirical tests*. Germany : Universitat Luneburg, Centre for Sustainability Management (CSM).

Wagner, M. (2007). On the relationship between environmental management, environmental innovation and patenting: Evidence from German manufacturing firms. *Research Policy*, 36(10), 1587-1602.

Wagner, M. (2008). Empirical influence of environmental management on innovation: Evidence from Europe. *Ecological Economics*, 66(2), 392-402.

Wagner, M. (2010). Corporate social performance and innovation with high social benefits: A quantitative analysis. *Journal of Business Ethics*, 94(4), 581-594.

Walker, B., Redmond, J., Sheridan, L., Wang, C., & Goett, U. (2008). *Small and medium enterprises and the environment: Barriers, drivers, innovation and best practice. A review of the literature.* Perth : Small and Medium Enterprises Research Centre, Edith Cowan University.

Ward, J. H. J. (1963). Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association*, 58(301), 236-244.

Wernerfelt, B. (1984). A Resource-based view of the firm. *Strategic Management Journal*, 5(2), 171-180.

Williams, S., & Schaefer, A. (2013). Small and medium-sized enterprises and sustainability: Managers' values and engagement with environmental and climate change issues. *Business Strategy and the Environment*, 22(3), 173-186.

Williamson, D., & Lynch-Wood, G. (2001). A new paradigm for SME environmental practice. *The TQM Magazine*, 13(6), 424-433.

Williamson, D., Lynch-Wood, G., & Ramsay, J. (2006). Drivers of environmental behaviour in manufacturing SMEs and the implications for CSR. *Journal of Business Ethics*, 67(3), 317-330.

Wilson, C. D. H., Williams, I. D., & Kemp, S. (2012). An evaluation of the impact and effectiveness of environmental legislation in small and medium-sized enterprises: Experiences from the UK. *Business Strategy and the Environment*, 21(3), 141-156.

Wooldridge, J. M. (2002). Inverse probability weighted M-estimators for sample selection, attrition, and stratification. *Portuguese Economic Journal*, 1(2), 117-139.

Worthington, I., & Patton, D. (2005). Strategic intent in the management of the green environment within SMEs: An analysis of the UK screen-printing sector. *Long Range Planning*, 38(2), 197-212.

X

Xu, S., Walker, H., Nairn, A., & Johnsen, T. (2007). A network approach to understanding « Green buying »: A literature review. Présenté à 23rd IMP Conference, 2007, Manchester, United Kingdom.

Y

Yarahmadi, M., & Higgins, P. G. (2012). Motivations towards environmental innovation: A conceptual framework for multiparty cooperation. *European Journal of Innovation Management*, 15(4), 400-420.

Z

Zahra, S. A., & Covin, J. G. (1993). Business strategy, technology policy and firm performance. *Strategic Management Journal*, 14(6), 451-478.

Zaltman, G., Duncan, R., & Holbek, J. (1973). *Innovations and organizations*. New York : Wiley.

Zhu, Y., Wittmann, X., & Peng, M. W. (2012). Institution-based barriers to innovation in SMEs in China. *Asia Pacific Journal of Management*, 29(4), 1131-1142.

Ziegler, A., & Rennings, K. (2004). *Determinants of environmental innovations in Germany: Do organizational measures matter?* ZEW – Centre for European Economic Research. Discussion paper No. 04-030.

Zieseemer, T. (2013). A Knowledge-based view of the Porter hypothesis. *Environmental Policy and Governance*, 23(3), 193-208.

Zsidisin, G. A., & Siferd, S. P. (2001). Environmental purchasing: A framework for theory development. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 7(1), 61-73.

Liste des tableaux

Tableau 1. Entreprises industrielles françaises innovantes en matière technologique, organisationnelle, marketing ou environnementale (de 2006 à 2008).....	19
Tableau 2. Répartition des bénéfices environnementaux des entreprises françaises innovantes environnementalement (de 2006 à 2008)	19
Tableau 3. Termes et définitions de l'innovation environnementale et des notions associées	46
Tableau 4. Synthèse des paradigmes épistémologiques considérés	99
Tableau 5. Type d'innovation des PME.....	107
Tableau 6. Test de Small-Hsiao.....	109
Tableau 7. Type d'innovation des PME.....	110
Tableau 8. Tests VIF	111
Tableau 9. Valeurs des critères KMO	113
Tableau 10. Index de Caliński et Harabasz	114
Tableau 11. Biais limitant la validité interne.....	124
Tableau 12. Composition de l'échantillon régional selon le secteur d'activité	127
Tableau 13. Composition de l'échantillon régional selon la taille	127
Tableau 14. Composition de l'échantillon basé sur <i>CIS</i> 2008 selon la taille	128
Table 15. Variables in the multinomial logit model	160
Table 16. Sample composition.....	161
Table 17. Definitions of barriers (outcomes).....	164
Table 18. Results of the multinomial logit model.....	165
Table 19. Descriptive statistics of barriers.....	166
Table 20. Comparison of the perceived barriers (ATET)	167
Tableau 21. Distribution de l'échantillon	193

Liste des tableaux

Tableau 22. Variables utilisées dans les estimations.....	196
Tableau 23. Résultats des modèles.....	201
Table 24. Principal component analysis	228
Table 25. Description of the clusters	232
Tableau 26. Déterminants des innovations technologiques et environnementales	249
Tableau 27. Répartition des PME et des grandes entreprises par profil stratégique ...	256
Tableau 28. Synthèse des principaux résultats	260

Liste des illustrations

Figure 1. Part de l'industrie dans l'économie française.....	13
Figure 2. Emissions mondiales de CO ₂ par pays en 2014	16
Figure 3. Emissions de gaz à effet de serre par activité économique en France, 2012 .	16
Figure 4. Thèse défendue et démarche générale de la thèse.....	34
Figure 5. Représentation schématique de l'hypothèse de Porter.....	56
Figure 6. Effets associés à l'hypothèse de Porter	58
Figure 7. Déterminants des innovations environnementales	69
Figure 8. Modèle conceptuel de l'innovation environnementale	90
Figure 9. Cohérence de la démarche d'accès au réel	135
Figure 10. Positionnement de l'article 1 dans le cadre conceptuel général.....	142
Figure 11. Positionnement de l'article 2 dans le cadre conceptuel général.....	180
Figure 12. Positionnement de l'article 3 dans le cadre conceptuel général.....	213
Figure 13. Axes d'analyse des quatre articles	248

Annexes

Annexe A. Questionnaire de l'enquête <i>ad hoc</i> régionale.....	310
Annexe B. Questionnaire de l'enquête <i>CIS</i> 2008 française (Industrie)	322

Annexe A. Questionnaire de l'enquête ad hoc régionale



Les freins et leviers à la croissance
des entreprises de Rhône-Alpes

Bonjour, nous vous remercions de participer à l'enquête portant sur les freins et les leviers à la croissance des entreprises de Rhône-Alpes. Pour le bon déroulement de l'enquête, nous vous demandons de ne pas utiliser la touche "ENTRER" tout au long de la saisie du questionnaire. Merci.

1. Vous êtes :	<input type="radio"/> Dirigeant <input type="radio"/> Membre de l'équipe de direction (autre que dirigeant) <input type="radio"/> Autre
2. Quelle est votre fonction ?	<input type="text"/>
3. Quel est le type de votre entreprise en 2012 ?	<input type="radio"/> Une entreprise indépendante <input type="radio"/> Une tête de groupe <input type="radio"/> Une filiale de groupe
4. Dans quel pays est installé le siège social du groupe qui vous contrôle ?	<input type="radio"/> En France <input type="radio"/> Dans un autre pays
5. Dans quel autre pays ?	<input type="text"/>
6. Dans quel département est installé le siège social du groupe qui vous contrôle ?	<input type="text"/>
<i>Dans le cas où votre entreprise appartient à un groupe, veuillez ne prendre en compte dans vos réponses que l'activité de votre entreprise (unité légale).</i>	
7. Quel était le nombre total de salariés de votre entreprise au dernier exercice comptable, en 2011 ?	<input type="text"/>
<i>Nombre de salariés exprimé en équivalents temps plein</i>	
8. Combien de salariés composent l'équipe de direction de l'entreprise ?	<input type="text"/>
9. Quel chiffre d'affaires avez-vous réalisé en 2011 ?	<input type="text"/>
<i>Chiffre d'affaires exprimé en milliers d'euros</i>	
10. Vous diriez aujourd'hui que votre entreprise offre :	<input type="radio"/> Un seul produit/service (y compris ses déclinaisons) <input type="radio"/> Plusieurs produits/services relevant d'un même secteur d'activité <input type="radio"/> Plusieurs produits/services relevant de secteurs d'activité différents

Les freins et leviers à la croissance
des entreprises de Rhône-Alpes

STRATEGIE ET ORGANISATION

11. Quel est l'objectif prioritaire de votre entreprise ?

Aucun objectif prioritaire La croissance de l'activité L'arrêt de l'activité
 Le maintien de l'activité La réduction de l'activité La cession de l'entreprise

Qui est chargé des fonctions ou processus suivants dans votre entreprise ?

	Le(s) dirigeant(s)	Un responsable de service dédié	Un prestataire externe	L'entreprise n'est pas concernée
12. Production	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Commercial / Ventes / Marketing / SAV	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Comptabilité / Finances / Contrôle de gestion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Recherche et développement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Gestion des ressources humaines	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Logistique / Système d'information	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Développement international	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Dans quelle mesure les conditions suivantes sont-elles appliquées dans votre organisation ?

	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Moyennement d'accord	Plutôt d'accord	Tout à fait d'accord
19. Pour la plupart des tâches, il y a des principes et des règles bien définis	<input type="radio"/>				
20. Les décisions prises dans l'entreprise sont étroitement surveillées pour s'assurer que les principes et/ou règles sont suivis	<input type="radio"/>				
21. Pour la plupart des situations, il y a des manuels qui définissent les lignes de conduite à suivre	<input type="radio"/>				
22. Il y a des descriptions de poste pour la plupart des postes	<input type="radio"/>				
23. Chacun a un travail bien défini et spécifique à faire	<input type="radio"/>				

24. Votre entreprise a-t-elle déjà pris le contrôle/acheté d'autres entreprises ?

Non
 Oui, une entreprise concurrente ou du même métier que le vôtre
 Oui, une entreprise située en amont (un fournisseur) ou en aval de votre activité (un distributeur, un client)
 Oui, une entreprise située dans une autre activité

STRATEGIE ET ORGANISATION

Les freins et leviers à la croissance des entreprises de Rhône-Alpes

Votre entreprise coopère-t-elle avec d'autres entreprises (ou organismes)?					
	Non	Oui, partenaires situés dans la même région que votre entreprise	Oui, partenaires situés en dehors de la région Rhône-Alpes	Oui, partenaires situés en Europe	Oui, autres partenaires étrangers
25. Pour ses activités d'achat ou d'approvisionnement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26. Pour ses activités de conception ou R&D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27. Pour ses activités de marketing, distribution ou ventes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28. Si vous n'avez aucune coopération, indiquez les raisons principales :					
<input type="checkbox"/> Votre entreprise est trop petite		<input type="checkbox"/> Votre entreprise juge de telles relations trop contraignantes			
<input type="checkbox"/> Votre entreprise juge de telles relations peu rentables (coûts trop élevés)		<input type="checkbox"/> Votre entreprise ne dispose pas des ressources suffisantes			
<input type="checkbox"/> Vos expériences précédentes n'ont pas été concluantes		<input type="checkbox"/> Votre entreprise est en train de mettre en place de telles relations			
<input type="checkbox"/> Votre entreprise n'en a pas ressenti le besoin		<input type="checkbox"/> Vous ne savez pas à qui vous adresser			
<input type="checkbox"/> Autre		29. Si 'Autre', précisez : <input type="text"/>			
30. Etes-vous sous-traitant pour tout ou partie de votre production ? (conception partagée, partenariat, sous-traitance avec ou sans achat de matières premières, travail à façon)		<input type="radio"/> Non		<input type="radio"/> Oui, pour toute la production	
		<input type="radio"/> Oui, pour une partie de la production			
31. Dans le cadre de votre activité de sous-traitance, quelle part du CA représente votre client principal ?		<input type="text"/>			
<i>Part du CA exprimée en pourcentages - Ne pas noter le signe "%" dans la réponse</i>					
32. Où se situe votre client principal ?		<input type="radio"/> Même département/même région que vous		<input type="radio"/> Autre région française	
		<input type="radio"/> En Europe		<input type="radio"/> Autre pays	
33. Dans le cadre de votre activité de sous-traitance, vos clients appartiennent-ils à :		<input type="radio"/> 1 seul secteur d'activité		<input type="radio"/> 2 à 3	
		<input type="radio"/> 4 à 5		<input type="radio"/> Plus de 5	
34. Confiez-vous des travaux à l'extérieur en tant que donneur d'ordre (production, conception, services ...) ?		<input type="checkbox"/> Non			
		<input type="checkbox"/> Oui, en raison d'une surcharge de votre capacité de production			
		<input type="checkbox"/> Oui, en raison d'un manque de compétences en interne			
		<input type="checkbox"/> Oui, par choix			
35. Quel est le montant total des travaux que vous confiez en sous-traitance industrielle ?		<input type="text"/>			
<i>Montant total exprimé en milliers d'euros</i>					
36. Ces travaux sont-ils réalisés principalement :		<input type="radio"/> En France		<input type="radio"/> A l'étranger	

Les freins et leviers à la croissance
des entreprises de Rhône-Alpes

INNOVATION

37. Au cours des trois années 2009-2011, votre entreprise a-t-elle introduit des biens ou services nouveaux ou améliorés de manière significative ? (à l'exclusion de la simple revente de biens nouveaux achetés à d'autres entreprises ou des modifications exclu

Oui Non

38. Estimez la part de votre chiffre d'affaires 2011 relative à ces innovations de biens ou services ?

Part du CA exprimée en pourcentages - Ne pas noter le signe "%" dans la réponse

39. Au cours des trois années 2009-2011, votre entreprise a-t-elle introduit des nouveautés ou des améliorations significatives concernant ses procédés de fabrication ou de production de biens ou de services ?

Oui Non

Ces innovations ont-elles apporté des bénéfices environnementaux ? (ex : réduction de la consommation d'énergie, réduction des émissions de CO2, recyclage des déchets, etc.)

	Oui	Non
40. Pour votre entreprise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
41. Pour vos clients	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

42. Votre entreprise dispose-t-elle de procédures pour mesurer régulièrement et réduire son impact sur l'environnement ? (audits environnementaux, fixation d'objectifs de performance environnementale, certification ISO 14001, etc.)

- Non Oui, mises en place ou améliorées significativement après janvier 2009
- Oui, mises en place avant janvier 2009

Dans quelle mesure les facteurs suivants ont-ils freiné vos activités ou vos projets d'innovation ?

	Très faiblement	Faiblement	Moyennement	Fortement	Très fortement	Facteur non rencontré
43. Manque de sources internes de financement	<input type="radio"/>					
44. Manque de sources externes de financement	<input type="radio"/>					
45. Coûts de l'innovation trop importants	<input type="radio"/>					
46. Manque de personnel qualifié	<input type="radio"/>					
47. Manque d'informations sur la technologie	<input type="radio"/>					
48. Manque d'informations ou de visibilité sur les marchés	<input type="radio"/>					
49. Difficultés à trouver/gérer des partenaires de coopération pour l'innovation	<input type="radio"/>					
50. Marché dominé par des entreprises établies	<input type="radio"/>					
51. Incertitude de la demande en biens ou services innovants	<input type="radio"/>					

INNOVATION

**Les freins et leviers à la croissance
des entreprises de Rhône-Alpes**

En 2011, votre entreprise a-t-elle :			
	Oui	Non	
52. Réalisé de la R&D en interne (y.c. les dépenses d'investissement en construction et équipement spécifiquement consacrées aux activités de R&D)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
53. Acquis de la R&D réalisée en externe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
En 2011, votre entreprise a-t-elle bénéficié de subventions, prêts, avances remboursables et aides directes pour ses activités d'innovation :			
	Oui	Non	
54. Des autorités locales ou régionales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
55. Des organismes nationaux (y compris ministères, DRIRE, OSEO, ANR...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
56. De l'Union Européenne	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
57. Si oui, quel est le montant de ces aides ?			<input type="text"/>
<i>Montant des aides exprimé en milliers d'euros</i>			
Entre 2009 et 2011, votre entreprise a-t-elle bénéficié de mesures d'exonération sociales et fiscales pour ses activités d'innovation ?			
	Oui	Non	
58. Du Crédit Impôt Recherche	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
59. Des mesures d'exonération fiscales et d'allègement de charges sociales liées au dispositif " Jeunes entreprises innovantes "	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
60. D'autres mesures d'exonération sociale et fiscale	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
61. Si oui, quel est le montant de ces exonérations ?			<input type="text"/>
<i>Montant des exonérations exprimé en milliers d'euros</i>			
62. Votre entreprise est-elle membre d'un pôle de compétitivité ?			<input type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non
Au cours des années 2009 à 2011, avez-vous (votre entreprise ou votre groupe pour le compte de votre entreprise) utilisé l'un des moyens de protection suivants :			
	Non	Oui, protection nationale	Oui, protection dans plusieurs pays
63. Dépôt de brevet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
64. Dépôt de dessin et modèle	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
65. Dépôt de marque	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
66. Droits d'auteur, copyrights	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
67. Enveloppe Soleau	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Les freins et leviers à la croissance
des entreprises de Rhône-Alpes

Quelle est approximativement la structure du capital social de votre société aujourd'hui ? (en % de participants au capital / Total 100%)

68. Dirigeants et autres membres de l'équipe dirigeante	<input type="text"/>
69. Parents et proches (love money)	<input type="text"/>
70. Salariés	<input type="text"/>
71. Investisseurs financiers	<input type="text"/>
72. Entreprises industrielles ou commerciales	<input type="text"/>
73. Capital flottant (cas d'une société cotée)	<input type="text"/>

structure du capital exprimée en pourcentages - Ne pas noter le signe "%" dans la réponse - Le total doit être égal à 100%

74. Avez-vous cherché à obtenir un prêt en 2011 ?

- Oui
 Non

75. Pour ce prêt, à quelles sources de financement avez-vous fait appel ?

- Propriétaires, dirigeants, groupe
 Autre personnel de l'entreprise
 Famille, amis ou autres personnes physiques extérieures à l'entreprise
 Autres entreprises
 Banques
 Autres sources de prêts

Les freins et leviers à la croissance des entreprises de Rhône-Alpes

Le recours à cette(ces) source(s) de financement a-t-il été un succès ? (succès partiel signifie que vous n'avez pas obtenu l'ensemble de la somme demandée, ou pas dans les termes espérés)			
	Succès total	Succès partiel	Echec
76. Propriétaires, dirigeants, groupe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
77. Autre personnel de votre entreprise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
78. Famille, amis ou autres personnes physiques (extérieures à votre entreprise)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
79. Autres entreprises	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
80. Banques	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
81. Autres sources de prêts	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

82. Avez-vous cherché à augmenter vos fonds propres en 2011 ?	<input type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non
--	--

83. Si oui, quel était l'objet de cette augmentation de fonds propres ?	<input type="checkbox"/> Survie de l'entreprise <input type="checkbox"/> Investissement de renouvellement <input type="checkbox"/> Investissement de développement
--	--

84. Pour cette augmentation de fonds propres, à quelle source de financement avez-vous fait appel ?	<input type="checkbox"/> Associés ou actionnaires actuels <input type="checkbox"/> Dirigeant qui ne détenait pas encore de parts sociales ou d'actions <input type="checkbox"/> Autre personnel de l'entreprise <input type="checkbox"/> Fonds de capital-risque <input type="checkbox"/> Investisseurs providentiels (business-angels) <input type="checkbox"/> Famille, amis ou autres personnes physiques <input type="checkbox"/> Introduction sur le marché ou augmentation de capital en bourse <input type="checkbox"/> Autres entreprises <input type="checkbox"/> Banques <input type="checkbox"/> Entités publiques, parapubliques ou fonds structurels (Etats, régions, OSEO, CDC, etc...)
--	--

Les freins et leviers à la croissance des entreprises de Rhône-Alpes

Le recours à cette(ces) source(s) de financement a-t-il été un succès ? (succès partiel signifie que vous n'avez pas obtenu l'ensemble de la somme demandée, ou pas dans les termes espérés)

	Succès total	Succès partiel	Echec
85. Associés ou actionnaires actuels	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
86. Dirigeant qui ne détenait pas encore de part sociale ou d'action	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
87. Autre personnel de l'entreprise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
88. Fonds de capital-risque	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
89. Investisseurs providentiels (business angels)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
90. Famille, amis ou autres personnes physiques extérieures à votre entreprise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
91. Introduction sur le marché ou augmentation de capital en bourse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
92. Autres entreprises	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
93. Banques	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
94. Entités publiques, parapubliques ou fonds structurels (Etats, régions, OSEO, CDC etc...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

95. Avez-vous cherché à obtenir d'autres sources de financement en 2011 ?

Oui

Non

96. Quelles sont ces autres sources de financement ?

- Crédit-bail, location-vente (leasing)
- Affacturage, découverts bancaires, lignes de crédit
- Prêts participatifs d'entités publiques ou parapubliques françaises (Etat, région, OSEO, CDC, etc...)
- Autres prêts bonifiés ou cofinancés par des entités publiques ou parapubliques françaises (Etat, région, OSEO, CDC, etc...)
- Crédit commercial (fournisseurs) ou avances de paiement des clients

**Les freins et leviers à la croissance
des entreprises de Rhône-Alpes**

Le recours à cette(ces) autre(s) source(s) de financement a-t-il été un succès ? (succès partiel signifie que vous n'avez pas obtenu l'ensemble de la somme demandée, ou pas dans les termes espérés)

	Succès total	Succès partiel	Echec
97. Crédit-bail, location-vente (leasing)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
98. Affacturation, Découverts bancaires ou lignes de crédit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
99. Prêts participatifs d'entités publiques ou parapubliques françaises (Etat, région, OSEO, CDC etc...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
100. Autres prêts bonifiés ou cofinancés par des entités publiques ou parapubliques françaises (Etat, région, OSEO, CDC etc...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
101. Crédit commercial (fournisseurs) ou avances de paiement des clients	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

102. Combien avez-vous de banques partenaires ?

103. Si vous avez plusieurs banques, bénéficiez-vous d'un pool formel de banques ? Oui Non

104. Avez-vous une banque principale ? Oui Non

105. Si oui, depuis quelle année ?

106. En 2012, de quels modes de financement pensez-vous avoir besoin ?

- Aucun besoin de financement
- Augmentation des fonds propres
- Prêts
- Autres modes de financement

107. Si 'autres', précisez lesquels

Dans quelle mesure les facteurs suivants ont-ils freiné ou freinent-ils votre développement ?

	Très faiblement	Faiblement	Moyennement	Fortement	Très fortement	Non concerné
108. Risque de dilution et de perte du pouvoir de décision	<input type="radio"/>					
109. Manque de visibilité sur la succession	<input type="radio"/>					
110. Coût du crédit trop élevé	<input type="radio"/>					

Les freins et leviers à la croissance
des entreprises de Rhône-Alpes

INTERNATIONALISATION

Si vous ne réalisez pas de chiffre d'affaires à l'étranger cliquez sur la flèche ci-contre :



111. Quelle est la part de votre CA réalisé à l'étranger ?

Part du CA exprimée en pourcentages - Ne pas noter le signe "%" dans la réponse

112. En quelle année avez-vous réalisé vos premières exportations ?

113. Quelle(s) modalité(s) de développement à l'international votre entreprise a-t-elle mis en place ?

- Exportation directe
- Exportation indirecte
- Filiale de distribution
- Filiale de production
- Cession de licence
- Joint-venture
- Autre

114. Si "Autre", précisez

115. Sur quels marchés votre entreprise est-elle présente ?

- Europe
- Amérique du nord
- Asie
- Autres pays

En 2011, votre entreprise a-t-elle bénéficié des aides à l'exportation suivantes :		
	Oui	Non
116. Garanties de crédits, caution de pré-financement ou de risque à l'export	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
117. Aides pour le développement à l'international	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
118. Accompagnement, portage à l'international	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
119. Aides à la coopération internationale	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
120. Aides régionales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
121. Aides de l'Europe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Les freins et leviers à la croissance des entreprises de Rhône-Alpes

INTERNATIONALISATION

Dans quelle mesure les facteurs suivants ont-ils freiné ou freinent-ils votre internationalisation ?						
	Très faiblement	Faiblement	Moyennement	Fortement	Très fortement	Non concerné
122. Manque de capitaux propres ou difficultés d'accès à des financements	<input type="radio"/>					
123. Coût du processus d'internationalisation	<input type="radio"/>					
124. Manque de compétences spécialisées en interne	<input type="radio"/>					
125. Manque de visibilité des dispositifs d'aide et d'accompagnement	<input type="radio"/>					
126. Manque de collaboration avec les grands groupes	<input type="radio"/>					
127. Difficulté à identifier et à collaborer avec des partenaires sur place	<input type="radio"/>					
128. Absence ou insuffisance de réseaux et de relais sur place	<input type="radio"/>					
129. Connaissances insuffisantes des pratiques des affaires sur les marchés visés	<input type="radio"/>					
130. Connaissance insuffisantes des différences culturelles sur les marchés visés	<input type="radio"/>					
131. Risque d'imitation, de piratage, copie de procédés, techniques	<input type="radio"/>					
132. Barrières tarifaires et non tarifaires sur les marchés visés	<input type="radio"/>					
133. Manque d'envie, de motivation pour aller à l'international	<input type="radio"/>					
134. Dissuasion de l'entourage (famille, actionnaires...)	<input type="radio"/>					
135. Culture d'entreprise peu tournée à l'international	<input type="radio"/>					

Les freins et leviers à la croissance
des entreprises de Rhône-Alpes

CARACTERISTIQUES DU DIRIGEANT

Quel est votre sexe ?	<input type="radio"/> Masculin <input type="radio"/> Féminin
Quelle est votre année de naissance ?	<input type="text"/>
Etes-vous le créateur ou le repreneur de cette entreprise ?	<input type="radio"/> Créateur <input type="radio"/> Repreneur familial (membre de la famille des anciens propriétaires) <input type="radio"/> Repreneur interne (ancien salarié de l'entreprise reprise) <input type="radio"/> Repreneur externe (repeneur sans lien direct avec l'entreprise reprise) <input type="radio"/> Ni l'un, ni l'autre
Avant de diriger cette entreprise, avez-vous travaillé dans le même secteur d'activité ?	<input type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non
Si oui, combien d'années avez-vous travaillé dans ce secteur (y.c. les années d'expérience dans la présente entreprise) ?	<input type="text"/>
Avant de diriger cette entreprise, avez-vous travaillé dans une grande entreprise ?	<input type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non
Avant de diriger cette entreprise, avez-vous bénéficié d'une formation initiale et/ou d'une expérience professionnelle antérieure significative dans le domaine de la gestion, du marketing et/ou du management ?	<input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Une formation initiale dans le domaine de la gestion, du marketing et/ou du management <input type="checkbox"/> Une expérience professionnelle significative dans le domaine de la gestion, du marketing et/ou du management
Quel est votre niveau de formation initiale ?	<input type="radio"/> Autodidacte <input type="radio"/> CAP/BEP <input type="radio"/> BAC <input type="radio"/> BAC +2 <input type="radio"/> Bac +3 <input type="radio"/> Bac +4 <input type="radio"/> Bac +5 <input type="radio"/> Doctorat



L'IREGE vous remercie pour votre participation

Annexe B. Questionnaire de l'enquête CIS 2008 française (Industrie)



Enquête **2008**
Innovation



Vu l'avis favorable du Conseil National de l'Information Statistique, cette enquête, reconnue d'intérêt général et de qualité statistique, est obligatoire. Visa n° 200 X 111 IN du Ministre de l'Économie, de l'Industrie et de l'Emploi, valable pour les années 200X et 200X. Aux termes de l'article 6 de la loi n° 51-711 du 7 juin 1951 modifiée sur l'obligation, la coordination et le secret en matière de statistique, les renseignements transmis en réponse au présent questionnaire ne sauraient en aucun cas être utilisés à des fins de contrôle fiscal ou de répression économique. L'article 7 de la loi précitée stipule d'autre part que tout défaut de réponse ou une réponse sciemment inexacte peut entraîner l'application d'une amende administrative. La loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 modifiée, relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés, s'applique aux réponses faites à la présente enquête par les entreprises individuelles. Elle leur garantit un droit d'accès et de rectification pour les données les concernant. Ce droit peut être exercé auprès de l'INSEE.

La présente enquête collecte des informations sur des produits ou des procédés nouveaux / innovation de produits et de procédés, ainsi que sur des innovations d'organisation et de marketing introduites au cours des trois années 2006 à 2008. La plupart des questions porte sur l'introduction de biens ou services et sur la mise en œuvre de procédés ou de méthodes de logistiques et de distribution, nouveaux ou modifiés de manière significative. **Les innovations d'organisation ou de marketing font l'objet des sections 8 et 9.**

Les termes de produits, de procédés, méthode en organisation ou en marketing sont employés ici comme des termes génériques. Nous vous demandons de bien vouloir vous reporter à la notice explicative pour une définition précise de ces termes accompagnée d'exemples.

1. Informations générales sur l'entreprise (voir notice)

1.1 En 2008, votre entreprise faisait-elle partie d'un groupe et/ou d'un réseau d'enseigne ?

- a - Elle faisait partie d'un groupe Oui Non
 a1 - Si Oui, dans quel pays se trouve l'entreprise à la tête de votre groupe ?
- b - Elle faisait partie d'un réseau d'enseigne (y compris groupement coopératif ou mutualiste) Oui Non
 b1 - Si Oui, dans quel pays se trouve l'entreprise à la tête de votre réseau d'enseigne ?

Dans le cas où votre entreprise appartient à un groupe et/ou un réseau d'enseigne : veuillez ne prendre en compte dans votre réponse que l'activité de votre entreprise (unité légale).

1.2 Au cours des trois années 2006 à 2008, sur quels marchés géographiques votre entreprise a-t-elle vendu des biens ou des services ?

- | | | | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|--|--------------------------|--------------------------|
| | Oui | Non | | Oui | Non |
| a - Marché local / régional en France | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | c - Autres pays de l'UE, pays de l'AELE ou pays candidats à l'UE * | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| b - Marché national (autres régions en France) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | d - Autres pays | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

* Autres pays de l'Union européenne (UE), pays de l'AELE ou pays candidats à l'UE : Allemagne, Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Liechtenstein, Lituanie, Luxembourg, Macédoine, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse et Turquie.

Laquelle de ces aires géographiques représente votre marché le plus important en termes de chiffre d'affaires au cours des trois années 2006 à 2008 ? (Cochez la case correspondante) a b c d

2. Innovation de produits (biens ou services) (voir notice)

Une innovation de produits (biens ou services) est l'introduction sur le marché d'un produit (bien ou service) nouveau ou significativement amélioré au regard de ses caractéristiques essentielles, du produit (bien ou service), de sa convivialité (facilité d'usage), ses composants ou sous-systèmes intégrés.

- Les innovations de produits (biens ou services) doivent être nouvelles pour votre entreprise, mais il n'est pas nécessaire qu'elles soient nouvelles pour votre marché.
- Les innovations de produits (biens ou services) peuvent avoir été développées à l'origine par votre entreprise ou d'autres entreprises.

2.1 Au cours des trois années 2006 à 2008, votre entreprise a-t-elle introduit :

- a - des **biens nouveaux ou améliorés** de façon significative (à l'exclusion de la simple revente en l'état de nouveaux biens achetés à d'autres entreprises et des modifications exclusivement esthétiques ou de simple conditionnement) ? Oui Non
- b - des **services nouveaux ou améliorés** de façon significative ? Oui Non

**Si vous avez répondu "Non" à chacune de ces deux questions, veuillez passer à la section 3.
 Dans le cas contraire veuillez poursuivre.**

Enquête
Innovation
1

Réf : 10843 / 732 021 126

6. Sources d'information et de coopération (voir notice)

6.1 Au cours des trois années 2006 à 2008, quelles ont été vos principales sources d'information pour vos activités d'innovation ?

		Degré d'importance			
		<i>Cochez la case "sans objet" si la source citée n'a pas permis d'obtenir d'information ou n'a pas été utilisée.</i>			
		Élevé	Moyen	Faible	Sans objet
Sources propres	a - Sources internes au sein de votre entreprise, de votre groupe ou votre réseau d'enseigne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Sources de marché				
	b - Fournisseurs d'équipements, matériel, composants ou logiciels	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	c - Clients ou consommateurs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	d - Concurrents ou autres entreprises de votre secteur d'activité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	e - Consultants, laboratoires commerciaux ou privés, organismes privés de R&D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sources institutionnelles	f - Universités ou établissements d'enseignement supérieur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	g - Organismes publics de R&D ou instituts privés à but non lucratif	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Autres sources	h - Conférences, foires commerciales, expositions	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	i - Revues scientifiques et publications professionnelles / commerciales / techniques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	j - Associations professionnelles et industrielles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6.2 Au cours des trois années 2006 à 2008, votre entreprise a-t-elle coopéré avec d'autres entreprises ou organismes pour ses activités d'innovation ?

Oui Non (si vous avez coché non, passez directement à la section 7)

6.3 Si Oui, avec quel(s) partenaire(s) et dans quel(s) pays ?

(Plusieurs réponses possibles : cochez toutes les cases pertinentes)

	Même région que vous	France, en dehors de votre région	Reste de l'Europe ¹	États-Unis	Chine ou Inde	Autres pays
a - Autres entreprises de votre groupe ou de votre réseau d'enseigne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b - Fournisseurs d'équipements, matériels, composants, logiciels	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c - Clients ou consommateurs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d - Concurrents ou autres entreprises de votre secteur d'activité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e - Consultants, laboratoires commerciaux ou privés, organismes privés de R&D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f - Universités, établissements d'enseignement supérieur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g - Organismes publics de R&D ou instituts privés à but non lucratif	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¹ au sens géographique

6.4 Avec quel type de partenaire, la coopération a-t-elle été la plus fructueuse ?

(Indiquez la lettre correspondante)

7. Objectifs des innovations introduites dans les années 2006 à 2008

7.1 Objectifs de vos innovations de produits et de procédés introduites dans les années 2006 à 2008

Si votre entreprise a introduit plusieurs innovations de produits et de procédés, faites une évaluation générale

	Degré d'importance			
	Élevé	Moyen	Faible	Sans objet
a - Élargir la gamme des produits (biens ou services)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b - Remplacer les produits ou procédés dépassés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c - Conquérir de nouveaux marchés (aires géographiques)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d - Accroître les parts de marché	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e - Améliorer la qualité des produits (biens ou services)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f - Améliorer la flexibilité de la production ou de la fourniture de services	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g - Augmenter la capacité de production de biens ou de la fourniture de services	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h - Améliorer les aspects liés à la santé ou à la sécurité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i - Réduire le coût du travail par unité produite	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Réf : 10843 / 732 021 126

10. Niveau de prise de décision pour les projets d'innovation (voir notice)

10.1 A quel niveau sont prises les décisions de réaliser, ou non, un projet concernant :

(Plusieurs réponses possibles : cochez toutes les cases pertinentes)

	Groupe ou réseau d'enseigne	Entreprise	Etablissement
a - les innovations de produits, biens ou services ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b - les innovations de procédés ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c - les innovations d'organisation ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d - les innovations de marketing ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

11. Innovation apportant des bénéfices environnementaux (voir notice)

Une innovation environnementale se définit comme l'introduction d'un produit (bien ou service), d'un procédé, d'une méthode d'organisation ou de marketing nouveau ou amélioré significativement, qui génère un bénéfice environnemental comparé aux alternatives existantes.

- Les bénéfices environnementaux peuvent être l'objectif principal de l'innovation ou le résultat d'une innovation visant d'autres objectifs.
- Les bénéfices environnementaux peuvent être dégagés au cours du processus de production du bien ou du service ou lors de son utilisation.

Les questions 11.1 et 11.2 portent sur les innovations environnementales introduites entre 2006 et 2008. L'existence de procédures mises en place depuis plus de trois ans fait l'objet de la question 11.3.

11.1a Au cours des trois années 2006 à 2008, votre entreprise a-t-elle introduit une innovation de produits (biens ou services), de procédés, d'organisation ou de marketing apportant des bénéfices environnementaux dégagés par votre entreprise au cours du processus de production de biens ou de services ?

	Oui	Non
1 - Réduction de l'utilisation de matières (y compris emballage) par unité produite	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 - Réduction de la consommation d'énergie par unité produite	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 - Réduction des émissions de CO ₂ de votre entreprise	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 - Remplacement de matières premières polluantes ou substitution de produits dangereux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 - Réduction de la pollution des sols de l'eau ou de l'air	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 - Recyclage des déchets, de l'eau ou de matières premières	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

11.1b Au cours des trois années 2006 à 2008, votre entreprise a-t-elle introduit une innovation de produits (biens ou services), de procédés, d'organisation ou de marketing apportant des bénéfices environnementaux dégagés lors de l'utilisation par le consommateur ?

	Oui	Non	sans objet
1 - Réduction de la consommation d'énergie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 - Réduction de la pollution des sols, de l'eau ou de l'air	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 - Recyclage du produit amélioré après usage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

11.2 Au cours des trois années 2006 à 2008, votre entreprise a-t-elle introduit une innovation environnementale en réponse à :

	Oui	Non
a - des réglementations environnementales existantes ou des taxes sur la pollution ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b - des réglementations environnementales ou des taxes dont vous attendez une future application ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c - l'existence d'aides gouvernementales, de subventions ou d'autres incitations financières pour les innovations environnementales ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d - une demande de vos clients pour des innovations environnementales ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e - la mise en place d'un code de bonnes pratiques environnementales dans votre secteur d'activité ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f - un objectif de réduction des coûts ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

11.3 Votre entreprise dispose-t-elle de procédures pour mesurer régulièrement et réduire l'impact de votre entreprise sur l'environnement ? (préparation d'audits environnementaux, fixation d'objectifs de performances environnementaux, certification ISO 14001, etc.)

a - Oui : mis en place avant janvier 2006 b - Oui : mis en place ou amélioré significativement après janvier 2006 c - Non

12. Principale innovation au cours des trois années 2006 à 2008

Si vous avez répondu "Oui" à l'un des items des questions 2.1, 3.1, 4.1, 8.1 ou 9.1

12.1 Pouvez-vous décrire votre principale innovation au cours des trois années 2006 à 2008 ?

.....

12.2 Comment qualifiez-vous cette innovation ?

(plusieurs réponses possibles : cochez toutes les cases pertinentes)

Innovation de : a - produits b - procédés c - organisation d - marketing

MERCI d'avoir bien voulu compléter ce questionnaire

Cadre 11

Question 11.1b : l'innovation apporte un bénéfice environnemental dégagé lors de l'utilisation par le consommateur si le produit (bien ou service) permet un meilleur recyclage, une moindre consommation ou amène une pollution des sols, de l'eau ou de l'air moins forte que votre ancien produit. Les bénéfices environnementaux apportés par votre produit mais dégagés par d'autres entreprises avant la vente du produit final ne doivent pas être intégrés.

Précisions et exemples

«Sites internet» et autres utilisations de réseaux d'information électronique

S'agissant de la mise en œuvre de solutions faisant appel à Internet ou à d'autres réseaux d'information électronique et notamment les «sites internet», on distinguera :

- les sites ou supports d'information commerciale relevant des innovations de marketing,
- les sites ou supports permettant la mise en œuvre de la relation avec la clientèle (commande électronique et interfaces de relation-client liées à la vente des produits) relevant des innovations de produits,
- les sites ou supports permettant ou nécessitant la mise en œuvre de tout ou partie des procédés de l'entreprise (hors commande et interfaces de relation-client liées à la vente des produits) qui relèvent des innovations de procédés.

Industries agricoles et alimentaires

Bien noter que les innovations d'emballage sont souvent associées à de nouveaux procédés (éventuellement de nouveaux produits) et doivent donc être incluses le cas échéant à la fois comme innovations de marketing et de procédé (éventuellement de produit).

Exemples d'innovations

Ces exemples visent à illustrer les définitions et à les compléter mais ne peuvent les remplacer.

Les innovations de produits...

...peuvent résulter d'une combinaison (nouvelle) ...	<i>Lecteur portable MP3.</i>	Essentiellement une innovation par combinaison de techniques ou technologies existantes (standards de compression numérique, technologie des disques durs de formats réduits).
... ou de l'introduction d'un nouveau composant ou sous-système...	<i>ABS, GPS dans l'automobile.</i>	Dans certaines activités l'innovation peut résulter de l'intégration d'innovations réalisées dans d'autres domaines.
... ou d'un changement dans les matériaux.	<i>Textiles «respirants».</i>	Amélioration des caractéristiques du produit, nouveaux usages.

Les innovations de procédés...

... peuvent concerner la logistique ou les méthodes de livraison, ou les activités de soutien.	<i>Utilisation de systèmes de traçage (code-barre, GPS etc.).</i>	Concerne également les flux internes de l'entreprise.
	<i>Amélioration significative des procédures de maintenance ou comptables (avec notamment recours à certaines NTI).</i>	Noter que le recours aux NTI (nouvelles technologies de l'information) ne constitue pas <i>ipso facto</i> une innovation : le changement introduit doit s'accompagner d'une amélioration significative.

Les innovations de produits et de procédés...

... incluant simultanément deux types d'innovations.	<i>Production de plats cuisinés emballés sous vide.</i>	Produits nouveaux (pour l'entreprise) et procédés de fabrication et d'emballage nouveaux.
--	---	---

Les innovations d'organisation...

... par exemple en modifiant l'organisation du travail.	<i>Equipes autonomes, cercles qualité etc.</i>	Changements ayant un impact significatif sur la productivité, le taux de rotation de la main d'œuvre ou son degré de satisfaction.
---	--	--

Les innovations de marketing...

... par exemple en créant un nouveau marché ou segment de marché.	<i>Nouvelle «ligne» de vêtements.</i>	Pas de changement significatif des caractéristiques des produits mais nouvelle présentation visant à augmenter le degré d'appel ou d'exclusivité pour un segment de marché.
---	---------------------------------------	---

Table des matières

Sommaire.....	7
Introduction générale.....	9
1. Genèse de l'objet de notre recherche.....	11
1.1 <i>Contexte de la recherche.....</i>	12
1.2 <i>Objet de la recherche.....</i>	20
1.3 <i>Enjeux de la recherche.....</i>	24
2. Architecture de la recherche.....	27
2.1 <i>Positionnement épistémologique.....</i>	27
2.2 <i>Choix méthodologiques.....</i>	29
2.3 <i>Démarche générale et plan de la thèse.....</i>	29
Chapitre 1- Définitions, déterminants et spécificités de l'innovation environnementale des PME.....	35
Introduction.....	39
1. L'innovation environnementale : un domaine de recherche récent.....	40
1.1 <i>Du développement durable aux innovations environnementales.....</i>	40
1.2 <i>Un type d'innovation avec des enjeux forts.....</i>	43
1.3 <i>Une terminologie non unifiée.....</i>	45
1.4 <i>Définitions.....</i>	49
2. L'innovation environnementale : une notion en forte évolution.....	53
2.1 <i>L'innovation environnementale conduite par la réglementation.....</i>	53
2.2 <i>L'innovation environnementale dans une approche stratégique.....</i>	59
2.3 <i>Positionnement théorique.....</i>	62
3. Spécificités de l'innovation environnementale des PME au regard de ses déterminants et de ses barrières.....	65
3.1 <i>Spécificités de l'innovation environnementale par rapport aux autres types d'innovations.....</i>	65
3.2 <i>Déterminants à l'innovation environnementale.....</i>	68

Table des matières

3.3	<i>Barrières à l'innovation environnementale</i>	74
3.4	<i>Caractéristiques des PME pour innover en matière environnementale</i>	76
	Synthèse du chapitre	86
	Modèle conceptuel	90
	Chapitre 2 - Positionnement épistémologique et méthodologie de la recherche	93
	Introduction	97
1.	Design général de la recherche	98
1.1	<i>Du positivisme aux réalismes scientifique et critique</i>	98
1.2	<i>Positionnement épistémologique retenu : le réalisme critique</i>	101
1.3	<i>Choix d'une démarche hypothético-déductive</i>	103
2.	Méthodologie de la recherche : une approche quantitative	104
2.1	<i>Intérêt et choix d'une méthodologie quantitative</i>	104
2.2	<i>Choix des méthodes économétriques et contrôle des biais potentiels</i>	106
2.2.1	Deux modèles pour étudier les déterminants et les barrières à l'innovation environnementale des PME (article 1)	106
2.2.2	Un modèle multinomial pour évaluer l'effet des sources de connaissances sur l'innovation environnementale (article 2)	109
2.2.3	Une classification pour déterminer les profils stratégiques des entreprises innovantes environnementalement (article 3).....	112
2.3	<i>Mesures de l'innovation environnementale</i>	114
2.4	<i>Présentation et intérêt des enquêtes utilisées</i>	118
2.4.1	L'enquête ad hoc régionale.....	118
2.4.2	La base de données ORBIS	121
2.4.3	L'enquête française CIS.....	121
3.	Validité et fiabilité de la méthodologie quantitative	122
3.1	<i>Validité de la recherche</i>	123
3.2	<i>Gestion des biais potentiels relatifs aux échantillons</i>	126
3.3	<i>Opérationnalisation des variables</i>	128
	Synthèse du chapitre	132
	Cohérence de la démarche	135

Chapitre 3 – Article 1137 : Barriers to environmental innovation in SMEs: Empirical evidence from French firms.....	137
Résumé étendu	141
1. Introduction.....	145
2. Antecedents of environmental innovation	147
2.1 <i>Regulation.....</i>	<i>149</i>
2.2 <i>Technology-push factors.....</i>	<i>150</i>
2.3 <i>Demand-pull factors</i>	<i>151</i>
2.4 <i>Firm characteristics.....</i>	<i>152</i>
3. Barriers to environmental innovation	152
4. Data and methods	157
4.1 <i>Data</i>	<i>157</i>
4.2 <i>Dependent variables</i>	<i>157</i>
4.3 <i>Independent variables.....</i>	<i>158</i>
4.4 <i>Sample 161</i>	
4.5 <i>Methods.....</i>	<i>161</i>
5. Findings	165
6. Discussion and conclusion.....	168
6.1 <i>Theoretical implications</i>	<i>168</i>
6.2 <i>Managerial implications.....</i>	<i>171</i>
6.3 <i>Public policy implications</i>	<i>171</i>
7. Appendices.....	173
7.1 <i>Appendix 1. Distribution by sector and size of 435 Rhône-Alpes firms (Balanced database).....</i>	<i>173</i>
7.2 <i>Appendix 2. Descriptive statistics of variables used in the multinomial logit. </i>	<i>173</i>
 Chapitre 4 - Article 2 : Aux sources des innovations environnementales et technologiques des PME	 175
Résumé étendu	179
1. Introduction.....	183
2. Cadre théorique	185

Table des matières

2.1	<i>Innovations technologiques et environnementales : définitions</i>	185
2.2	<i>Sources de connaissances internes et externes</i>	187
2.2.1	Sources de connaissances internes	187
2.2.2	Sources de connaissances externes.....	188
2.2.3	Interrelations entre les sources internes et externes de connaissances	191
3.	Données et méthodes	192
3.1	<i>Données</i>	192
3.2	<i>Variables</i>	192
4.	Résultats	198
5.	Discussion et conclusion	201
6.	Annexes	205
6.1	<i>Annexe 1 : Distribution par secteur et taille des 600 PME rhônalpines (Population mère et échantillon cylindré)</i>	205
6.2	<i>Annexe 2: Statistiques descriptives</i>	205
6.3	<i>Annexe 3. Corrélations</i>	206
6.4	<i>Annexe 4. Décision Editoriale de Management International</i>	207
Chapitre 5 - Article 3 : Strategic Profiles of French Environmentally Innovative Firms		
209		
Résumé étendu		
213		
1.	Introduction	217
2.	Theory and hypotheses	219
2.1	<i>Characteristics of environmentally innovative firms</i>	220
2.2	<i>Specific characteristics of small and large environmentally innovative firms</i>	222
3.	Data and methods	223
3.1	<i>Data</i> 223	
3.2	<i>Variables</i>	224
3.3	<i>Sample</i> 225	
3.4	<i>Methods</i>	226
3.4.1	Principal component analysis	226
3.4.2	Non-hierarchical cluster analysis.....	226

Table des matières

4.	Results	227
4.1	<i>Principal component analysis.....</i>	227
4.2	<i>Cluster analysis</i>	228
5.	Discussion and conclusion	234
5.1	<i>Theoretical implications</i>	234
5.2	<i>Managerial implications.....</i>	235
5.3	<i>Public policy implications</i>	236
6.	Appendices.....	238
6.1	<i>Appendix A. Variables in principal component analysis and clustering... 238</i>	
6.2	<i>Appendix B. Distribution by sector of 1,429 firms</i>	240
6.3	<i>Appendix C. Descriptive statistics</i>	241
Chapitre 6 - Discussion et conclusion générale		243
Introduction		247
1.	Synthèse des résultats et discussion.....	248
1.1	<i>Spécificités de l'innovation environnementale des PME et de ses déterminants par rapport à l'innovation technologique</i>	249
1.1.1	<i>Principaux résultats.....</i>	249
1.1.2	<i>Discussion.....</i>	251
1.2	<i>Spécificités de l'innovation environnementale selon le type d'entreprise 255</i>	
1.2.1	<i>Principaux résultats.....</i>	255
1.2.2	<i>Discussion.....</i>	257
2.	Apports de la recherche	261
2.1	<i>Apports théoriques.....</i>	261
2.2	<i>Apports méthodologiques</i>	263
2.3	<i>Apports managériaux.....</i>	264
3.	Limites et perspectives	266
3.1	<i>Limites</i>	266
3.2	<i>Perspectives</i>	269
Bibliographie.....		273

Table des matières

Liste des tableaux.....	305
Liste des illustrations.....	307
Annexes.....	309
Table des matières	327

Résumé

Actuellement, comprendre comment les entreprises innoveront avec un impact environnemental positif dans l'optique d'un développement plus durable est une problématique essentielle pour les entreprises et la société. Néanmoins, l'innovation environnementale reste insuffisamment appréhendée. L'objectif de cette thèse est de mettre en évidence les spécificités des innovations environnementales pour les PME au regard des déterminants et des barrières perçues.

Le cadre théorique adopté est celui de l'hypothèse de Porter, pour examiner l'effet de la réglementation. Il a été enrichi par les approches *RBV* et *KBV* pour une meilleure prise en compte des capacités et ressources des PME dans leur adoption d'innovations environnementales.

Cette recherche est basée sur trois articles empiriques et une démarche quantitative qui mobilise différentes méthodes économétriques.

Trois contributions majeures sont issues de cette thèse : (1) Les PME innovantes en matière environnementale perçoivent plus de barrières, de manière plus intense et en plus grand nombre par rapport aux autres PME innovantes ou non-innovantes; (2) Les PME innovantes environnementalement font appel à plus de sources de connaissances externes vis-à-vis des autres PME; (3) Les PME peuvent adopter des innovations environnementales de manière proactive, comme les grandes entreprises, elles possèdent certaines capacités.

Ces résultats sont à l'origine de recommandations en matière de politiques publiques et managériales qui visent à une plus grande diffusion des innovations environnementales pour les PME.

Mots clés : Innovation environnementale, Innovation technologique, Déterminants, Barrières, Profil stratégique, PME

Summary

Understanding how companies innovate for positive environment impact and sustainable development is a crucial issue for business and society today. Yet, little is currently known about this particular kind of innovation. The objective of this thesis is to shed light on the specificities of environmental innovation for small and medium-sized enterprises (SMEs) in terms of determinants and perceived barriers.

The theoretical framework is based on the Porter's Hypothesis in order to examine the effect of regulation. It is enriched by the *RBV* and *KBV* approaches to better take into account SMEs' capabilities and resources in the adoption of environmental innovation.

This research is based on three empirical articles and on a quantitative approach which mobilizes several econometric methods.

This thesis contributes to three key findings: (1) Environmentally innovative SMEs perceive more barriers, in more intense and numerous ways, compared to others innovative or non-innovative SMEs; (2) Environmentally innovative SMEs utilize more external knowledge sources than other SMEs; (3) SMEs, like large firms, can adopt environmental innovations proactively because they possess certain capacities.

These results lead to public policy and managerial recommendations for more widespread and more effective environmental innovation in SMEs.

Key words: Environmental innovation, Technological innovation, Determinants, Barriers, Strategic profile, SMEs

