POLYPUBLIE
Polytechnique Montréal

POLYTECHNIQUE MONTRÉAL
UNIVERSITÉ D'INGÉNIERIE

Titre: Title: Plates-formes cycle de vie produit et performance environnementale dans les PME canadiennes

Auteur: Author: Stéphane Talbot

Date: 2005

Type: Mémoire ou thèse / Dissertation or Thesis

Référence: Citation: Talbot, S. (2005). Plates-formes cycle de vie produit et performance environnementale dans les PME canadiennes [Thèse de doctorat, École Polytechnique de Montréal]. PolyPublie. https://publications.polymtl.ca/7574/

Document en libre accès dans PolyPublie
Open Access document in PolyPublie

URL de PolyPublie: PolyPublie URL: https://publications.polymtl.ca/7574/

Directeurs de recherche: Advisors: Élisabeth Lefebvre, & Louis-André Lefebvre

Programme: Program: Non spécifié

Ce fichier a été téléchargé à partir de PolyPublie, le dépôt institutionnel de Polytechnique Montréal
This file has been downloaded from PolyPublie, the institutional repository of Polytechnique Montréal

https://publications.polymtl.ca

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

PLATES-FORMES CYCLE DE VIE PRODUIT ET PERFORMANCE ENVIRONNEMENTALE DANS LES PME CANADIENNES

STÉPHANE TALBOT
DÉPARTEMENT DE GÉNIE ÉLECTRIQUE
ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

THÈSE PRÉSENTÉE EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLÔME PHILOSOPHIAE DOCTOR (Ph.D)
(GÉNIE ÉLECTRIQUE)
FÉVRIER 2005

© Stéphane Talbot, 2005.

Library and Archives Canada

Published Heritage Branch

395 Wellington Street
Ottawa ON K1A 0N4
Canada

Bibliothèque et Archives Canada

Direction du Patrimoine de l'édition

395, rue Wellington
Ottawa ON K1A 0N4
Canada

Your file Votre référence
ISBN: 978-0-494-17016-8
Our file Notre référence
ISBN: 978-0-494-17016-8

NOTICE:
The author has granted a non-exclusive license allowing Library and Archives Canada to reproduce, publish, archive, preserve, conserve, communicate to the public by telecommunication or on the Internet, loan, distribute and sell theses worldwide, for commercial or non-commercial purposes, in microform, paper, electronic and/or any other formats.

The author retains copyright ownership and moral rights in this thesis. Neither the thesis nor substantial extracts from it may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

AVIS:
L'auteur a accordé une licence non exclusive permettant à la Bibliothèque et Archives Canada de reproduire, publier, archiver, sauvegarder, conserver, transmettre au public par télécommunication ou par l'Internet, prêter, distribuer et vendre des thèses partout dans le monde, à des fins commerciales ou autres, sur support microforme, papier, électronique et/ou autres formats.

L'auteur conserve la propriété du droit d'auteur et des droits moraux qui protège cette thèse. Ni la thèse ni des extraits substantiels de celle-ci ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans son autorisation.

In compliance with the Canadian Privacy Act some supporting forms may have been removed from this thesis.

While these forms may be included in the document page count, their removal does not represent any loss of content from the thesis.

Conformément à la loi canadienne sur la protection de la vie privée, quelques formulaires secondaires ont été enlevés de cette thèse.

Bien que ces formulaires aient inclus dans la pagination, il n'y aura aucun contenu manquant.

Canada

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

Cette thèse intitulée :

PLATES-FORMES CYCLE DE VIE PRODUIT
ET PERFORMANCE ENVIRONNEMENTALE
DANS LES PME CANADIENNES

présentée par : TALBOT Stéphane
en vue de l'obtention du diplôme de : Philosophiae Doctor
a été dûment acceptée par le jury d'examen constitué de :

M. ROBERT Benoit, Ph.D., Président
Mme LEFEBVRE Élisabeth, Ph.D., membre et directrice de recherche
M. LEFEBVRE Louis A, Ph.D., membre et codirecteur de recherche
Mme PRÉFONTAINE Lise, Ph.D., membre
M. CLOUTIER Martin, Ph.D., membre externe

REMERCIEMENTS

Au-delà de l'exercice académique, cette démarche doctorale s'est avérée pour moi une étape cruciale de ma réorientation de carrière vers l'enseignement. Toutefois, cette démarche n'aurait su être couronnée de succès sans l'appui de quelques personnes clés pour lesquelles je désire ici souligner ma reconnaissance.

En tout premier lieu, je tiens à remercier cordialement Élisabeth et Louis A. Lefebvre pour leur encadrement à la fois rigoureux, stimulant et toujours pertinent. Vous m'avez initié aux divers aspects de l'enseignement et de la recherche. Vous aurez également grandement contribué à l'atteinte de mes objectifs professionnels. Je suis vraiment heureux que nos chemins se soient croisés.

Je tiens à remercier Carl St-Pierre pour le temps qu'il m'a consacré et pour la qualité irréprochable de son travail.

Je désire également remercier tendrement Catherine, ma femme, pour son appui inconditionnel et ses encouragements intarissables. Tu t'es beaucoup investie dans ce projet et tu as fait de nombreux sacrifices. Tu as été pour moi source de courage et d'inspiration tout au long de mon parcours, de notre parcours. Merci ma chérie.

Finalement, je tiens à remercier Laurent, Émile, et Vincent, Papa a terminé.

RÉSUMÉ

La problématique abordée par la présente thèse s'efforce d'être solidement ancrée dans l'actualité industrielle qui prévaut à l'échelle mondiale, en s'inspirant de deux courants dominants. Le premier courant retenu concerne le phénomène dit de *nouvelle économie mondiale*, qui intègre l'accroissement du phénomène de globalisation des échanges, les avancées au niveau des technologies de l'information, et les nouvelles formes d'organisations appelées entreprises étendues (traduction libre de *extended enterprise*) qui tentent de satisfaire des exigences de plus en plus pointues de la part des marchés. Le second courant retenu est associé à l'accroissement des préoccupations environnementales dans la société, comme en fait foi l'espace médiatique accordé aux problématiques récemment soulevées par l'entrée en vigueur du protocole de Kyoto.

Afin de définir une problématique qui soit à la fois pertinente, cohérente et d'envergure raisonnable, la présente recherche propose d'aborder les défis soulevés en management de la technologie et de l'innovation selon la perspective des *plates-formes environnementales cycle de vie produit,* dans le contexte particulier des petites et moyennes entreprises (PME) canadiennes. Le point de vue des PME devient particulièrement intéressant, puisque leur adhésion à de tels réseaux d'innovation leur offre l'opportunité d'avoir accès à des technologies sophistiquées et à des expertises techniques pointues. Il s'agit en fait d'opportunités de transferts de connaissances pour les PME, qui autrement leur seraient inaccessibles étant donné les ressources limitées dont elles disposent.

La présente thèse comporte donc trois objectifs. Le premier objectif se concentre sur les relations entre les caractéristiques des produits et les

initiatives environnementales mises de l'avant par la firme au niveau du concept développé de plate-forme environnementale cycle de vie produit. Le second objectif, quant à lui, observe les relations entre les initiatives environnementales mises de l'avant par la firme et sa situation concurrentielle. Enfin, le troisième objectif consiste à évaluer comment ces deux ensembles de relations interagissent avec divers facteurs exogènes à l'unité d'analyse comme les caractéristiques de la firme, les stratégies corporatives en place, et les caractéristiques de l'environnement concurrentiel dans lequel le produit évolue.

Pour ce faire, la stratégie méthodologique préconisée pour la présente thèse est structurée à partir de deux ensembles de données. Une première collecte de données, effectuée selon une approche sur le terrain (field research) auprès d'entreprises manufacturières européennes, considérées comme des leaders en matière de gestion environnementale, aura permis de consolider le concept de plate-forme environnementale PLM tel que proposé. Un second ensemble de données aura été récolté selon une démarche quantitative, reposant sur une enquête à grande échelle conduite auprès de PME canadiennes actives sur le plan environnemental. Ce second ensemble de données aura été analysé au moyen d'analyses multivariées dans le but de satisfaire les objectifs tels que formulés.

Ainsi, la première hypothèse de recherche développée à partir des objectifs mentionnés ci-dessus avait pour but d'établir empiriquement l'existence de relations d'interdépendance entre les initiatives environnementales déployées par la firme dans le cadre de la plate-forme environnementale PLM et leurs déterminants appelés caractéristiques du produit. Suite à des analyses effectuées, cette première hypothèse de recherche a été validée, démontrant ainsi le pouvoir explicatif significatif des caractéristiques du produit vis-à-vis du

type et de l'intensité des initiatives environnementales mises de l'avant par la firme à divers stades du cycle de vie de ses produits.

La seconde hypothèse de recherche de cette thèse tentait de déterminer empiriquement la nature de la relation prévalant entre les initiatives environnementales mises de l'avant par la firme dans le cadre de la plate-forme environnementale PLM et les avantages concurrentiels pouvant découler de celles-ci. Les analyses effectuées auront permis de constater un support marqué envers cette seconde hypothèse. Ainsi, il aura été clairement démontré que les initiatives environnementales déployées par la firme au sein de la plate-forme environnementale PLM ont un pouvoir explicatif significatif vis-à-vis des avantages concurrentiels que la firme parvient à développer.

Finalement, la troisième hypothèse de recherche (partiellement validée) et la quatrième hypothèse de recherche (validée) auront permis de démontrer la complexité du phénomène étudié et d'en accentuer notre compréhension. De fait, l'introduction des variables modératrices aura mis au jour la présence de synergies qui se manifestent entre celles-ci et certaines des relations prévalant d'une part, entre les dimensions de la plate-forme environnementale PLM et leurs déterminants du bloc caractéristiques du produit, et d'autre part, entre les dimensions du bloc avantages concurrentiels et leurs déterminants du bloc plate-forme environnementale PLM. Selon les présents résultats, ces synergies se concentreraient en des points où la firme interagit intensément avec des interlocuteurs externes, et plus particulièrement avec ses clients. En plus de rehausser notre compréhension du phénomène étudié, ces analyses auront permis de rehausser la validité des résultats obtenus.

Par conséquent, il est possible d'affirmer que l'ensemble des objectifs de recherche de la présente thèse a été atteint avec succès.

La présente recherche apporte d'intéressantes contributions théoriques et pratiques. Tout d'abord, du point de vue théorique, les résultats illustrent la pertinence de faire du produit l'unité d'analyse principale en ce qui a trait à l'étude des pratiques en gestion environnementale. De plus, le développement à partir d'une mesure intégrée appelée *score global PLM* aura permis des comparaisons intersectorielles au niveau de la performance environnementale des firmes, ce qui ce sera également avéré une avancée significative. Aussi, en introduisant et en démontrant la pertinence du concept de *plate-forme environnementale PLM*, la présente recherche aura contribué à faire du cycle de vie du produit une unité d'analyse stratégique, non seulement à l'égard de l'amélioration de la performance environnementale des produits, mais également pour ce qui est d'identifier des opportunités d'amélioration de la compétitivité des firmes.

Par ailleurs, le fait que les entreprises composant l'échantillon de l'étude affichent des pointages relativement bas au niveau du *score global PLM* est une indication de préoccupations environnementales limitées dans les PME manufacturières canadiennes. Cela devrait normalement interpeller les différentes autorités gouvernementales dans leur rôle de diffuseurs d'information auprès des gestionnaires et des consommateurs. Aussi, le fait que les plus faibles pointages aient été obtenus au niveau des initiatives environnementales relatives à la logistique inverse comporte également des implications. Cela pose d'une part des défis au niveau du développement d'infrastructures de récupération performantes et modernes afin faciliter la rentabilisation de ces activités. Cependant, la conception des produits axée sur le recyclage pourrait contribuer de manière significative à faciliter l'extraction de la valeur résiduelle des produits à la fin de leur vie utile.

De plus, les initiatives environnementales, telles que définies dans le présent modèle de recherche, entretiennent toutes des liens significatifs et positifs avec l'amélioration de diverses composantes de la compétitivité de la firme. Les autorités gouvernementales de concert avec les associations industrielles devraient donc répandre une nouvelle attitude visant à faire plus que de simplement se conformer aux réglementations, et voulant que les efforts environnementaux puissent procurer des bénéfices tangibles et intangibles pour l'organisation.

Les résultats démontrent aussi que l'impact des initiatives environnementales au niveau des processus qui prennent place de part et d'autre de la chaîne de valeur, aux interfaces avec les fournisseurs et les clients, sont plus sujettes à être influencées par des effets modérateurs émanant de diverses conditions internes et externes à l'organisation.

Les approches qui tiennent compte de l'ensemble du cycle de vie des produits présentent un potentiel très prometteur en ce qui concerne l'atteinte des objectifs de développement environnemental durable, qui commandent des changements structuraux importants. Justement, le terme « plate-forme » a été employé comme thème porteur de cette thèse pour attirer l'attention sur le fait qu'il ne doit pas s'agir d'efforts individuels de la part de la firme, mais qu'il doit plutôt s'agir d'efforts concertés de la part de l'ensemble des contributeurs au cycle de vie du produit. L'introduction récente de nouvelles applications PLM (Product Lifecycle Management) ayant pour but ultime d'intégrer et de mettre en commun au moment opportun l'information caractérisant les produits sur l'ensemble de leur cycle de vie présente un potentiel intéressant pour ce qui est de l'essor de plates-formes technologiques qui seront au cœur des réseaux de collaboration mondiaux et qui pourraient en rehausser la performance environnementale.

ABSTRACT

The present thesis addresses issues anchored in the industrial reality observed from two different perspectives. The first perspective takes into consideration trends related to the *new global economy*, which cover increasing exchanges at the global scale, information technology and computer sciences advances, and the rise of new organizational structures called *extended enterprises* aiming at satisfying more and more specific market demands. The second perspective brings into play the raise of environmental concerns observed in industrialized societies. The media coverage granted to the Kyoto Protocol's entry into force is a good example illustrating that situation. The convergence of these two phenomena definitely poses challenges for scientists practicing in the field of management of technology and innovation.

In order to delimit a theoretical framework of reasonable scope, this research proposes to study the above mentioned problems through the concept of *product lifecycle environmental platforms* applied to the particular context of Canadian manufacturing small and medium-sized enterprises (SMEs). SMEs' adhesion to global innovation networks presents unequal opportunities in terms of knowledge transfers, and for gaining access to state-of-the-art technologies and technical expertise that would be otherwise inaccessible to them considering their limited resources.

Three main objectives are pursued by this research. The first objective examines the relationships between selected products' characteristics and some environmental initiatives undertaken by the firms in the context of the product lifecycle (PLM) environmental platform concept. The second objective studies the relationships between the environmental initiatives implemented by the firms

and their effects on the competitive stance of those firms. Finally, the third objective examines the interactions between the above two sets of relationships when exposed to exogenous factors like firms' characteristics, prevailing corporate strategies, and the competitive environment in which the studied products evolve.

The methodology adopted for the study design is based on a qualitative / quantitative approach, which made possible the collection of two sets of empirical evidence. The first set of data was gathered through field research activities involving targeted European manufacturers considered as leaders in the field of environmental management. This first multiple-case study stage allowed the consolidation of the theoretical model called *PLM environmental platform*, which is central to the present research. The second set of empirical evidence was collected through a large scale survey that involved environmentally active Canadian SMEs from the manufacturing sector. This second set of data was robust enough to support the multivariate analyses selected in order to satisfy the above mentioned research objectives.

A first research hypothesis has been formulated in order to empirically establish the presence of relationships between the environmental initiatives implemented around the *PLM environmental platform* concept and the independent variable called *products' characteristics.* The results obtained from the multivariate analyses performed were generally supportive of this first hypothesis.

Similarly, a second research hypothesis has been developed in order to investigate the presence of relationships between the environmental initiatives deployed by the firms around their *PLM environmental platform* and their effects on the firms' *competitive advantage*. Once again, the results obtained from the

multivariate analyses performed were clearly supportive of this second hypothesis.

Finally, the third research hypothesis (partly supported) and the fourth hypothesis (fully supported) provided an illustration of the complexity of the phenomenon under study. These two hypotheses have demonstrated that the introduction of selected moderating variables revealed the presence of interaction terms modifying the form of the relationships between the variables involved in the first two research hypothesis. According to these results, such synergies would be concentrated in areas where the firms interact intensely with external partners, and particularly with their clients. In addition to improving our understanding of the phenomenon under study, these analyses have reinforced the validity of the research results.

Therefore, it is possible to state that the research objectives of the present thesis were successfully achieved.

The present research makes some interesting theoretical and practical contributions. First, the present results illustrate the relevance of using the product as the main unit of analysis when studying environmental management practices. In addition, an original measurement called *global PLM score* has been developed, and allowed for the comparison of the firms' environmental performance across industries. This significant advance departs from the studies reported in the existing literature. Moreover, this research has demonstrated the relevance of exploiting the product lifecycle as a strategic unit of analysis when searching for opportunities to improve the firm's competitive stance.

Also, the fact that the sample of firms studied is showing relatively low marks regarding the *global PLM score* is an indication of low environmental awareness

on the part of Canadian manufacturing SMEs. Normally this should interpellate governmental authorities in their role as information diffusers towards managers and consumers. In addition, the fact that reverse logistics related initiatives show the lowest scores poses some challenges. On one hand, providing modern and highly performing take-back infrastructure is an important issue for making reverse logistics activities economically viable. On the other hand however, product *design for recycling* activities could significantly contribute to the facilitation of residual value extraction at the product end of life stage.

In addition, environmental initiatives, as depicted in the present research, hold significant and positive relationships with the improvement of different competitiveness indicators. Governmental authorities in concert with industrial associations should therefore spread a new attitude aiming at going further than simple environmental compliance, by putting the emphasis on the tangible and intangible benefits stemming from such initiatives.

The results also highlight that the impact of environmental initiatives implemented within processes taking place at the boundaries of the firm's value chain, that is at the interfaces involving suppliers and customers, are more likely to be moderated by a diversity of factors internal and external to the organization.

Product lifecycle management-based approaches are presenting a great potential for attaining the objectives dictated by the sustainable development paradigm, which, in turn, is calling for important structural changes. In light of this, the concept of *platform* has been exploited throughout the present thesis in order to grab the reader's attention to the fact that concerted efforts on the part of all the products' lifecycle contributors are required in order to concretize the proposed paradigm shift, and to achieve some radical environmental

improvements. The recent introduction of PLM solutions, aiming at integrating and sharing product information over its entire lifecycle, presents some interesting potential for carrying further the development of opened product digital backbones. In a not so far future, such technological platforms may be at the heart of global collaboration networks highly performing from an environmental point of view.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS IV

RÉSUMÉ V

ABSTRACT X

TABLE DES MATIÈRES XV

LISTE DES TABLEAUX XXI

LISTE DES FIGURES XXIV

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS XXVI

LISTE DES ANNEXES XXVIII

INTRODUCTION 1

CHAPITRE 1 PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE 7

1.1 CONTEXTE INDUSTRIEL EN CE DÉBUT DE XXIE SIÈCLE 7

1.1.1 La stratégie organisationnelle 10

1.1.2 L'architecture des produits 11

1.1.3 La structure des chaînes d'approvisionnement 14

1.1.4 Les processus de collaboration 17

1.2 LE CONCEPT DE COMMERCE COLLABORATIF 20

1.3 LA DIMENSION ENVIRONNEMENTALE 28

1.4 LES MODÈLES DU CYCLE DE VIE PRODUIT 34

1.4.1 Cycle de vie produit et dynamique de l'innovation 35

1.4.2 Cycle de vie « produit » et dynamique des marchés 40

1.4.3 Cycle de vie produit et dynamique environnementale 43

1.4.4 Cycle de vie produit et dynamique de la valeur 46

CHAPITRE 2 CADRE DE RECHERCHE PROPOSÉ 52

2.1 OBJECTIFS VISÉS ET QUESTIONS DE RECHERCHE 52

2.2 CADRE THÉORIQUE ET HYPOTHÈSES DE RECHERCHE 54

2.2.1 Le cadre théorique de cherche 54

2.2.2 Les hypothèses de recherche 59

2.3 JUSTIFICATIONS THÉORIQUES DES VARIABLES RETENUES 62

2.3.1 Justification théorique des variables dépendantes 62

2.3.1.1 Marketing 63

2.3.1.2 Conception 64

2.3.1.3 Fabrication 66

2.3.1.4 Distribution 69

2.3.1.5 Logistique inverse 70

2.3.2 Justification théorique des variables résultantes 74

2.3.2.1 Expansion des capacités de développement de produits 74

2.3.2.2 Expansion des compétences 75

2.3.2.3 Expansion des capacités manufacturières 76

2.3.2.4 Expansion de l'excellence opérationnelle 77

2.3.2.5 Expansion de la maîtrise des marchés 79

2.3.2.6 Expansion de la compétitivité 80

2.3.3 Justifications théoriques des variables indépendantes 84

2.3.3.1 Caractéristiques du produit 84
2.3.4 Justification théorique des variables modératrices 87
2.3.4.1 La firme 87
2.3.4.1.1 La taille 87
2.3.4.1.2 Secteur industriel 88
2.3.4.1.3 Système de gestion de la qualité 89
2.3.4.2 Les stratégies corporatives de la firme 90
2.3.4.2.1 Stratégie commerciale 91
2.3.4.2.2 Stratégie technologique 94
2.3.4.2.3 Stratégie environnementale 98
2.3.4.2.4 Stratégie « ressources humaines » 101
2.3.4.3 L'environnement concurrentiel 104
2.3.4.3.1 Cadre réglementaire 104
2.3.4.3.2 Parties prenantes 105
2.3.4.3.3 Compétitivité 106
2.3.4.3.4 Attentes des clients 106

CHAPITRE 3 MÉTHODOLOGIE PRIVILÉGIÉE 110

3.1 APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE RETENUE 110
3.1.1 Considérations théoriques 110
3.1.2 Méthodes qualitatives et quantitatives 112
3.1.3 Études ponctuelles et longitudinales 113
3.1.3.1 Études ponctuelles 114
3.1.3.2 Études longitudinales 115
3.1.4 Méthodologie retenue 115
3.1.4.1 Volet méthodologique qualitatif – l'étude de cas multiples 117
3.1.4.1.1 Choix des entreprises participantes 118
3.1.4.1.2 Protocole d'entrevues 119
3.1.4.1.3 L'analyse des données 121

3.1.4.2 Volet méthodologique quantitatif – l'enquête 124
3.1.4.2.1 L'outil de collecte 125
3.1.4.2.2 Choix de l'unité d'analyse et des répondants 126
3.1.4.2.3 Sélection de la population étudiée 127

3.2 JUSTIFICATION DU CHOIX DES SECTEURS D'ACTIVITÉS 128
3.2.1 Industrie des produits métalliques (SCIAN 332) 131
3.2.1.1 Façonnage du métal 132
3.2.1.2 Préparation des surfaces 133
3.2.1.3 Opérations de finition 134
3.2.1.4 Initiatives environnementales 134
3.2.1.5 Le rôle de l'aluminium 135
3.2.1.6 Analyses de cycle de vie 138
3.2.2 Industrie des produits électriques/électroniques (SCIAN 335, 334) .. 139
3.2.2.1 Contenu des produits électriques - électroniques 140
3.2.2.2 Préoccupations relatives à la fin de vie des produits électroniques 143
3.2.2.3 Initiatives environnementales 144

3.3 VARIABLES DE RECHERCHE ET LEURS MESURES OPÉRATIONNELLES 147

CHAPITRE 4 ANALYSE DES RÉSULTATS 153

4.1 FIABILITÉ DES MESURES COMPOSITES 153

4.2 STATISTIQUES DESCRIPTIVES 155
4.2.1 Répartition des sujets au sein de l'échantillon étudié 156
4.2.2 Caractéristiques des blocs de variables 157
4.2.2.1 Caractéristiques du bloc caractéristiques des produits 157
4.2.2.2 Caractéristiques du bloc plate-forme environnementale PLM 159
4.2.2.3 Caractéristiques du bloc avantages concurrentiels 160

4.2.2.4 Caractéristiques du bloc firme 161
4.2.2.5 Caractéristiques du bloc stratégies corporatives 162
4.2.2.6 Caractéristiques du bloc environnement concurrentiel 165

4.3 VÉRIFICATION DES HYPOTHÈSES DE RECHERCHE (H1 ET H2) 166
4.3.1 Vérification de l'hypothèse de recherche H1 167
4.3.1.1 Analyse multivariée pour l'hypothèse H1 167
4.3.1.2 Analyse des effets sectoriels sur l'hypothèse H1 170
4.3.2 Vérification de l'hypothèse de recherche H2 172
4.3.2.1 Analyse multivariée pour l'hypothèse H2 172
4.3.2.2 Analyse des effets sectoriels sur l'hypothèse H2 176

4.4 ANALYSE DE L'EFFET DES VARIABLES MODÉRATRICES (H3 ET H4) 179
4.4.1 Description de l'effet modérateur 180
4.4.2 Régressions hiérarchiques 181
4.4.3 Analyse des effets modérateurs 187
4.4.3.1 Vérification de l'hypothèse de recherche H3 188
4.4.3.2. Analyse de l'effet sectoriel sur l'hypothèse de recherche H3 194
4.4.3.3. Vérification de l'hypothèse de recherche H4 197
4.4.3.3.1 Hypothèse de recherche H4a 199
4.4.3.3.2 Hypothèse de recherche H4b 202
4.4.3.4 Analyse de l'effet sectoriel sur les hypothèses de recherche H4a et H4b 205

4.5 ANALYSE COMPLÉMENTAIRE 210

4.6 DISCUSSION ET INTERPRÉTATIONS DES RÉSULTATS OBTENUS 217
4.6.1 Interprétation des résultats concernant l'hypothèse de recherche H1 218
4.6.2 Interprétation des résultats concernant l'hypothèse de recherche H2 222

4.6.3 Interprétation des résultats concernant les hypothèses de recherche H3 et H4 226
4.6.4 Effets sectoriels 228

4.7 LIMITES ET CONTRAINTES 229
4.7.1 Limites d'ordre méthodologique 230
4.7.2 Limites d'ordre conceptuel 234

CONCLUSION 236

RÉFÉRENCES 245

ANNEXES 290

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 : Caractéristiques des trois phases d'innovation industrielle 37
Tableau 2.1 : Initiatives retenues composant la dimension marketing vert 64
Tableau 2.2 : Initiatives retenues composant la dimension conception verte.66
Tableau 2.3 : Initiatives retenues composant la dimension fabrication verte..68
Tableau 2.4 : Initiatives retenues composant la dimension distribution verte.70
Tableau 2.5 : Initiatives retenues composant la dimension fin de vie verte....73
Tableau 2.6 : Syntèse des justifications théoriques pour les dimensions du concept *avantages concurrentiels*.....83
Tableau 2.7 : Justifications théoriques des variables constituant le concept *caractéristiques du produit*.....87
Tableau 2.8 : Justifications théoriques des variables caractérisant la *firme*...90
Tableau 2.9 : Justifications théoriques des variables constituant le concept *stratégies corporatives*.....103
Tableau 2.10 : Justifications théoriques des variables constituant le concept *environnement concurrentiel*.....109
Tableau 3.1 : Enquêtes et études de cas en gestion environnementale publiées par des auteurs renommés.....116
Tableau 3.2 : Démarche méthodologique pour le développement de théories lors d'une étude de cas.....118
Tableau 3.3 : Principales observations de l'étude de cas multiples.....123
Tableau 3.4 : Importance relative des deux secteurs retenus pour l'étude par rapport au secteur manufacturier entier en 2001 (Canada et Québec) 130
Tableau 3.5 : Volumes de production des principaux métaux exploités au Canada en 2002 131

Tableau 3.6 Potentiel de réduction des gaz à effet de serre lors du remplacement de l'acier par un kilogramme d'aluminium pour différents moyens de transport 137
Tableau 3.7 : Substances toxiques présentes dans les produits électroniques et leur statut auprès certains grands fabricants de cette industrie 141
Tableau 4.1: Caractéristiques des produits 157
Tableau 4.2: Plate-forme environnementale PLM 159
Tableau 4.3: Avantages concurrentiels 161
Tableau 4.4: Caractéristiques de la firme 161
Tableau 4.5: Stratégies corporatives 163
Tableau 4.6: Environnement concurrentiel 165
Tableau 4.7: Relations entre les *caractéristiques du produit* et les dimensions relatives à la *plate-forme environnementale PLM* pour les deux secteurs regroupés (régressions multiples) 168
Tableau 4.8: Relations entre les *caractéristiques du produit* et les dimensions relatives à la *plate-forme environnementale PLM* pour les deux secteurs pris séparément (régressions multiples) 171
Tableau 4.9: Relations entre les dimensions relatives à la *plate-forme environnementale PLM* et les dimensions relatives aux *avantages concurrentiels* pour les deux secteurs regroupés (régressions multiples) 173
Tableau 4.10: Relations entre le *score global PLM* et les dimensions relatives aux *avantages concurrentiels* pour les deux secteurs regroupés (régressions multiples) 173
Tableau 4.11: Relations entre les dimensions relatives à la *plate-forme environnementale PLM* et les dimensions relatives aux *avantages concurrentiels* pour les deux secteurs pris séparément (régressions multiples) 177

Tableau 4.12: Relations entre le *score global PLM* et les dimensions relatives aux *avantages concurrentiels* pour les deux secteurs pris séparément (régressions multiples) 179
Tableau 4.13 : Correspondance des informations complémentaires présentées en annexe pour les hypothèse H3, H4a et H4b 186
Tableau 4.14 : Facteurs d'interaction pour l'hypothèse H3 pour les deux secteurs regroupés 191
Tableau 4.15 : Facteurs d'interaction pour l'hypothèse H3 pour le secteur des produits métalliques 195
Tableau 4.16 : Facteurs d'interaction pour l'hypothèse H3 pour le secteur des produits électriques / électroniques 196
Tableau 4.17 : Facteurs d'interaction pour l'hypothèse H4a pour les deux secteurs regroupés 201
Tableau 4.18 : Facteurs d'interaction pour l'hypothèse H4b pour les deux secteurs regroupés 204
Tableau 4.19 : Facteurs d'interaction pour l'hypothèse H4a pour le secteur des produits métalliques 206
Tableau 4.20 : Facteurs d'interaction pour l'hypothèse H4a pour le secteur des produits électriques / électroniques 207
Tableau 4.21 : Facteurs d'interaction pour l'hypothèse H4b pour le secteur des produits métalliques 208
Tableau 4.22 : Facteurs d'interaction pour l'hypothèse H4b pour le secteur des produits électriques / électroniques 209
Tableau 4.23 : Analyse des caractéristiques des produits en fonction des trois groupements identifiés 213
Tableau 4.24 : Analyse des variables de la plate-forme environnementale PLM en fonction des trois groupements identifiés 215
Tableau 4.25 : Analyse des variables du bloc avantages concurrentiels en fonction des trois groupements identifiés 216

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 : Facteurs de succès lors de l'implantation d'une stratégie de différentiation différée 15
Figure 1.2 : Systèmes de fabrication traditionnels et modulaires 17
Figure 1.3 : Les bénéfices découlant de divers niveaux d'intégration des activités de collaboration 23
Figure 1.4 : Applications contribuant au concept de commerce collaboratif 24
Figure 1.5 : Les vagues de transition technologique 26
Figure 1.6 : Nombre de certificats ISO 14001 dans le monde (a) et croissance du nombre total de certificats ISO 14001 dans le monde (b) 29
Figure 1.7 : Les dix pays avec le plus de certificats ISO 14001 en 2003 (a) et les dix pays avec le plus de certificats ISO 9000 en 2003 (b) 30
Figure 1.8 : Cycle de vie produit et dynamique de l'innovation 36
Figure 1.9 : Relation entre innovation produit et innovation procédé 38
Figure 1.10 : Combinaison des principales phases des cycles de vie produit – procédé 39
Figure 1.11 : Cycle de vie produit et dynamique des marchés 42
Figure 1.12 : Évolution des coûts de maintien des inventaires en fonction du temps 43
Figure 1.13 : Cycle de vie produit et dynamique environnementale 44
Figure 1.14 : Chaîne de valeur produit générique 47
Figure 1.15 : Dynamique de la valeur – cycle de vie produit 49
Figure 2.1 : Cadre théorique initial 55
Figure 2.2 : Cadre théorique initial et plate-forme environnementale PLM 56
Figure 2.3 : Cadre théorique complet 57
Figure 2.4 : Cadre théorique détaillé 59
Figure 2.5 : Hypothèses de recherche 60

Figure 3.1 : Évolution de la quantité d'aluminium utilisée par véhicule en Amérique du Nord, de 1990 à 2002 136
Figure 3.2 : Cadre théorique et mesures opérationnelles 150
Figure 4.1 : Mesures de fiabilité des construits 154
Figure 4.2 : Répartition des produits analysés en fonction du secteur d'activités duquel ils proviennent 156
Figure 4.3 : Hypothèses de recherche H1 et H2 166
Figure 4.4 : Variables indépendantes et modératrices retenues suite aux régressions hiérarchiques pour l'hypothèse H3 pour les deux secteurs regroupés 183
Figure 4.5 : Variables indépendantes et modératrices retenues suite aux régressions hiérarchiques pour l'hypothèse H4a pour les deux secteurs regroupés 184
Figure 4.6 : Variables indépendantes et modératrices retenues suite aux régressions hiérarchiques pour l'hypothèse H4b pour les deux secteurs regroupés 185
Figure 4.7 : Modèle de départ pour l'hypothèse de recherche H3 189
Figure 4.8 : Vérification de l'hypothèse de recherche H3 190
Figure 4.9 : Modèle de départ pour les hypothèses de recherche H4a et H4b 198
Figure 4.10 : Vérification de l'hypothèse de recherche H4a 200
Figure 4.11 : Vérification de l'hypothèse de recherche H4b 203
Figure 4.12 : Analyse de regroupement pour les variables sur mesure et standardisé 211
Figure 4.13 : Initiatives environnementales les plus fréquentes dans les PME étudiées 224
Figure 4.14 : Description de l'échantillon et de la population totale représentée 231

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

Sigle	Description
ACC	Arséniate de cuivre chromaté
ACÉ	Association canadienne de l'électricité
ACV	Analyse du cycle de vie
ALENA	Accord de libre-échange nord-américain
BPC	Biphényles polychlorés
CAD	Computer-aided design
CRM	Customer Relationship Management
DEEE	Déchets d'équipements électriques et électroniques
DfE	Conception axée sur l'environnement
EAM	Enquête annuelle des manufactures
EPA	Environmental Protection Agency
EPD	Environmental Product Declaration
ERP	Enterprise Resource Planning
GES	Gaz à effet de serre
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
ISO	International Standard Organization
JIT	Just in Time
OMC	Organisation mondiale du commerce
PDM	Product Data Management
PLM	Product Life Cycle Management
PME	Petites et moyennes entreprises
R&D	Recherche et développement
SCIAN	Système de classification des industries de l'Amérique du Nord
SCM	Supply Chain Management

Sigle	Description
SGE	Système de gestion environnementale
TPM	Total Preventive Maintenance
TQM	Total Quality Management

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Répartition des produits selon leur durée de vie 291
Annexe 2 : Répartition des produits selon leur coût de production et leur prix de vente 292
Annexe 3 : Analyses bivariées pour l'hypothèse de recherche H1 294
Annexe 4 : Analyses bivariées pour l'hypothèse de recherche H2 300
Annexe 5 : Coefficients bêta standardisés pour les variables indépendantes et modératrices retenues suite aux régressions hiérarchiques pour l'hypothèse H3 (deux secteurs) 305
Annexe 6 : Coefficients bêta standardisés pour les variables indépendantes et modératrices retenues suite aux régressions hiérarchiques pour l'hypothèse H3 (secteur des produits métalliques) 306
Annexe 7 : Coefficients bêta standardisés pour les variables indépendantes et modératrices retenues suite aux régressions hiérarchiques pour l'hypothèse H3 (secteur des produits électriques / électroniques) 307
Annexe 8 : Coefficients bêta standardisés pour les variables indépendantes et modératrices retenues suite aux régressions hiérarchiques pour l'hypothèse H4a (deux secteurs) 308
Annexe 9 : Coefficients bêta standardisés pour les variables indépendantes et modératrices retenues suite aux régressions hiérarchiques pour l'hypothèse H4a (secteur des produits métalliques) 309
Annexe 10 : Coefficients bêta standardisés pour les variables indépendantes et modératrices retenues suite aux régressions hiérarchiques pour l'hypothèse H4a (secteur des produits électriques / électroniques) 310

Annexe 11 : Coefficients bêta standardisés pour les variables indépendantes et modératrices retenues suite aux régressions hiérarchiques pour l'hypothèse H4b (deux secteurs).....311
Annexe 12 : Coefficients bêta standardisés pour les variables indépendantes et modératrices retenues suite aux régressions hiérarchiques pour l'hypothèse H4b (secteur des produits métalliques).....312
Annexe 13 : Coefficients bêta standardisés pour les variables indépendantes et modératrices retenues suite aux régressions hiérarchiques pour l'hypothèse H4b (secteur des produits électriques / électroniques) 313

INTRODUCTION

Les fondements théoriques de la présente thèse s'inscrivent dans ceux du management de la technologie et de l'innovation. Par technologie on entend l'ensemble des habiletés et des connaissances théoriques ou pratiques pouvant être mises à contribution lors du développement de produits et services, ainsi que lors du développement des systèmes qui en supportent la production et la livraison. La technologie peut se manifester au travers des individus. Elle peut aussi être emmagasinée au sein des matériaux, au sein des processus tant cognitifs que physiques, ou encore au sein d'usines, d'équipements et d'outils. Les technologies résultent souvent des efforts déployés dans le but de développer des applications pratiques à partir de découvertes ou d'inventions (Burgelman et al., 2004).

Les innovations se distinguent des inventions du fait que les innovations intègrent des critères de performance commerciale dont les inventions ne sont pas pourvues (Freeman et Soete, 1997). Ainsi, une innovation peut être décrite selon différents attributs qui, en fonction de la manière dont ils sont perçus par l'unité d'adoption (individus, firmes, systèmes sociaux), en conditionneront le processus de diffusion, ou encore le taux d'adoption. De plus, les individus issus d'un système social ne s'engagent pas tous en même temps dans le processus d'adoption d'une innovation. Par conséquent, il est possible de regrouper ces individus selon différentes catégories, en fonction du moment où ils prennent la décision d'adopter une innovation pour ensuite l'implanter. Ainsi, les groupes d'individus qui adoptent l'innovation le plus tôt sont les *innovateurs,* qui sont suivis du groupe des *réceptifs précoces* (traduction libre de *early adopters*). Le taux d'adoption s'accroît ensuite rapidement lorsque l'innovation est intégrée par la majorité des individus du système social observé. Cette majorité se divise en

deux groupes, soit la *majorité précoce* et puis la *majorité tardive*. Enfin, le groupe d'individus qui procèdent à l'adoption de l'innovation en dernier lieu sont appelés les *traînards* (traduction libre de *laggards*) (Rogers, 1983).

Certaines innovations *incorporent* des technologies particulières, alors que d'autres innovations *sont facilitées par* des technologies (Burgelman et al., 2004). En fait, le terme technologie englobe l'ensemble des technologies utilisées par les activités comprises dans la chaîne de valeur de la firme. Chacune de ces technologies peut influencer la structure de l'industrie ou encore la position concurrentielle de la firme. Il est donc requis d'établir une stratégie technologique, qui permettra à la firme de déterminer comment exploiter ces technologies dans le but de consolider sa position concurrentielle, et pour décider si le développement des technologies doit être effectué à l'interne ou délégué en sous-traitance (Porter, 1986).

Par conséquent, force est de constater que le domaine du management de la technologie et de l'innovation est excessivement vaste, ce qui procure aux chercheurs scientifiques un large éventail de choix au niveau de la sélection des problématiques. La problématique abordée par la présente thèse s'efforce d'être solidement ancrée dans l'actualité industrielle prévalant à l'échelle mondiale en s'inspirant de deux courants dominants.

Le premier courant retenu concerne le phénomène dit de *nouvelle économie mondiale*, qui intègre l'accroissement du phénomène de globalisation des échanges, les avancées au niveau des technologies de l'information, et les nouvelles formes d'organisations appelées entreprises étendues (traduction libre de *extended enterprise*). Cela fait place à un environnement concurrentiel particulièrement hostile et imprévisible, dans lequel l'introduction des nouveaux produits s'effectue selon une cadence accélérée, et où la variété des produits

offerts croit dans le but de répondre aux besoins de micro-niches de marché. En guise d'illustration, le fabricant de montres Seiko a développé la capacité d'introduire un nouveau modèle de montre à chaque jour ouvrable, en adaptant ses chaînes d'assemblages en fonction des différents modèles, et ce, en quelques secondes (Hayes et al., 2005). Afin de s'ajuster à ces nouvelles réalités, les entreprises se voient donc forcées de compresser leurs processus manufacturiers, de développer des produits modulaires, d'implanter des systèmes d'assemblages pour modèles mixtes, et d'établir des relations juste-à-temps avec leurs fournisseurs et clients.

Le second courant retenu est associé à l'accroissement des préoccupations environnementales dans la société. Par environnement l'on entend ici le milieu dans lequel nous vivons (De Villiers, 2003). La Loi canadienne sur la protection de l'environnement procure une définition plus précise de ce terme qui va comme suit : Ensemble des conditions et des éléments naturels de la Terre, notamment l'air, l'eau et le sol, toutes les couches de l'atmosphère, toutes les matières organiques et inorganiques ainsi que les être vivants, puis les systèmes naturels en interaction qui comprennent ces éléments (Gouvernement du Canada, 2004). En guise d'exemple d'accroissement des préoccupations environnementales, mentionnons la récente mise en œuvre du protocole de Kyoto, qui, malgré l'absence des États-Unis, pourra prendre son envol en février 2005 suite à l'adhésion de la Russie. Les pays industrialisés qui prennent part à ce protocole s'engagent à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre (GES) à un niveau inférieur de 5,2 pourcent à celui de 1990. Ainsi, dans un avenir rapproché, les firmes devraient ressentir des effets, ou saisir des opportunités, découlant de la mise en œuvre de ce protocole. On peut penser que les clients, les groupes d'investisseurs ou encore les activistes pourraient, par exemple, commencer à exiger de la part des entreprises des énoncés formels permettant de clarifier leurs politiques organisationnelles en matière de changements

climatiques et les progrès qu'elles auront accomplis. Les firmes pourraient de plus se voir forcées de mesurer puis divulguer publiquement leurs émissions de GES. Enfin, les entreprises ayant réduit de manière importantes leurs émissions de GES pourraient compenser pour la portion irréductible au moyen d'alternatives permettant d'annuler ou de séquestrer une quantité équivalente de GES par des moyens divers, comme la plantation d'arbres. Ces entreprises seraient alors en mesure de se déclarer comme étant *neutres sur le plan climatique*, ou encore d'identifier des produits comme étant *neutres sur le plan climatique* (traduction libre des expressions *climate neutral* et *climate cool).* Cela pourrait donc devenir un outil marketing qui permettrait de faire valoir un aspect de la performance environnementale de tels produits, dont la valeur reste toutefois à établir[1]. Bien entendu, le protocole de Kyoto n'est pas le seul facteur que devront considérer les entreprises, comme il en sera discuté plus tard au premier chapitre. Cependant, ce protocole a la particularité de jouir d'une très grande visibilité auprès de l'opinion publique, ce qui devrait conférer aux préoccupations environnementales une place prépondérante dans l'actualité.

Afin de définir une problématique qui soit à la fois pertinente, cohérente et d'envergure raisonnable, la présente recherche propose d'aborder les défis soulevés en management de la technologie et de l'innovation selon la perspective des *plates-formes environnementales cycle de vie produit,* dans le contexte particulier des petites et moyennes entreprises (PME – entreprises de moins de 500 employés (Industrie Canada, 2005)) canadiennes de haute technologie. Les arguments sommairement exposés ci-dessus illustrent la pertinence de s'intéresser à l'analyse de la performance environnementale des produits. Le choix de faire du cycle de vie du produit l'unité d'analyse principale procure une perspective d'ensemble, qui soit à la fois cohérente avec la notion

---

[1] Source: The Green Business Letter, November 2004

de chaîne de valeur mentionnée plus tôt, avec l'émergence de nouvelles suites d'applications de type PLM (Product Lifecycle Management) qui supportent la gestion des informations concernant l'ensemble du cycle de vie des produits, ainsi qu'avec de récents développements en gestion environnementale comme l'analyse de cycle de vie des produits selon la norme ISO 14040 (ISO, 1997). Aussi, le concept de plate-forme est, quant à lui, en adéquation avec le fait que les firmes interagissent avec leurs fournisseurs et leurs clients au sein de réseaux d'innovation qui facilitent les échanges intensifs d'information au moyen de technologies de collaboration de pointe. Dans ce contexte, le point de vue des PME devient particulièrement intéressant, puisque leur adhésion à de tels réseaux d'innovation leur offre l'opportunité d'avoir accès à des technologies sophistiquées et à des expertises techniques pointues, qui autrement leur seraient inaccessibles étant donné les ressources limitées dont elles disposent (Freel, 2005). Enfin, la sélection des PME de hautes technologies injecte volontairement un biais au niveau de l'échantillon étudié, en rehaussant la concentration de firmes faisant partie des catégories *innovateurs* et *réceptifs précoces*, ce qui devrait favoriser la manifestation des phénomènes à analyser.

Par conséquent, la présente thèse comporte trois objectifs. Le premier objectif se concentre sur les relations entre les caractéristiques des produits et les initiatives environnementales mises de l'avant par la firme au niveau de la plate-forme environnementale cycle de vie produit. Le second objectif, quant à lui, observe les relations entre les initiatives environnementales mises de l'avant par la firme et sa situation concurrentielle. Enfin, le troisième objectif consiste à évaluer comment ces deux ensembles de relations interagissent avec divers facteurs exogènes à l'unité d'analyse comme les caractéristiques de la firme, les stratégies corporatives en places, et les caractéristiques de l'environnement concurrentiel dans lequel le produit évolue.

Cette thèse comprend donc quatre chapitres. Le premier chapitre présente la problématique générale abordée, décrit ensuite le contexte industriel dans lequel s'inscrit la recherche, puis pose les limites du champ d'étude exploré. Le second chapitre présente les objectifs visés et les questions de recherche abordées. Y sont également introduits le cadre théorique, puis les hypothèses de recherche. Enfin, ce second chapitre élabore les justifications théoriques supportant le choix des variables composant le cadre théorique, ce qui incarne une revue de littérature exhaustive. Le troisième chapitre expose l'approche méthodologique privilégiée ainsi que la justification du choix des secteurs industriels, desquels proviennent les firmes composant l'échantillon étudié. Finalement, le quatrième chapitre présente l'analyse ainsi que l'interprétation des résultats empiriques obtenus, une synthèse des résultats les plus prépondérants, puis une discussion autour de leurs contributions théoriques et pratiques. Enfin, ce chapitre passe en revue les points forts ainsi que les limitations de la présente recherche, puis propose des pistes de recherche futures.

CHAPITRE 1 PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE

Ce premier chapitre introduit la problématique générale dans laquelle s'inscrit la présente recherche. La section 1.1 présente certains aspects du contexte industriel actuel jugé pertinents à la problématique étudiée. La section 1.2 discute de la notion de commerce collaboratif et de ses implications technologiques, puis introduit le concept de gestion du cycle de vie du produit. Ensuite, la section 1.3 délimite les frontières du champ d'étude de la présente recherche en concentrant l'attention sur la gestion environnementale. Finalement, la section 1.4 présente différents modèles utilisés pour gérer les produits sur l'ensemble de leur cycle de vie. C'est à partir de ces modèles que la présente recherche s'est inspirée dans le développement d'un cadre théorique.

1.1 CONTEXTE INDUSTRIEL EN CE DÉBUT DE XXIE SIÈCLE

Le contexte industriel prévalant en ce début de XXIe siècle peut être décrit au moyen des termes *globalisation*, *économie du savoir*, *société de l'information* (Lefebvre et al., 2001) ou encore *économie des expériences* (Pine II et Gilmore, 2001). Ce contexte est caractérisé par une croissance de la turbulence dans presque tous les marchés, qui se traduit par l'augmentation de l'incertitude et de l'instabilité que perçoivent les firmes par rapport à leur environnement externe (Pine II, 1993). Cette incertitude se manifeste de part et d'autre de la chaîne de valeur. Ainsi, du coté des clients (*demand side*), on remarque qu'en même temps que la variété des produits innovateurs augmente, leur demande devient difficile à prédire, alors que du coté des fournisseurs (*supply side*), les procédés de fabrication et les technologies manufacturières sous-jacentes sont en constante évolution. Cela peut réduire le bassin de fournisseurs potentiels et

ainsi avoir des répercussions au niveau de la vulnérabilité des approvisionnements tant sur le plan de la stabilité que de la qualité (Lee, 2002).

Ces conditions ont pour effet d'accentuer la pression sur les firmes impliquées dans la conception, la fabrication ou le support de produits manufacturés. De plus, la demande de la part des marchés pour des produits personnalisés et à faibles coûts génère des forces antagonistes imposant aux firmes de développer des produits plus complexes en moins de temps (Blanchard, 1998), et à moindres coûts (Bernstein et DeCroix, 2004). Ces exigences se manifestent dans diverses industries[2], et peuvent autant concerner la conception des produits que la logistique et la livraison, l'installation, ou enfin l'information rattachée au noyau du produit (Victor et Boynton, 1998).

Les firmes n'ont donc d'autre choix que de se concentrer sur leurs compétences-clés, et de se tourner vers la sous-traitance à l'échelle mondiale pour avoir accès aux ressources et expertises complémentaires requises pour soutenir l'innovation (Quinn, 2000), ou encore pour réduire leurs coûts opérationnels et d'investissements technologiques (Kakabadse et Kakabadse, 2002). Un récent sondage, mené auprès d'un peu plus d'une centaine d'entreprises issues du secteur des TI, révèle que celles-ci prévoient accroître leur budget de sous-traitance d'au moins 20 % d'ici la fin de 2005 (Outsourcing Institute, 2004). Toujours selon ce même sondage, 41 % des gestionnaires interrogés prévoient une augmentation de leur budget de sous-traitance variant de 20 à 35 %, alors que seulement 8 % d'entre eux ne prévoient aucun accroissement. Ce phénomène est donc devenu un impératif concurrentiel qui intensifie les relations de collaboration interentreprises (Collins et Bechler,

---

[2] Les entreprises Beretta - armes à feu ; Motorola - téléavertisseurs ; Corning - fibres optiques ; Ritz Carlton – hôtellerie sont citées pour s'être adaptées à ces nouvelles conditions (Victor et Boynton, 1998).

1999), considérant que celles-ci sont de plus en plus étalées géographiquement.

Par ailleurs, la nature de la concurrence prévalant dans les industries manufacturières se voit profondément affectée, et les entreprises doivent donc adapter leurs stratégies (Kotha, 1995). Certains avancent même que les firmes ne peuvent plus se permettre de proposer à des marchés homogènes des produits ou services standardisés tout en assurant leur profitabilité (Kotler, 1989; Lampel et Mintzberg, 1996; Kotha, 1995). Cette affirmation est soutenue par l'observation de l'accroissement de la variété des produits et des variations qui sont rendues disponibles sur les marchés (Fisher et al., 1999), tant pour les produits industriels que pour les produits de consommation (Desai et al., 2001). Le cas de l'industrie automobile états-unienne est représentatif à cet égard, car le nombre de modèles de voitures offerts est passé de 84 en 1973 à 142 en 1989, soit une augmentation de 70 % (MacDuffie et al., 1996). À la fin de l'année 2000, les états-uniens se voyaient proposer au-delà de 600 types de véhicules regroupés sous plus d'une trentaine de marques (Hayes et al., 2005). Bien qu'il s'agisse là d'une situation idéale du point de vue du consommateur, un tel contexte applique des pressions substantielles sur les opérations de la firme et sur sa chaîne d'approvisionnement (Swaminathan, 2001).

De toute évidence, les firmes doivent s'adapter aux changements qui s'opèrent dans l'environnement où elles évoluent. Ainsi, la discussion qui suit présente certaines des options qui s'offrent à la firme selon quatre perspectives, soit la stratégie organisationnelle, l'architecture des produits, la structure des chaînes d'approvisionnement, et les processus de collaboration.

1.1.1 La stratégie organisationnelle

Certaines firmes qui sont à l'affût des signaux énumérés ci-dessus adoptent des stratégies dites axées sur la *précision*. De telles stratégies habilitent ces firmes à concurrencer au niveau de la satisfaction d'exigences uniques de la part de clients ainsi qu'au niveau de la qualité, du prix et de la rapidité *simultanément* (Victor et Boynton, 1998). La *personnalisation de masse* (traduction libre de *mass customization*) est au nombre des stratégies proposées pour relever ces nouveaux défis. Cette approche est définie comme étant un ensemble de processus permettant de réaliser, de manière économique, des produits ou services dits à la fois sur mesure et en grandes quantités, grâce à des technologies et des pratiques de gestion qui améliorent la flexibilité ainsi que les temps de réaction (Pine, 1993; Da Silveira et al., 2001). Divers degrés de personnalisation de masse sont observés dans divers secteurs d'activités, allant de la pure standardisation à l'individualisation (Lampel et Mintzberg, 1996). Cependant, des questions sont soulevées quant à l'impact de la prolifération des variantes des produits occasionnée par les stratégies de personnalisation, ainsi qu'au niveau des relations avec les fournisseurs et collaborateurs (Murthi, 2003) :

- De quelles façons les inventaires des fournisseurs sont-ils affectés ?
- La firme est-elle disposée à partager avec ses fournisseurs des informations stratégiques concernant sa clientèle ?
- Quand est-il souhaitable pour la firme d'avoir des contacts directs avec ses clients et quand est-il acceptable de laisser les intermédiaires se charger de la personnalisation ?

Les défis posés par la personnalisation de masse peuvent donc être regroupés selon deux catégories particulières. Un premier défi consiste au maintien de l'efficacité des coûts (Graman et Magazine, 2002). En effet, la prestation d'un

niveau de service soutenant une grande variété de produits tout en proposant des délais de livraison courts, exige normalement le maintien d'inventaires de produits finis très élevés. Cela a donc d'importantes implications au niveau de l'efficacité des coûts. Le second défi concerne la complexité systémique inhérente aux activités de conception, de coordination, de gestion des inventaires et de la capacité des équipements de production. Cette complexité s'avère alors accrue lorsqu'une stratégie de personnalisation de masse est implantée (Swaminathan, 2001; Ethiraj et Levinthal, 2004). Les firmes qui s'engagent dans la personnalisation de masse doivent donc contrôler l'amplitude de la variabilité qui se propage au niveau des opérations, afin que cela ne devienne pas prohibitif sur le plan technologique ou sur le plan du contrôle de la chaîne d'approvisionnement.

Les réponses adoptées par les entreprises en regard de ces défis peuvent être catégorisées selon qu'elles sont orientées produits ou orientées procédés (Fisher et al., 1999). Selon ces auteurs, les solutions centrées sur les procédés doivent conférer aux activités de production et de distribution suffisamment de flexibilité afin de les rendre aptes à accommoder un niveau élevé de variabilité à un coût raisonnable. D'autre part, les solutions centrées sur les produits visent la création de concepts qui autorisent l'offre d'une grande variété de produits sur les marchés tout en imposant aux activités de production et de distribution des niveaux relativement peu élevés de variabilité au niveau des composantes et de la complexité de l'assemblage.

1.1.2 L'architecture des produits

À cet égard, le développement de *plates-formes produits* sont une façon d'implanter avec succès les stratégies de personnalisation de masse (Robertson et Ulrich, 1998). Les plates-formes produits permettent d'atteindre un niveau de différentiation élevé des produits sans solliciter des ressources de manière

excessive. Ces auteurs définissent le concept de plate-forme comme *une collection d'actifs partagés par un ensemble de produits.*

Généralement, les produits issus d'une même plate-forme partagent plusieurs éléments d'actifs au niveau de la conception et de la fabrication. Toujours selon ces mêmes auteurs, les firmes qui adoptent une stratégie de plate-forme en retirent des bénéfices à plusieurs niveaux, soit :

- une plus grande facilité à adapter les produits de la plate-forme aux besoins de divers segments de marché ou clients.
- Une réduction des coûts et des temps de développement, puisque les pièces et processus d'assemblage développés pour un modèle n'ont pas à être développés puis testés pour les autres.
- Une réalisation d'économies d'échelles en produisant de plus grandes quantités de pièces communes à plusieurs modèles de produits.
- Une réduction des coûts d'équipements et d'outillages de production, qui nécessitent moins d'effort d'ingénierie pour les concevoir et qui traitent des volumes de production plus élevés.
- Une réduction du nombre de pièces et de procédés, ce qui réduit la complexité systémique et se traduit par des réductions de coûts aux niveaux des opérations : approvisionnements, logistique, distribution, inventaires, ventes et service.
- Une réduction des investissements pour chacun des produits de la plate-forme ce qui se traduit par une réduction des risques pour chaque nouveau produit.

Ces conclusions sont en partie appuyées par les résultats de d'autres chercheurs qui soutiennent que l'accroissement de la flexibilité des combinaisons produit-usine (pouvoir fabriquer le même produit dans plusieurs

usines et plusieurs variations d'un produit dans une même usine), en association avec le partage accru des composantes au niveau des produits, pourraient procurer des accroissements de rentabilité de l'ordre de 17% (Chandra et al., 2005).

Par contre, les clients se soucient du caractère distinctif des produits et de la façon dont ceux-ci satisfont leurs besoins. De plus, rehausser la particularité des produits implique des coûts supplémentaires (Lancaster, 1990; Krishnan et Gupta, 2001). D'autre part, les clients sont normalement peu concernés par le nombre de composantes qui sont partagées par un groupe de produits. Ainsi, la standardisation de composantes, qui sont ensuite partagées par les produits d'une même plate-forme, permet donc de limiter les impacts défavorables au niveau des coûts opérationnels (Robertson et Ulrich, 1998). Toutefois, il faut porter attention à l'*architecture* des produits issus de la plate-forme, afin d'assurer un équilibre entre la *similitude* et le *caractère distinctif* des produits, afin de ne pas réduire la valeur du produit aux yeux du client (Desai et al., 2001).

Une façon de distinguer les différentes architectures des produits consiste à catégoriser celles-ci selon qu'elles sont de type *modulaire* ou *intégrale* (Ulrich, 1995). Le concept de *modularité* est reconnu pour jouer un rôle utile dans la réduction de la complexité des systèmes de grande taille, au sein desquels les interrelations entre les éléments sont extrêmement nombreuses et imbriquées (Ethiraj et Levinthal, 2004). Une des caractéristiques propre à ce concept de modularité consiste en sa capacité d'accroître de manière substantielle le nombre de configurations possibles à partir d'un ensemble donné de composantes, rehaussant ainsi la flexibilité du système (Schilling, 2000). Ainsi,

la modularité[3] des produits est un facteur important pour l'implantation des stratégies de personnalisation de masse (Da Silveira et al., 2001).

1.1.3 La structure des chaînes d'approvisionnement

Des recherches ont démontré que l'élaboration de produits et procédés modulaires, conformément au concept de plate-forme « produit » introduit ci-dessus, autorise le report de la différentiation des produits en aval de la chaîne de valeur (Ulrich, 1995; Brown et al., 2000; Swaminathan, 2001; Graman et Magazine, 2002). Ces techniques de *différentiation différée* (traduction libre de *postponement*) permettent de rehausser l'agilité de la chaîne d'approvisionnement de la firme, tout en rendant économiquement viable l'implantation d'une stratégie de personnalisation de masse (Brown et al., 2000).

Une étude récente menée par l'APICS, dont les résultats sont présentés à la Figure 1.1, démontre d'ailleurs que la standardisation des designs de produit (80% - premier facteur), la collaboration inter-fonctionnelle (78% - deuxième facteur), et la collaboration avec les clients et fournisseurs (72% - quatrième facteur) sont parmi les facteurs de succès les plus importants en ce qui concerne la réussite d'une stratégie de différentiation différée (APICS, 2003). Également, les facteurs qui occupent les positions 8, 9 et 10 illustrent bien le rôle significatif joué par les technologies de pointe en ce qui concerne le support à la gestion de la chaîne d'approvisionnement, les opérations et la collaboration interentreprises.

La personnalisation de masse distingue l'aspect *personnalisation*, qui est considéré comme étant à la surface du produit telle que perçue par le client, de

---

[3] Pour une discussion élaborée sur le concept de modularité, voir *Design rules : The power of modularity* (Baldwin et Clark, 2000).

l'aspect *masse* qui est considéré comme étant l'infrastructure cachée du produit. Alors que la flexibilité doit être concentrée à la surface du produit pour satisfaire les besoins particuliers des clients, l'infrastructure cachée maximise les similitudes entre les produits dans le but d'en réduire les coûts. Afin de combiner ces deux objectifs sans toutefois les compromettre, la dimension *personnalisation* doit être gérée près du client, en aval de la chaîne de valeur, en tant qu'étape séparée des activités de la dimension *masse* (Moore, 2004). Cela nécessite typiquement une réorganisation de la chaîne de valeur et génère également de nouvelles opportunités de création de valeur au point de contact avec le client.

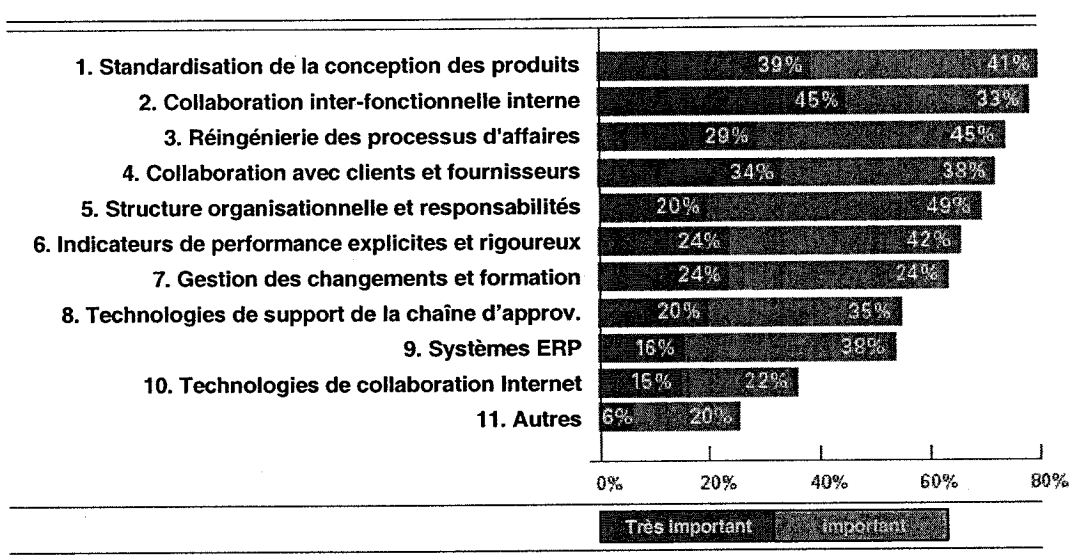


Figure 1.1 : Facteurs de succès lors de l'implantation d'une stratégie de différentiation différée

Source : (APICS, 2003)

En fait, la modularité des produits, comme on l'a constatée, est reconnue pour être un des piliers de la personnalisation de masse, qui a des effets sur la structure des chaînes d'approvisionnement qui supportent de tels produits (Brown et al., 2000; Tu et al., 2004). De fait, des chercheurs ont démontré que

la fabrication modulaire améliore l'intégration des relations avec les fournisseurs et les clients (van Hoek, 2001). Également, il est relevé que les produits dotés d'une architecture modulaire reposent sur des structures d'information qui rehaussent la cohésion des composantes organisationnelles concernées (Sanchez et Mahoney, 1996; Ethiraj et Levinthal, 2004). D'autres chercheurs ont démontré que l'accroissement de la modularité des produits facilite l'accès à la sous-traitance, réduisant l'étendue des activités devant être menées à l'interne (Schilling et Steensma, 2001). C'est ainsi que les concepts de *pratiques manufacturières modulaires* (Tu et al., 2004) ou encore de *systèmes de fabrication modulaires* (Bernstein et DeCroix, 2004) ont pu être proposés.

La représentation simplifiée proposée par la Figure 1.2 permet de saisir certaines des différences entre les systèmes manufacturiers traditionnels et les systèmes modulaires en émergence (Bernstein et DeCroix, 2004). Ainsi, selon l'approche traditionnelle, le donneur d'ordres achète les composantes auprès de ses fournisseurs de premier niveau, pour ensuite les assembler au sein du produit final. Par contre, selon l'approche modulaire, le produit final est décomposé en modules, et un nombre limité de fournisseurs de premier niveau est sélectionné en tant que sous-assembleurs. Ces sous-assembleurs achètent leurs composantes auprès de fournisseurs de deuxième niveau, puis les assemblent en modules qui sont ensuite livrés au donneur d'ordres. Le donneur d'ordres assemble enfin ces modules en un produit final.

Ainsi, une transition vers un système de fabrication modulaire transforme la structure de la chaîne d'approvisionnement du donneur d'ordres. D'une part, le donneur d'ordres interagit avec un nombre moins grand de fournisseurs privilégiés situés au premier niveau de la chaîne. Il développe des relations plus étroites avec ceux-ci et il leur transfert une plus grande proportion du contrôle sur le produit final. D'autre part, plusieurs fournisseurs initialement situés au

premier niveau de la chaîne, selon l'ancienne approche, sont en quelque sorte rétrogradés au deuxième niveau de la chaîne et n'interagissent plus directement avec le donneur d'ordres.

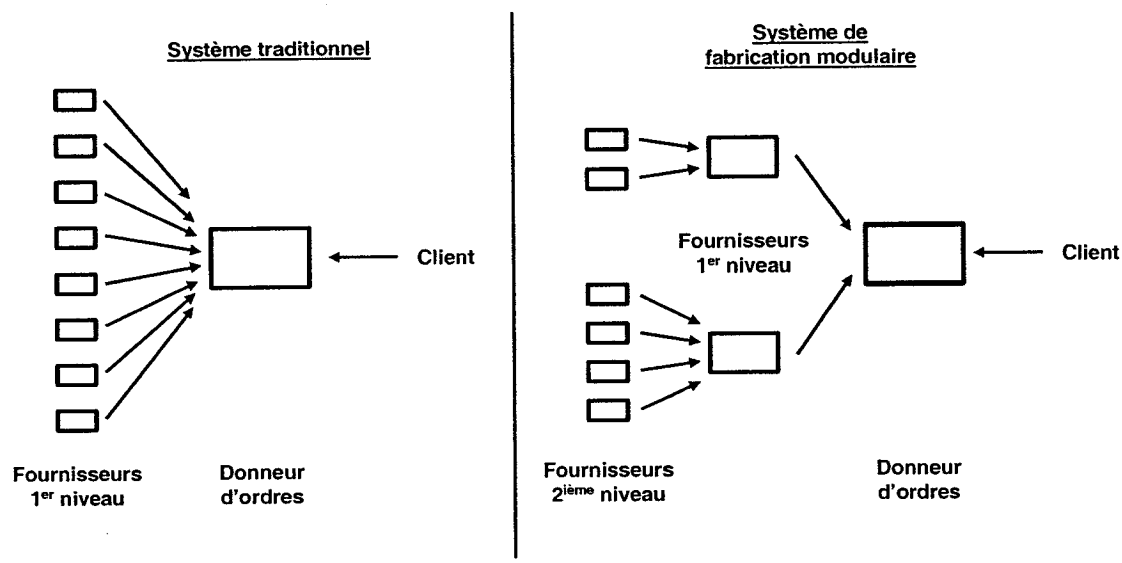


Figure 1.2 : Systèmes de fabrication traditionnels et modulaires
Source : (Bernstein et DeCroix, 2004)

1.1.4 Les processus de collaboration

Considérant que les manufacturiers en sont à se concentrer sur l'intégration toujours plus poussée de leurs chaînes d'approvisionnement et sur le développement de réseaux performants de collaboration, les problématiques soulevées par les stratégies de personnalisation de masse se superposent à un contexte où les enjeux de la concurrence s'élèvent au niveau de la performance des chaînes d'approvisionnement coordonnées (Dyer, 2000; Boyaci et Gallego, 2004). Les avancées technologiques soutenues qu'ont connu les TIC au cours des trois dernières décennies (Ettlie, 2001) auront permis de rehausser significativement la capacité des donneurs d'ordre pour ce qui est de gérer et suivre le cheminement de l'information parmi les divers membres de la chaîne

d'approvisionnement. Mais au-delà de la technologie, les firmes reconnaissent que le développement de partenariats, basés sur le transfert de connaissances et sur l'intégration de l'information tout au long de la chaîne, représente un ensemble de compétences stratégiques méritant d'être cultivées (Cohen Kulp et al., 2004). Cela fait des capacités de la firme à développer et entretenir des réseaux de relations interentreprises, un atout dans le maintien de leur compétitivité (Omta et al., 2001). Ainsi, les entreprises désireuses d'exceller à ce chapitre doivent développer des habiletés qui autorisent une communication ouverte avec les partenaires, la résolution de problèmes en équipe, le partage d'information de manière électronique, la coordination de la planification de la production et des cadences de réapprovisionnement et enfin, le travail coopératif afin de rehausser la qualité et la fiabilité des produits (Cohen Kulp et al., 2004).

Ainsi, l'adoption d'une stratégie de personnalisation de masse dépend fortement de la présence de systèmes d'information conçus de manière à relier directement les membres internes d'équipes interfonctionnelles ainsi que les membres de groupes externes impliquant fournisseurs et clients (Da Silveira et al., 2001). Par conséquent, les grandes entreprises manufacturières se retrouvent face à une diversité de solutions technologiques et de scénarios de collaboration tant en amont qu'en aval de leur chaîne de valeur. Ces organisations sont au cœur de réseaux de collaborations complexes dont les ramifications chevauchent plusieurs industries et frontières géopolitiques. Cet éclatement des organisations s'opère dans un contexte de digitalisation des échanges et de *virtualisation* de l'économie au sein de laquelle les frontières temporelles, géographiques, fonctionnelles et organisationnelles s'estompent et où, de nouvelles entités appelées *entreprises virtuelles* prennent forme pour orchestrer des réseaux très performants de fournisseurs, clients et concurrents (Lefebvre et al., 2001). À cet égard les intentions de la firme Boeing sont

éloquentes. Dans le cadre de son nouveau programme *7E7 Dreamliner*, Boeing a sélectionné la suite complète PLM V5 de la firme Dassault Systèmes en tant que plate-forme de développement. Boeing entend mettre en application la suite PLM V5 à l'ensemble de sa chaîne étendue d'approvisionnements, et exigera de la part de ses fournisseurs qu'ils utilisent celle-ci afin de standardiser les spécifications, les règles d'ingénierie, les paramètres opérationnels et les résultats de simulations. Boeing désire donc implanter une plate-forme virtuelle de développement de produit, appelée *Global Collaboration Environment,* qui permettra d'améliorer la collaboration, l'innovation, la qualité des produits, les temps de cycle et les retours sur investissements (CIMdata, 2004).

Cependant, les frontières organisationnelles comportent d'importantes implications en ce qui concerne le transfert des connaissances et la performance de la firme (Argote et al., 2003). À cet égard, des recherches ont démontré que les connaissances s'échangeraient mieux entre des unités d'une même organisation qu'entre des unités d'organisations différentes (Darr et al., 1995; Ingram et Simons, 2002). Il en irait de même pour le transfert des meilleures pratiques d'affaires (Zellmer-Bruhn, 2003). Également, pour les centaines de liens formels établis entre les firmes en tant que conduits informationnels, des milliers de relations informelles existent entre les scientifiques, ingénieurs, gestionnaires et autres personnels au travers desquels transite de l'information (Uzzi et Lancaster, 2003). Par conséquent, parvenir à établir des passerelles entre les frontières de connaissances, ainsi que la fusion de domaines de savoirs variés, serait une aptitude organisationnelle importante pouvant stimuler l'innovation (Gittelman, 2003).

1.2 LE CONCEPT DE COMMERCE COLLABORATIF

La vision proposée de l'entreprise étendue du XXIe siècle repose sur le fait de regrouper tous les acteurs de la chaîne de valeur afin de leur permettre de travailler plus vite, de façon plus intelligente et plus créative, tout en leur permettant de saisir, contrôler et coordonner l'utilisation d'informations concernant le produit de manière sécurisée et ce, à chaque étape du cycle de vie du produit. De fait, collaborer de manière instantanée au travers de l'ensemble de la chaîne de valeur représente la seule façon de définir, développer, gérer et livrer des produits à la satisfaction des clients à l'intérieur de fenêtres d'opportunités très étroites (Burton et Boeder, 2003).

Par contre, que l'on se concentre sur les problématiques posées par l'intégration et la coordination croissantes des chaînes d'approvisionnement (Langenwalter, 2000; Boyaci et Gallego, 2004; Cohen Kulp et al., 2004), ou sur celles soulevées par la personnalisation de masse (Pine et al., 1993; Da Silveira et al., 2001), la dimension technologique inhérente à ces concepts soulève des défis importants. Ces deux perspectives comportent des exigences particulières, tant au niveau de l'intégration interfonctionnelle, qu'au niveau de la collaboration interentreprises.

Le concept de *commerce collaboratif* (traduction libre de *collaborative commerce*) est soutenu par les visions proposées selon ces deux perspectives. En fait, plusieurs définitions de ce concept existent. Deux variantes sont ici retenues afin de permettre de bien le cerner :

- l'utilisation de technologies Internet pour intégrer les processus-clés de l'entreprise ainsi que ses systèmes d'information avec ceux de ses clients et fournisseurs (Gossain, 2003) .

- L'application de technologies à l'ensemble des activités du cycle de vie d'un produit que sont la conception, l'ingénierie, la fabrication, la livraison et le support afin de les réaliser mieux, plus rapidement et à moindres coûts (Maynard et al., 2001).

Le cas de l'entreprise Dell est représentatif de ces nouvelles pratiques, qui lui auront permis de révolutionner la façon dont les ordinateurs sont configurés et vendus. De fait, plus de 50% des ventes de Dell sont effectuées par le Web. De plus, Dell en est à intégrer électroniquement au-delà de 85 % de ses fournisseurs, donnant lieu à une chaîne d'approvisionnement très agile. Dell est donc en mesure de consolider l'ensemble des nouvelles commandes à toutes les vingt secondes, ce qui lui permet de procéder instantanément à l'analyse des besoins en pièces/matières et d'en vérifier la disponibilité auprès de son inventaire dont le taux de roulement est de sept heures. Pour les cas où l'inventaire de pièces/matières n'est pas suffisant, les fournisseurs assemblent et acheminent les composantes requises aux usines de Dell à l'intérieur d'un délai de quatre-vingt-dix minutes. En collaboration avec ses fournisseurs, Dell planifie et reçoit les quantités exactes de matières requises pour les commandes de ses clients à toutes les deux heures (Burton et Boeder, 2003).

La Figure 1.3 présente les conclusions d'une étude visant à mesurer les bénéfices pouvant découler de l'adoption de pratiques de commerce collaboratif (Gossain, 2003). Afin d'établir le niveau de maturité des firmes consultées en terme de collaboration inter-organisationnelle, les répondants devaient situer leur organisation selon une échelle d'intégration disposant des quatre niveaux suivants :

- **Niveau 1 – Intégration minimale**. La majorité des interactions impliquent le partage d'information par le biais de rencontres, appels téléphoniques, facsimilés, courrier et courriels ;

- **Niveau 2 – Intégration modérée**. La majorité des interactions impliquent la consultation en-ligne de bases de données et l'échange d'information sous forme électronique avec une capacité limitée de modifier les données des partenaires ;

- **Niveau 3 – Intégration élevée**. La majorité des interactions comprend des transactions automatisées entre les bases de données et les applications logicielles des parties impliquées.

- **Niveau 4 – Intégration très élevée**. La majorité des interactions repose sur l'intégration étroite ou le partage de bases de données et d'applications. Les processus sont reconfigurés, les redondances sont éliminées, et les activités sont dirigées vers les partenaires appropriés.

Les résultats de cette étude font valoir que les firmes qui fonctionnent selon le niveau d'intégration le plus poussé (niveau 4), obtiennent en moyenne des accroissements de revenus de 40%, des réductions de coûts de 30%, des réduction de temps de cycle de 37% et des accroissements de la rétention des clients de 37%. Ces bénéfices imposants se manifestent à divers stades du cycle de vie des produits qu'il s'agisse du développement de produit, de la gestion de la chaîne d'approvisionnement ou de la gestion des relations avec les clients. Cependant, le niveau d'intégration moyen des participants à l'étude étant de 1,82 sur 4, il demeure que peu de firmes en sont à un niveau d'intégration aussi poussé que celui déployé par Dell.

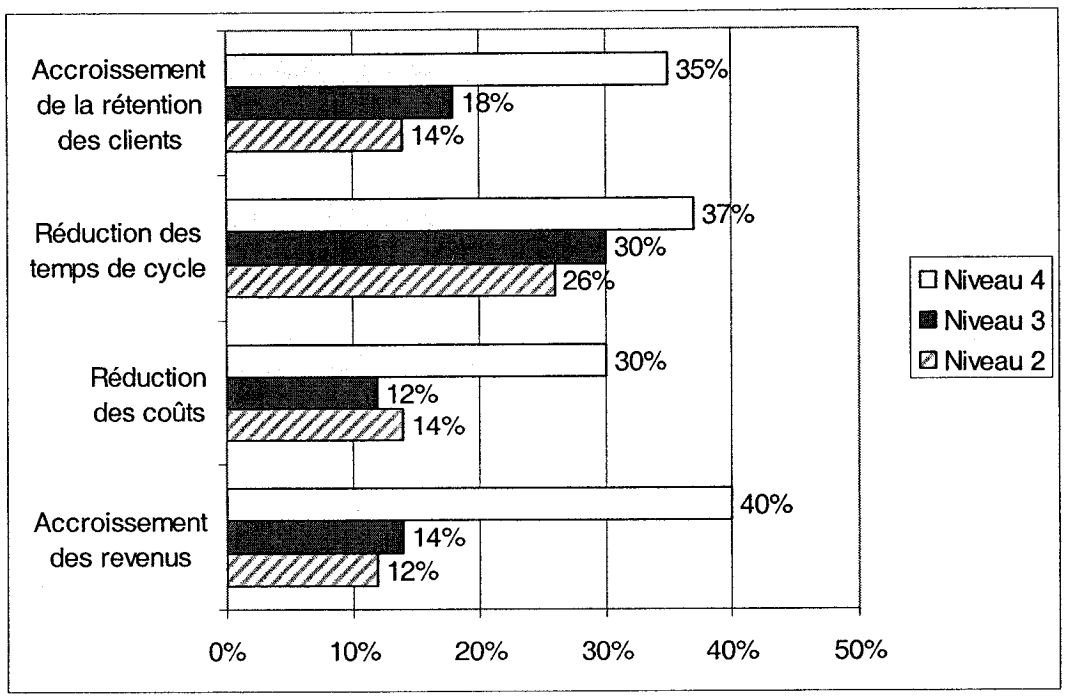


Figure 1.3 : Les bénéfices découlant de divers niveaux d'intégration des activités de collaboration

Source : (Gossain, 2003)

En guise de soutien à l'essor de ce concept de commerce collaboratif, le marché des applications en commerce électronique est pris d'assaut par une vaste panoplie d'innovations. Ainsi, la Figure 1.4 présente certaines des applications-technologies-normes[4] relevées comme étant ici pertinentes. Celles-ci sont regroupées selon quatre des grandes rubriques recensées dans la littérature et dans l'industrie soit *R&D*, *Supply Chain Management* (SCM), *Operations Management* (OM) et *Customer Relationship Management* (CRM). Les solutions sont positionnées sous la rubrique pour laquelle elles sont reconnues contribuer le plus. Il est à noter, qu'en plus de ces solutions, un grand nombre de portails et de places d'affaires électroniques sectorielles n'apparaissent pas sur la Figure 1.4. L'éventail de choix est donc très vaste. Il

[4] Les acronymes sont présentés en anglais afin d'éviter toute confusion inutile.

s'agit d'un environnement technologique complexe qui est en constante évolution.

De plus, certaines de ces innovations technologiques sont configurables et/ou extensibles (traduction libre de *scalable*). Les architectures selon lesquelles elles peuvent être combinées sont donc nombreuses. Enfin, le niveau de complexité de ces solutions est variable, certaines étant accessibles à toutes les entreprises alors que d'autres imposent une certaine maturité, c'est-à-dire qu'elles requièrent la présence préalable de compétences et de ressources qui sont longues à acquérir. Par conséquent, il est compréhensible de constater que praticiens et théoriciens éprouvent des difficultés à développer une vision claire des enjeux associés à l'adoption de ces innovations.

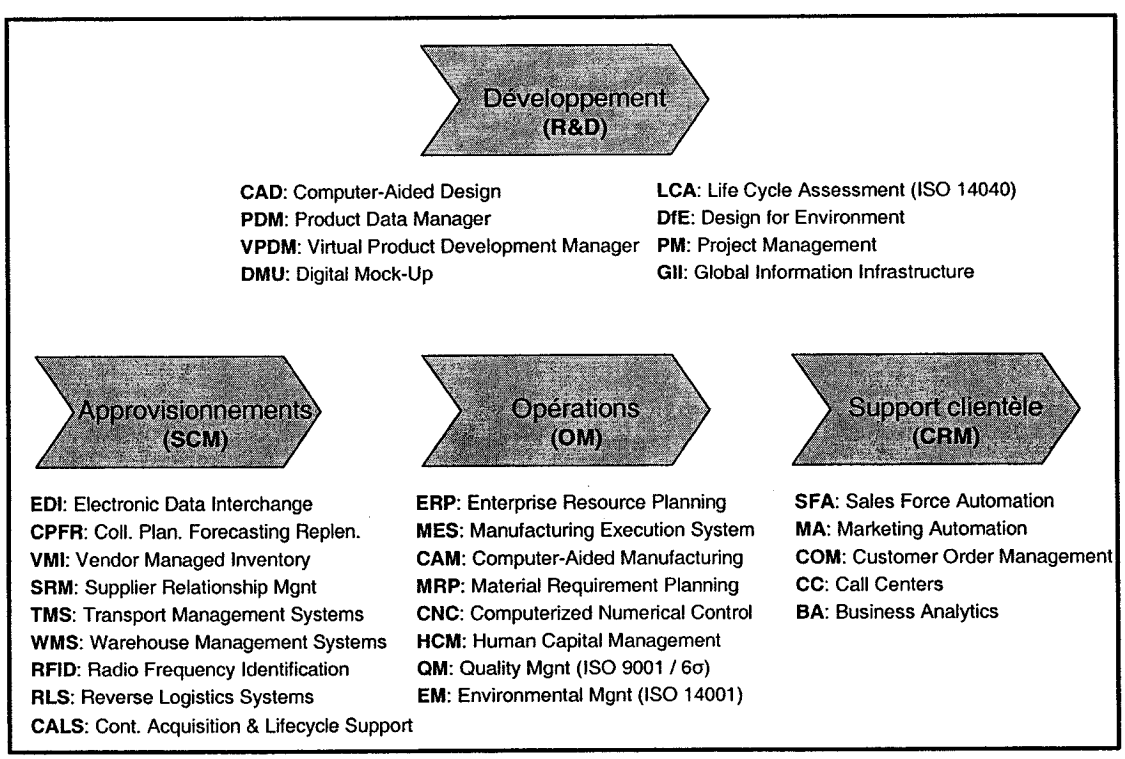


Figure 1.4 : Applications contribuant au concept de commerce collaboratif
Adapté de (Lefebvre et al., 2001)

Une façon de structurer cette problématique et de supporter les entreprises lors de la détermination de leurs besoins technologiques et organisationnels en matière de commerce électronique interentreprises est proposée à la Figure 1.5. Ce modèle de transition, qui a été validé empiriquement, comporte cinq niveaux qui correspondent à chacune des cinq vagues technologiques illustrées (Lefebvre et al., 2001)[5]. En identifiant le niveau où elles se situent et celui qu'elles désirent atteindre par rapport à ce modèle, les firmes peuvent déterminer l'écart qui subsiste ainsi que la trajectoire de transition technologique qui est la mieux adaptée à leur situation. Voici ce que comporte chacune de ces cinq vagues, de manière succincte et dans le respect de l'esprit des auteurs :

Vague 1 – Intégration des fonctions internes aux échanges électroniques

- *Intégration de divers systèmes internes à l'organisation avec des outils électroniques de communication. Ces systèmes supportent la liaison de transactions commerciales via des liens électroniques simples (Internet, EDI, ...).*

Vague 2 – Intégration des systèmes de gestion intra-entreprise

- *Adoption de systèmes de gestion informatisés, dans le but de coordonner les activités internes de l'entreprise. L'adoption d'un système ERP ayant pour objectif d'optimiser la planification de la production est un exemple.*

Vague 3 – Intégration des systèmes de gestion aux opérations

- *Automatisation de la saisie d'informations générées lors des opérations (production, entreposage, distribution), ainsi que leur intégration avec les systèmes de gestion de l'entreprise (e.g. ERP).*

Vague 4 – Intégration de la chaîne de valeur produit/service

- *Collaboration avec des entreprises du même secteur, dans le but de développer des produits et services au moyen de processus virtuels,*

---

[5] Certaines différences sont notables entre les Figure 1.4 et Figure 1.5 au niveau des solutions identifiées car le modèle date de 2001.

et/ou d'activités de la chaîne d'approvisionnement menées en mode virtuel.

Vague 5 – Optimisation du cycle de vie du produit

- *Stratégie de support à l'ensemble du cycle de vie du produit, basée sur l'intégration de plates-formes de commerce électronique interentreprises (B2B) plurisectorielles.*

Les trois premières vagues concernent l'intégration des processus internes à l'entreprise alors que les vagues quatre et cinq abordent les processus de collaboration externes à celle-ci. Par ailleurs, la cinquième vague rassemble principalement des entreprises qui consacrent leur attention à l'unité d'analyse qu'est le produit. Celles-ci sont familières avec l'émergence de normes et standards internationaux et elles fonctionnent aisément de manière électronique avec leurs fournisseurs et clients (Lefebvre et al., 2001).

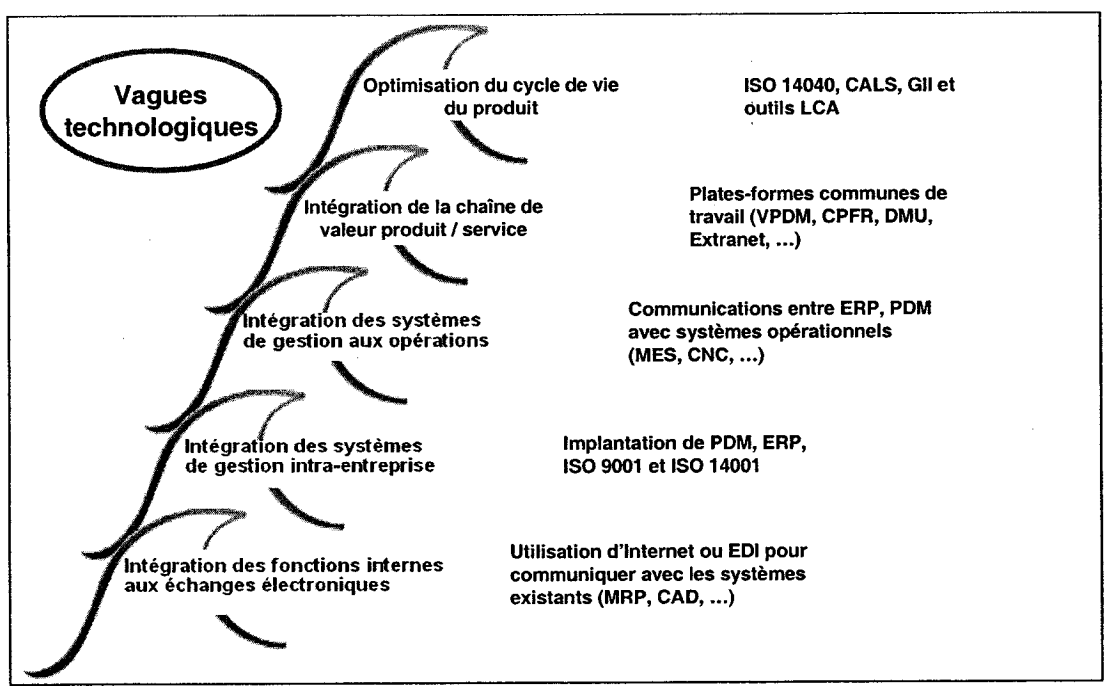


Figure 1.5 : Les vagues de transition technologique

Source : (Lefebvre et al., 2001)

Cette emphase sur l'optimisation du cycle de vie du produit et sur la propagation de l'efficacité à l'ensemble de la chaîne de valeur est en accord avec l'école de pensée de la *fabrication allégée* (traduction libre de *lean manufacturing).* En effet, les fondateurs de cette approche préconisent ce qui suit (Womack et Jones, 1996) p. 20) :

> *La pensée allégée doit aller au-delà des frontières de la firme, celle-ci étant jusqu'ici considérée comme l'unité standardisée de mesure de la performance à l'échelle mondiale. Il faut donc tenir compte de l'ensemble des activités comprises dans la création et la production d'un produit spécifique, à partir de l'étape de conception, en passant par les activités de vente, puis par la planification de la fabrication et de la livraison. Il faut tenir compte de tout ce qui a lieu entre le moment où les matières premières sont extraites et celui où le client prend possession du produit. Le mécanisme au travers duquel cela s'accomplit s'appelle l'entreprise allégée, qui se veut une conférence ininterrompue de toutes les parties concernées pour canaliser la valeur sur la totalité de la chaîne et pour en éliminer le muda (terme japonais signifiant gaspillage).*

Le paradigme de *gestion du cycle de vie produit – GCVP* (traduction libre de *product life cycle management – PLM*[6]) s'avère donc une option intéressante pour ce qui est de supporter la firme dans la gestion et la coordination stratégique de l'ensemble de ses activités en collaboration avec ses partenaires (Stark, 2005), autour d'une plate-forme technologique de pointe.

Afin de bien cerner le sens du concept PLM, deux définitions de ce dernier sont proposées :

> ***PLM** : activité qui consiste à gérer les produits d'une entreprise sur l'ensemble de leur cycle de vie, de la manière la plus efficace ; PLM aide l'entreprise à mettre ses produits en marché plus rapidement, à*

---

[6] L'acronyme anglais PLM sera utilisé afin de maintenir une correspondance avec la littérature sur le sujet.

mieux les supporter lors de leur utilisation, et à mieux gérer leur fin de vie (Stark, 2005).

***PLM** : stratégie d'affaires qui aide l'entreprise dans le partage d'information sur le produit, dans l'application de processus communs, et dans l'exploitation de la connaissance organisationnelle lors du développement de produits, de la conception au retrait, et ce au travers de l'entreprise étendue (selon Dassault Systèmes* (John Stark Associates, 2004)*).*

Il s'agit donc là d'un vaste domaine de recherche qui englobe plusieurs axes issus des dimensions managériales, technologiques et scientifiques. D'ailleurs, tel que défini ci-dessus, le concept PLM comporte une considération pour la gestion efficace de la fin de vie des produits, proposant ainsi de fermer la boucle du cycle des matières et laissant entrevoir une préoccupation à caractère environnemental. Il en va de même pour le principe d'optimisation du cycle de vie du produit introduit à la Figure 1.5, qui pousse la notion d'efficacité à ses limites et qui, au passage, permet l'élimination de gaspillages sous différentes formes (Burton et Boeder, 2003), procurant ainsi des gains environnementaux significatifs (Florida, 1996; King et Lenox, 2001b; Rothenberg et al., 2001). La présente recherche propose donc d'aborder la problématique PLM selon l'axe de la gestion environnementale.

1.3 LA DIMENSION ENVIRONNEMENTALE

Le lancement en 1996 de la série de normes ISO 14001 confirme une nouvelle tendance mondiale voulant que les entreprises et les gouvernements adoptent une attitude plus formelle face à la gestion des impacts environnementaux de leurs procédés et des produits qu'ils conçoivent ou achètent.

En ce qui concerne les entreprises, la partie (a) de la Figure 1.6 indique qu'à la fin de l'année 2003, 66070 certificats ISO 14001 étaient en vigueur dans le monde. La partie (b) de cette figure permet de constater que l'accroissement par rapport à l'année 2002 a été de 16621, soit un taux de 34 %. Il s'agit d'ailleurs de l'accroissement le plus important en valeur absolue depuis que l'ISO maintient ces statistiques. Ces données révèlent aussi que la diffusion de la norme ISO 14001 se poursuit de manière soutenue. Cela peut être interprété comme un accroissement de la considération accordée aux problématiques environnementales de la part de l'industrie mondiale. Les facteurs qui stimulent l'adoption de la norme ISO 14001 par les entreprises sont les demandes de clients, l'amélioration à l'interne, l'amélioration de l'image corporative et l'amélioration des relations avec les autorités (Corbett et Kirsch, 2001).

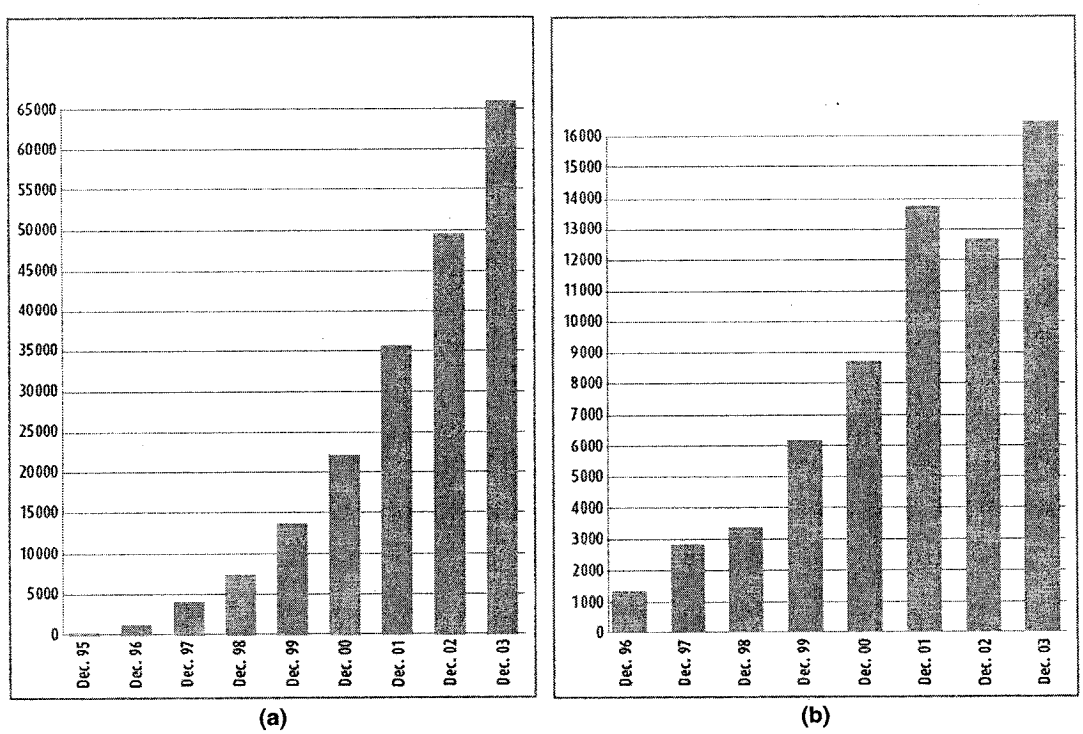


Figure 1.6 : Nombre de certificats ISO 14001 dans le monde (a) et croissance du nombre total de certificats ISO 14001 dans le monde (b)

Source : (ISO, 2004)

D'autre part, la partie (a) de la Figure 1.7 présente les dix pays ayant le plus de certificats ISO 14001 en vigueur à la fin de 2003. Ainsi, le Japon se démarque avec 13416 certificats, soit plus du double du Royaume Uni qui est au second rang avec 5460 certificats. La Chine, qui est au troisième rang avec ces 5064 certificats, poursuit sa progression fulgurante. En effet, celle-ci double son nombre de certificats à chaque année depuis 1998. Elle devrait normalement passer au second rang lors de la prochaine publication de ce relevé annuel de l'ISO. Le Canada, qui n'apparaît pas sur cette figure n'est pas très loin derrière la Corée avec 1274 certificats. Les données publiées par l'ISO révèlent que 48 % des certificats ISO 14001 sont concentrés en Europe et 35 % en Extrême Orient. L'ensemble des Amériques ne compte que pour 10 % des certificats ISO 14001. Enfin, la partie (b) de la Figure 1.7 révèle un fait intéressant : neuf des dix pays détenteurs du plus grand nombre de certificats ISO 14001 sont également parmi les dix détenteurs du plus grand nombre de certificats ISO 9000.

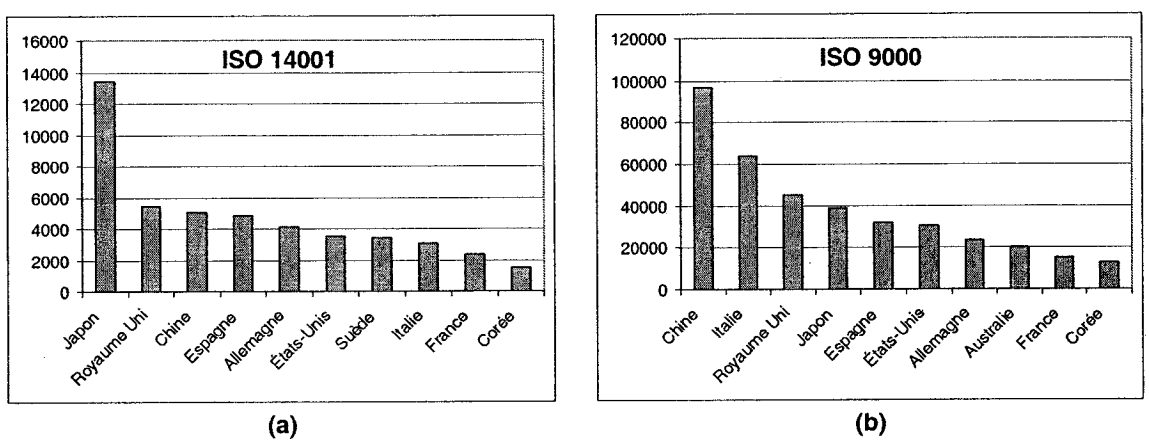


Figure 1.7 : Les dix pays avec le plus de certificats ISO 14001 en 2003 (a) et les dix pays avec le plus de certificats ISO 9000 en 2003 (b)

Source : (ISO, 2004)

Avec ses 48 % de tous les certificats ISO 14001 en vigueur dans le monde, l'Europe est en quelque sorte le berceau des *réceptifs précoces* (traduction libre de *early adopters*) en matière de gestion environnementale. Il n'est donc pas

étonnant de constater que les réglementations environnementales y soient à la fois strictes et avant-gardistes. En guise d'exemple, signalons la Directive 2002/96/CE du Parlement européen et du Conseil relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques appelés DEEE (Commission Européenne, 2000). Ainsi, par le biais d'un large éventail de mesures visant la conception des produits, la récolte sélective des DEEE, leur traitement et leur valorisation, cette directive fera en sorte que les producteurs assumeront physiquement ou financièrement la responsabilité de certains stades de la gestion des déchets de leurs produits. De plus, en vue d'un traitement et d'un recyclage améliorés des DEEE, les producteurs devront établir des systèmes appropriés. Cette directive s'appliquera uniformément à tous déchets électriques et électroniques concernés provenant de produits introduits sur le marché européen après le 13 août 2005, sans tenir compte du pays d'origine des produits. Également, à compter du 1er juillet 2006, la Directive 2002/95/CE du Parlement européen et du Conseil relative à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques entrera en vigueur. Celle-ci vise à assurer que ces produits vendus en Europe soient exempts de plomb, mercure, cadmium, chrome hexavalent, polybromobiphényles (PBB), polybromo-diphényléthers (PBDE).

L'entrée en vigueur prochaine de ces réglementations, en combinaison avec entre autres la mise en œuvre du protocole de Kyoto[7], devraient stimuler les entreprises nord américaines dans l'adoption de pratiques environnementales plus modernes, dont voici trois exemples.

1- Nortel Networks a déjà amorcé une démarche visant à appliquer les changements nécessaires à ses activités afin d'être complètement conforme

---

[7] Quelques détails supplémentaires sont procurés à ce sujet à la section Introduction.

aux nouvelles directives européennes. Ces efforts de Nortel s'insèrent d'ailleurs dans sa démarche globale appelée PLCM – *Product Life Cycle Management*. Ce programme comporte un ensemble d'initiatives visant à satisfaire d'une part les besoins de ses clients en information environnementale à propos de la consommation d'énergie des produits, de leur contenu en matières toxiques et de leur gestion en fin de vie. D'autre part ce programme PLCM vise à adapter les produits de l'entreprise aux nouvelles réglementations restreignant l'utilisation de certaines matières. Ce programme comporte des initiatives au niveau de la conception axée sur l'environnement, la consommation d'énergie des produits, les matières toxiques, les emballages, la fin de vie des produits, les rayonnements électromagnétiques, et la gestion des fournisseurs (Nortel Networks, 2005).

2- Anticipant l'adoption de ces directives, la firme Celestica, un leader dans le domaine des services fabrication du secteur électronique, a développé des procédés de fabrication qui sont conformes aux nouvelles directives européennes. Effectivement, au cours des cinq dernières années, Celestica a résolu des défis technologiques concernant la substitution de matières comme le plomb, de sorte qu'elle est maintenant en mesure d'offrir des services de conversion de produits appelés Green Services. Au moyen de ses services, Celestica supporte ses clients dans leur démarche visant à se conformer aux nouvelles directives européennes. Cela n'est pas une mince tâche, car selon Celestica, afin de prouver qu'un produit est conforme, il faudra mettre en place des systèmes d'information qui permettront de faire le suivi de chaque numéro de série et de chaque sous-assemblage afin de connaître quelles substances chimiques ils contiennent et en quelles quantités. Celestica s'assure également que ces fournisseurs seront prêts à temps (Celestica, 2004).

3- La firme Agile Software, un fournisseur de solutions PLM dont Dell fait partie des clients, a récemment conclu deux ententes stratégiques relativement à l'anticipation de l'entrée en vigueur des nouvelles réglementations européennes. La première implique la firme ESHConnect, une firme qui développe des solutions de gestion des connaissances relativement aux risques spécifiques à certaines industries. Cette entente rendra disponible, au travers des solutions PLM offertes par Agile, le service en ligne de mise à jour et de veille réglementaire et environnementale de ESHConnect. Ce lien permettra aux clients d'Agile, oeuvrant dans le secteur de l'électronique, de demeurer au fait des nouvelles réglementations concernant leurs produits et d'obtenir les documents pertinents (Agile Software Corporation, 2004a). La seconde entente concerne i2 Technologies, un fournisseur d'applications pour la gestion de la chaîne d'approvisionnement. Ainsi, cette entente permettrait de relier les solutions PLM d'Agile avec les bases de données de pièces électroniques d'i2. Cette connexion entre les deux applications permettrait aux entreprises de localiser puis d'analyser les caractéristiques de composantes afin d'en vérifier la conformité avec les directives européennes d'ici leur entrée en vigueur (Agile Software Corporation, 2004b).

Ces exemples ne concernent que des entreprises du secteur des produits électriques/électroniques. Ils démontrent tout de même l'envergure du défi que représente le prolongement de la gestion d'un produit jusqu'en fin de vie. En effet, jusqu'ici les firmes ont été accoutumées à administrer des flots linéaires d'inputs et d'outputs. Par contre, certaines industries commencent à intégrer des flots d'informations cycliques dans le développement, la livraison et la logistique inverse qui découlent du retour et de la réutilisation des produits à la fin de leur vie utile (Girshick et al., 2002).

Cette transition vers des modes de fonctionnement circulaires de la part des industries devrait chercher à reproduire les comportements observés dans les systèmes naturels, où la notion de déchet est inexistante (Senge et al., 2001). Les technologies de l'information joueront un rôle central dans cette transition, en fournissant des architectures d'information qui supporteront les flots cycliques d'informations au travers des organisations (Girshick et al., 2002). De fait, les technologies de l'information auront fréquemment joué un rôle important au sein des « clusters » technologiques qui ont caractérisé une ère spécifique, comme ce fut le cas du télégraphe lors du déploiement des premiers chemins de fer (Freeman et Soete, 1997). Il semble que ce soit ici encore une fois possible.

1.4 LES MODÈLES DU CYCLE DE VIE PRODUIT

Les faits exposés jusqu'ici permettent d'établir que les caractéristiques du produit sont des facteurs cruciaux lorsque vient le temps pour l'organisation d'établir sa stratégie de réduction des temps de cycle lors du développement de nouveaux produits, tout en accroissant sa capacité d'offrir des variations d'attributs de ses produits aux clients. Par contre, les caractéristiques des produits/marchés évoluent dans le temps, ce qui donne lieu au phénomène dynamique connu sous l'appellation cycle de vie produit ou *product life cycle* (PLC). La gestion cycle de vie produit (*product life cycle management* – PLM) intègre des fondements théoriques provenant de domaines variés. Les sections qui suivent présentent quatre modèles théoriques permettant d'illustrer la dynamique de l'évolution des caractéristiques des produits en fonction du temps, ainsi que l'influence de cette évolution sur d'autres composantes organisationnelles. Les modèles théoriques discutés abordent les quatre perspectives suivantes : la dynamique de l'innovation, la dynamique des marchés, la dynamique environnementale et la dynamique de la valeur.

1.4.1 Cycle de vie produit et dynamique de l'innovation

Tiré du domaine de la gestion de l'innovation, les travaux de Abernathy et Utterback proposent un modèle permettant d'analyser la dynamique de l'innovation sur l'ensemble du cycle de vie d'une industrie se développant autour d'un produit particulier (Utterback, 1994). Comme l'illustre la Figure 1.8, ce modèle représente l'évolution du taux d'innovation pour une unité d'analyse appelée l'unité productible (traduction libre de *productive unit*), qui combine le produit et ses procédés de fabrication, et qui fait ressortir l'interdépendance qui existe entre leurs taux d'innovation respectifs. C'est d'ailleurs cet apport qui distingue ce modèle de travaux précédents dont ceux de Mueller et Tilton (1969). Le modèle de la dynamique de l'innovation comprend trois phases soit la phase fluide (traduction libre de *fluid*), la phase transitionnelle (traduction libre de *transitional*), et la phase spécifique (traduction libre de *spécific*) qui permettent de caractériser les transformations qui se manifestent au niveau du produit, des procédés de fabrication, de la concurrence et de l'organisation.

L'interprétation de ce modèle veut que lorsqu'un nouveau produit est introduit, une grande incertitude règne quant aux préférences des utilisateurs ainsi qu'aux solutions technologiques qui peuvent les satisfaire. Plusieurs firmes entrent donc dans ce nouveau marché et proposent différentes versions de ce produit. La concurrence s'effectue au niveau des innovations « produit » (phase fluide). Au fur et à mesure que les usagers se familiarisent avec les différentes versions du produit, les fabricants découvrent comment améliorer le produit. Ce faisant les alternatives d'amélioration diminuent progressivement et l'on assiste à l'émergence d'un design dominant qui s'impose en tant que standard (phase transitionnelle). Le taux d'innovation « produit » diminue alors que les fabricants peuvent se permettre d'investir à moindre risque dans des technologies manufacturières, et l'accent est alors mis sur l'innovation au niveau des

procédés. Les firmes incapables de fabriquer le design dominant de manière efficace se retirent, et la concurrence se déplace au niveau des coûts de fabrication. La standardisation des procédés s'accroît et les innovations « produit » deviennent de moins en moins probables (phase spécifique).

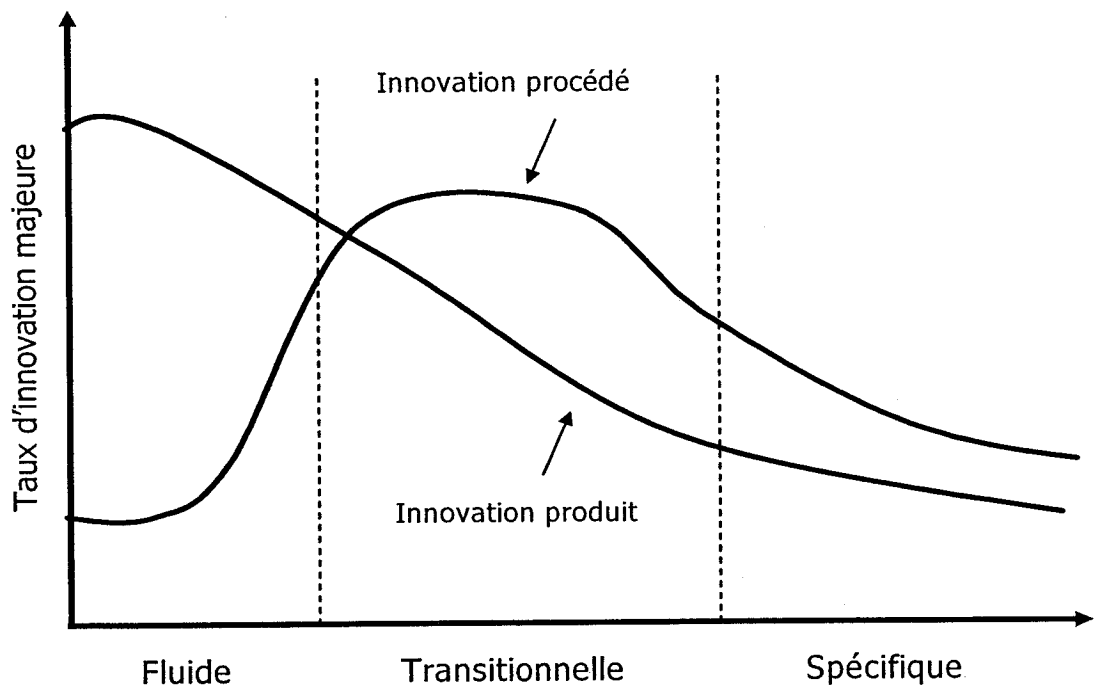


Figure 1.8 : Cycle de vie produit et dynamique de l'innovation

Source : (Utterback, 1994)

Le Tableau 1.1 résume les transformations qui s'opèrent sur différents facteurs, au fur et à mesure que le produit progresse selon ces trois phases de son cycle de vie. Les facteurs abordés sont l'aspect général du produit, des procédés de fabrication, des équipements de production, des concurrents et de la base de concurrence.

Tableau 1.1 : Caractéristiques des trois phases d'innovation industrielle

	Fluide	Transitionnelle	Spécifique
Produit	Concepts divers	Émergence du design dominant	Standardisés
Procédés	Flexibles, inefficaces	Plus rigides	Efficaces et très rigides
Équipements	Généralistes, reposant sur une main-d'œuvre très qualifiée	Automatisation de sous-ensembles de procédés	Fortement spécialisés et automatisés et main-d'œuvre peu qualifiée
Concurrents	Nombre croissant et parts de marché variables	Nombreux et en décroissance suite à l'émergence du design dominant	Nombre réduit avec parts de marché stables
Base de concurrence	Performance fonctionnelle du produit	Capacité d'adaptation aux besoins de l'usager	Prix

Adapté de (Utterback, 1994).

Cependant, ce modèle est critiqué pour ne laisser place que tardivement dans le cycle de vie du produit aux innovations procédé (Hayes et al., 2005). De plus, le modèle fait de la réduction des coûts l'objectif premier des innovations procédé. Cela fait en sorte que les entreprises n'ont d'incitatifs pour développer des nouveaux procédés seulement lorsque les opportunités d'innovations d'un nouveau produit sont épuisées et que les volumes de production sont suffisamment élevés pour justifier les investissements en équipements spécialisés. Ainsi les avantages concurrentiels potentiellement dérivés comme le *time-to-market* et le *rapid production ramp-up* ne sont pas considérés par le modèle.

Ce modèle est également critiqué par rapport au fait qu'il sous-entend que les compétences organisationnelles requises par l'innovation produit sont fondamentalement différentes, voire incompatibles, avec celles sollicitées par l'innovation « procédé ». Effectivement, les investissements en équipements de production spécialisés sont souvent perçus comme un frein à l'innovation « produit », causant des hésitations de la part de la firme face au risque

d'introduire de nouveaux produits qui rendraient leurs équipements de production obsolètes (Hayes et al., 2005). Le modèle de la dynamique de l'innovation ne serait donc pas en mesure de tenir compte de ces organisations oeuvrant dans des industries comme les biotechnologies ou les semi-conducteurs, où les compétences en R&D « produit » et « procédé » se complètent et où la commercialisation d'un nouveau produit ne peut se faire sans des innovations technologiques radicales au niveau des procédés.

Ainsi, en représentant la relation entre le taux d'innovation produit et le taux d'innovation procédé au moyen d'une matrice telle qu'à la Figure 1.9, les auteurs de ces critiques parviennent à illustrer de manière plus complète les diverses combinaisons possibles. Le quadrant ombré permet de positionner les industries qui évoluent dans un contexte où l'innovation produit et l'innovation procédé sont toutes deux élevées et complémentaires.

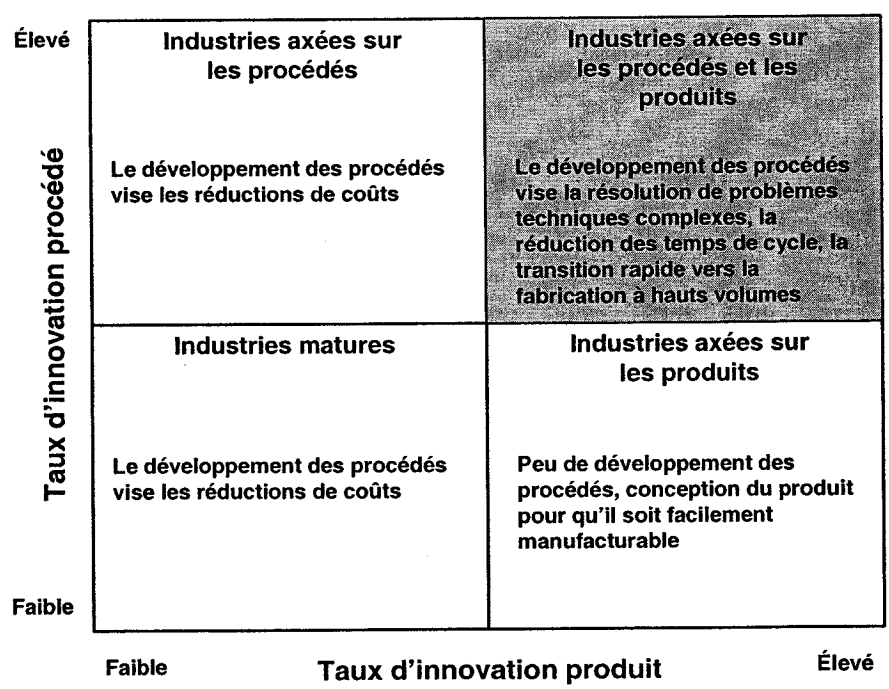


Figure 1.9 : Relation entre innovation produit et innovation procédé

Source : (Hayes et al., 2005)

En poussant le développement de cette matrice tel qu'à la Figure 1.10, il devient alors possible de caractériser les entreprises en fonction de la combinaison produit-procédé pour laquelle elles optent (Hayes et Wheelwright, 1979a). Cette matrice permet de représenter les interactions prévalant entre le cycle de vie d'un produit et le cycle de vie des procédés qui le supportent. De cette façon il est possible de situer la position d'une entreprise sur cette matrice et d'analyser sa stratégie manufacturière.

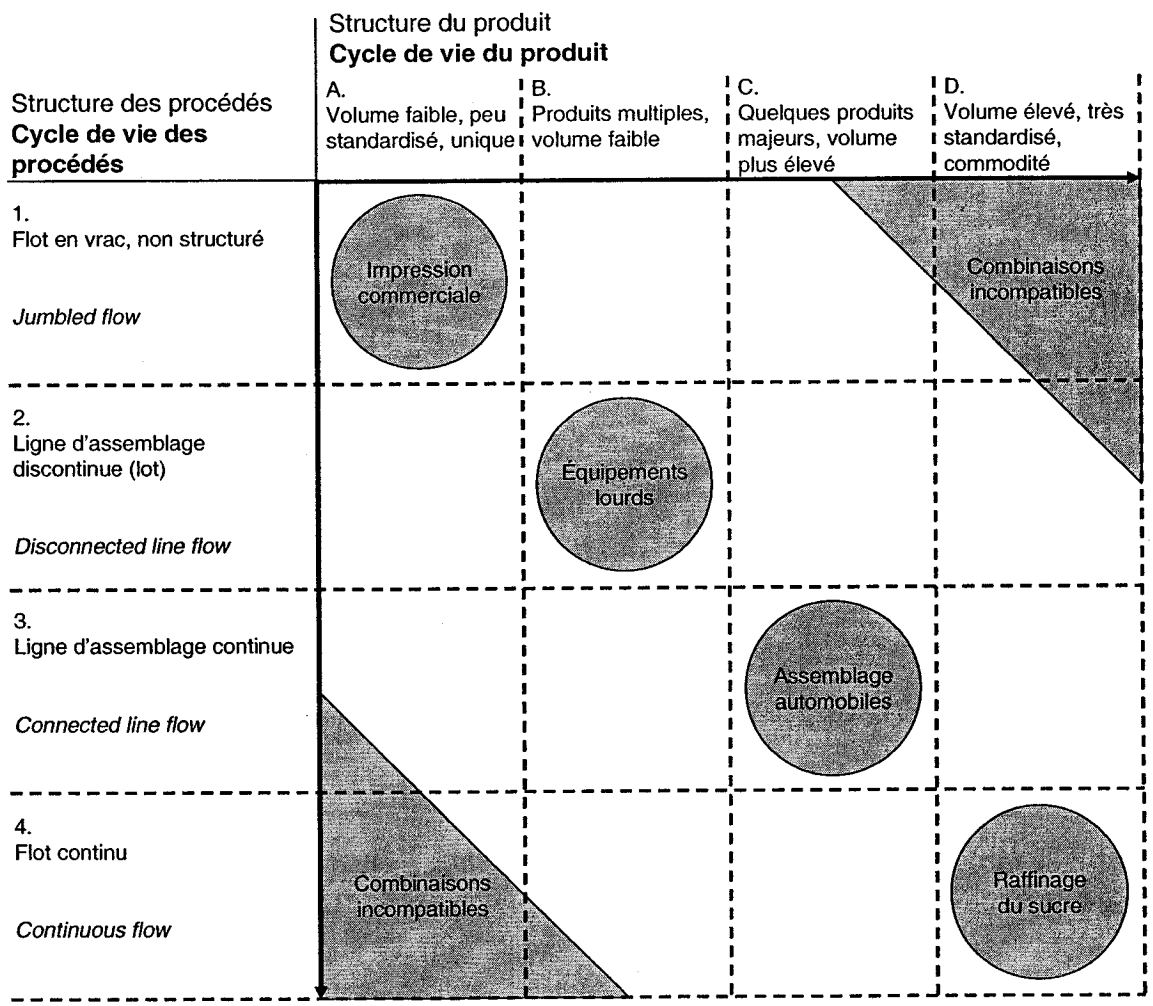


Figure 1.10 : Combinaison des principales phases des cycles de vie produit – procédé

Source : (Hayes et Wheelwright, 1979b)

Ainsi, sur la matrice de la Figure 1.10, les positions situées sur la diagonale principale de la matrice représentent les produits dont la structure est harmonisée avec la structure de leurs procédés. Il s'agit des combinaisons dites naturelles ou typiques. Cependant, des entreprises peuvent tenter de se démarquer en adoptant une position qui s'éloigne plus ou moins de cette diagonale. Plus la position préconisée s'éloigne de la diagonale et plus la stratégie manufacturière adoptée par la firme diffère de celle de ses concurrents. Cela peut amener la firme en question à obtenir du succès dans l'exploitation d'une niche de marché particulière. Cela peut cependant aussi fragiliser sa situation et la rendre plus vulnérable aux attaques. Les petites entreprises qui s'introduisent dans des industries matures le font souvent selon des stratégies éloignées de la diagonale (Hayes et Wheelwright, 1979b).

1.4.2 Cycle de vie « produit » et dynamique des marchés

Le concept de « cycle de vie produit » (traduction libre de *product life cycle* - PLC) a été énoncé pour la première fois au début des années 1950 par Jason Dean. Dean, qui est reconnu comme étant le père de la théorie du cycle de vie « produit » (Rink et Swan, 1979), s'intéressait aux stratégies d'établissement des prix de produits et au caractère périssable de la différentiation des produits. Pour illustrer les étapes du cycle de vie d'un produit, cet auteur faisait alors un parallèle avec les stades de développement de l'être humain : gestation, naissance, enfance, état adulte et sénescence (Dean, 1950). Sa prémisse de base veut que la nature concurrentielle d'un produit soit un phénomène dynamique dans le temps et que les politiques de prix doivent y être adaptées conséquemment. Une politique de prix appropriée au cycle de vie du produit doit, selon lui, tenir compte de trois facteurs de maturité : i) la maturité technique, qui se manifeste par une réduction du taux de développement du produit, un accroissement de la standardisation des marques et une stabilisation

des procédés manufacturiers et de la connaissance à leur sujet; ii) la maturité du marché, indiquée par une acceptation générale de la part des consommateurs du service offert par le produit, l'impression répandue que les produits de la majorité des manufacturiers afficheront des performances satisfaisantes, et par le fait que les consommateurs soient suffisamment familiers et compétents par rapport au produit pour comparer les marques; iii) la maturité concurrentielle, se manifestant par des parts de marchés ainsi que des structures de prix stables.

Par la suite, des études empiriques sont venues valider cette théorie et ont également permis de raffiner le modèle qui prend généralement la forme d'une cloche, comme l'illustre la Figure 1.11 (Rink et Fox, 1999). De plus, une nomenclature plus adéquate identifiant quatre principales phases du cycle de vie a été élaborée, soit : introduction, croissance, maturité et déclin (Rink et Swan, 1979). L'observation de la Figure 1.11 permet de constater qu'il s'agit de l'évolution du niveau des ventes, exprimée en dollars sur l'axe vertical, en fonction du temps. Il est à noter que parfois, des phases additionnelles peuvent être ajoutées afin de mieux adapter le cadre d'analyse à des situations particulières. Dans le cas du présent scénario, la phase pré-commercialisation est ajoutée pour permettre l'analyse plus précise des profits en début de cycle.

En fait, dans une revue de littérature sur le sujet, Rink et Swan ont relevé une douzaine de profils de cycle de vie différents, qui varient en fonction du type de marché ; qu'il s'agisse de produits durables ou périssables, de produits industriels ou de biens domestiques, de produits pharmaceutiques ou alimentaires et ainsi de suite (Rink et Swan, 1979). Aussi, une distinction est également faite entre le cycle de vie d'une marque, d'une classe et d'une famille de produits (Kotler et al., 1994).

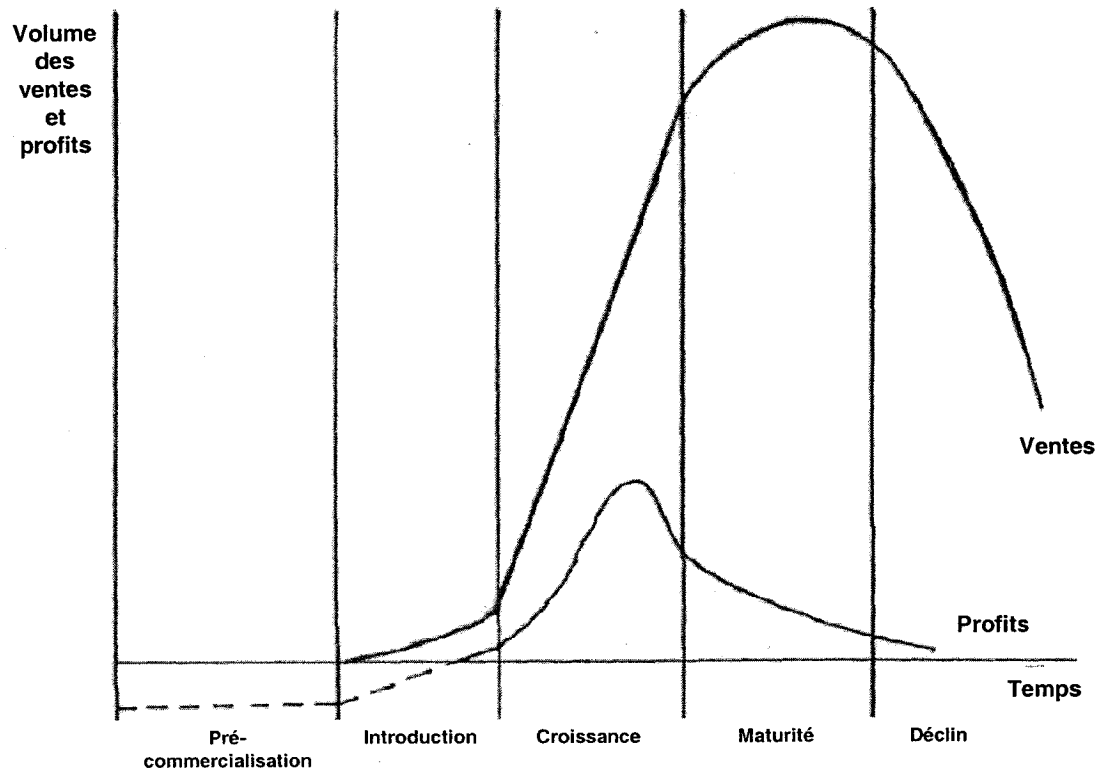


Figure 1.11 : Cycle de vie produit et dynamique des marchés
Source : (Rink et Fox, 1999)

De plus, des chercheurs ont démontré l'utilité du cycle de vie « produit » en tant que dénominateur commun pour mieux aligner les stratégies fonctionnelles formulées par les départements des opérations, de la logistique et des achats (Birou et al., 1998). À cet égard, la Figure 1.12 illustre le fait que plus un produit approche la fin de sa vie utile, plus les coûts de maintien d'inventaires relatifs à celui-ci augmentent (Rogers et Tibben-Lembke, 1998).

Ceci accentue le fait que les organisations devraient accorder passablement d'attention à la gestion de leurs produits en fin de vie, là où ils s'apprêtent à rentrer dans la chaîne logistique inverse. Enfin, ce modèle théorique trouve son utilité principale dans l'interprétation de la dynamique des produits et des marchés. Il peut guider les stratégies de détermination des prix de produits, ou

peut encore identifier le moment le plus propice pour procéder à l'introduction ou au retrait de produits sur les marchés.

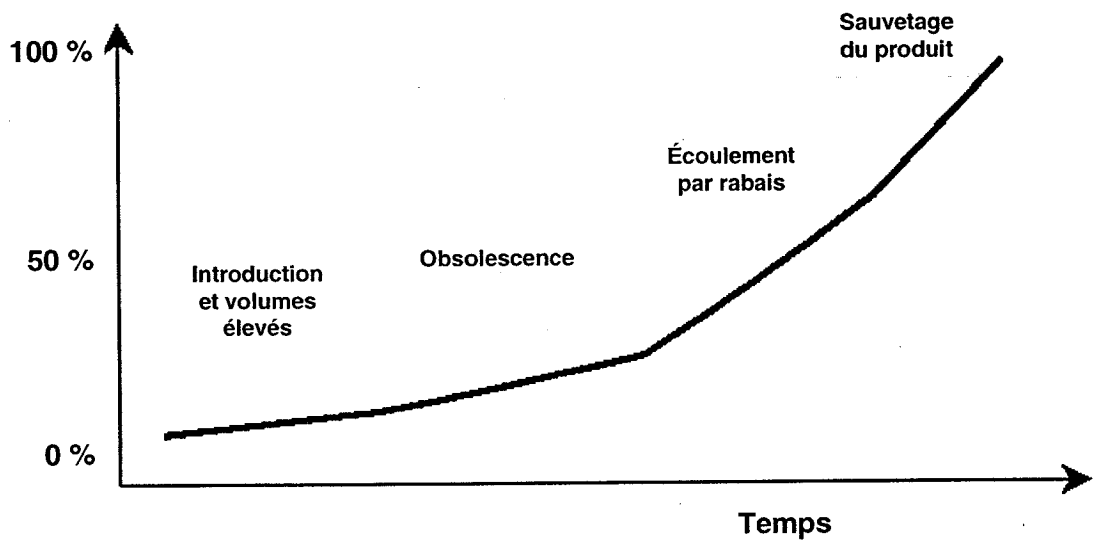


Figure 1.12 : Évolution des coûts de maintien des inventaires en fonction du temps
Source : (Rogers et Tibben-Lembke, 1998)

1.4.3 Cycle de vie produit et dynamique environnementale

L'impact environnemental d'un produit varie en fonction du stade du cycle de vie où se situe ce produit. L'analyse du cycle de vie (ACV) des produits, telle que définie par l'International Standard Organization (ISO), est un outil permettant de caractériser les interactions complexes entre un produit et l'environnement durant toute sa vie utile. Pour arriver à évaluer l'impact environnemental d'un système produit, il faut établir l'inventaire de tous les *inputs* (matières, eau, énergie) et *outputs* (émissions, effluents, déchets, co-produits) qui franchissent les frontières du système produit sous étude. La démarche prescrite par l'ISO se décompose en quatre étapes (ISO, 1997), soit :

1. Définition du but et de l'envergure de l'étude.
2. Réalisation de l'inventaire du cycle de vie du produit.
3. Analyse de l'impact environnemental.
4. Analyse des opportunités d'amélioration.

Le modèle illustré à la Figure 1.13 décompose le cycle de vie d'un produit en quatre phases génériques (ISO, 1997). Alors que les systèmes de gestion environnementaux tels que définis par ISO 14001 se concentrent principalement sur les opérations de la phase fabrication, l'analyse du cycle de vie produit selon ISO 14040 prend en compte les activités d'extraction et de transformation préalables à la fabrication ainsi que les activités ayant lieu en aval lors des phases d'utilisation et de recyclage. L'analyse comprend non seulement le produit physique en tant que tel, mais elle considère aussi la fonction du produit (Carlson et Palsson, 2001).

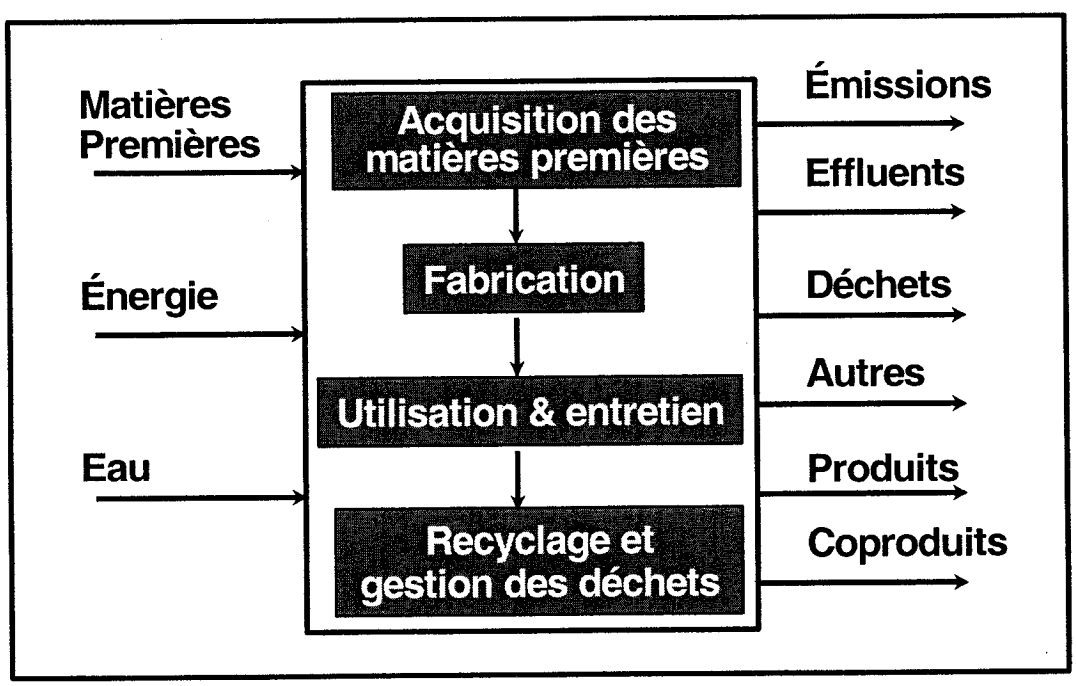


Figure 1.13 : Cycle de vie produit et dynamique environnementale
Source : (ISO, 1997)

De manière générale, les ACV sont des projets complexes qui exigent la collecte d'informations nombreuses, et dont la mesure ainsi que l'enregistrement ne font encore que rarement partie des procédures opérationnelles des organisations. Ce problème est d'autant plus important dans le cas de produits assemblés complexes, pour lesquels une portion significative de la fabrication de composantes est impartie à des fournisseurs et qui sont donc les détenteurs des informations recherchées. Cela impose donc au donneur d'ordres d'engager un dialogue avec ses fournisseurs pour s'assurer de la disponibilité de ces informations selon des mesures uniformisées.

L'analyse du cycle de vie des produits trouve son utilité dans deux grands champs d'applications (Goedkoop et Oele, 2002), qui sont les suivants :

- la compréhension de la contribution de chaque phase du cycle de vie à la charge environnementale, et éventuellement prioriser les initiatives d'amélioration tant au niveau du produit que des procédés ;
- la comparaison de la performance environnementale de différents produits pour fins de communications internes ou externes.

Les résultats des ACV sont cependant relativement difficiles à interpréter et à communiquer. Il est généralement difficile de déterminer si un impact au niveau de la couche d'ozone est plus lourd de conséquences qu'un impact au niveau des gaz à effet de serre. Pour solutionner ce dilemme, différentes méthodologies dites de pondération des impacts environnementaux ont été développées. La méthodologie d'évaluation des impacts Eco-Indicator 99 développée sous l'autorité du Dutch Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment est une de celles qui est largement utilisée par les concepteurs de produits en Europe (GoedKoop et Spriensma, 2001). Cette méthodologie

regroupe les résultats de l'inventaire du cycle de vie du produit sous étude en trois catégories, soit l'utilisation des ressources, l'exploitation du territoire et les concentrations des substances nocives. Ces informations sont ensuite traitées de manière à déterminer les dommages ou torts pouvant être causés aux ressources, aux écosystèmes et à l'être humain. Finalement, la normalisation et la pondération de ces trois types de dommages permettent d'obtenir un indicateur unique de la performance environnementale du produit.

La combinaison des méthodologies d'analyse de cycle de vie ISO 14040 et d'analyse des impacts environnementaux Eco-Indicator 99 représente le cœur d'un système de gestion environnemental orienté produit (POEM – *Product oriented environmental management*). Ces outils sont d'ailleurs à la base d'activités comme la conception verte, les approvisionnements verts et le marketing vert.

1.4.4 Cycle de vie produit et dynamique de la valeur

Lorsque initialement introduit, le concept de chaîne de valeur se voulait un outil d'analyse stratégique au niveau de la firme (Porter, 1986). Toutefois, une version modifiée du modèle original mettant l'accent sur le produit est proposée (Lefebvre et al., 2001). Telle qu'illustrée à la Figure 1.14, la chaîne de valeur d'un produit représente l'ensemble des activités qui viennent ajouter de la valeur au produit final. Les activités de support qui n'ont pas un impact direct sur le produit, comme la comptabilité ou l'administration de la paye des employés, sont évacuées de ce nouveau modèle à moins qu'elles ne soient considérées stratégiques.

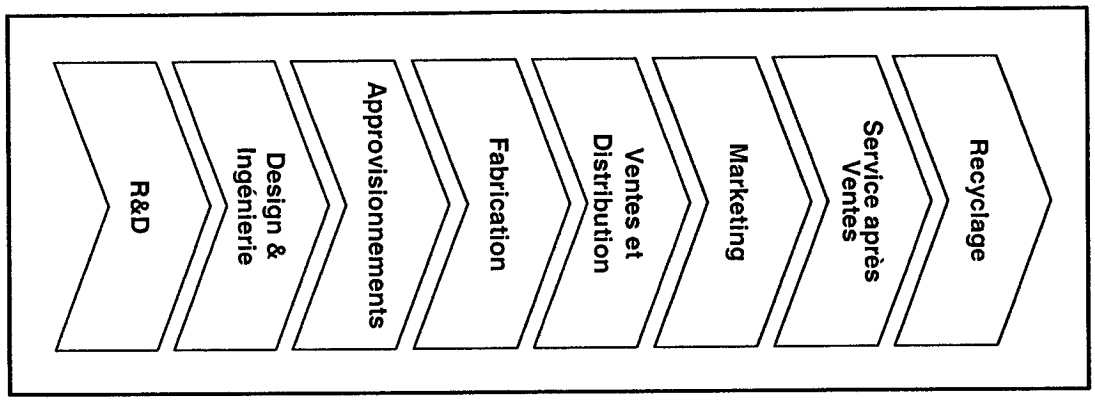


Figure 1.14 : Chaîne de valeur produit générique
Source : (Lefebvre et al., 2001)

Ainsi, dans un contexte où la plupart des produits résultent de l'intégration de plusieurs composantes provenant de multiples sources, l'analyse au moyen de la chaîne de valeur « produit » offre aux différents intervenants une vue d'ensemble ainsi que la possibilité de déterminer où exactement leur contribution ajoute de la valeur au produit final (Bourgault et al., 2002). Les activités faisant partie de la chaîne de valeur produit peuvent donc être menées à l'interne, c'est-à-dire de manière exclusive par l'intégrateur produit, ou à l'externe, c'est-à-dire en partie ou en totalité par des fournisseurs. Du point de vue de l'intégrateur du produit final, l'objectif est de connaître et de maîtriser les sources de valeur et d'optimiser son réseau de partenaires en conséquence. Du point de vue des partenaires, l'objectif est d'harmoniser la valeur qu'ils génèrent à celle de la chaîne de valeur à laquelle ils contribuent.

Le cadre d'analyse offert par la chaîne de valeur d'un produit intègre le réseau de partenaires qui réunissent leurs compétences-clés dans le but de fournir de la valeur au client. Un tel réseau de valeur centré sur le produit gère non seulement les activités de la chaîne mais aussi les flots de matières, de biens et d'information (Kalakota et Whinston, 1997). La chaîne de valeur illustrée à la Figure 1.14 présente donc des affinités avec le concept de cycle de vie du

produit développé par l'ISO et illustré à la Figure 1.13. La combinaison de ces deux modèles, qui sont en quelque sorte complémentaires, pourrait constituer un élément important d'un système de gestion environnementale orienté « produit » (POEM) en permettant de faire le lien entre les processus-clés de la chaîne de valeur « produit », l'information qui y circule, les technologies et compétences qui les supportent et la performance environnementale du produit.

Les facteurs tels le resserrement des législations environnementales, l'accroissement des produits retournés aux fabricants et l'identification d'opportunités commerciales relatives à l'exploitation de la valeur résiduelle des produits en fin de vie incitent les manufacturiers à expérimenter, voire mettre en place, des chaînes logistiques circulaires aussi appelées boucles fermées (traduction libre de *closed-loop supply chains*) (van Nunen et Zuidwijk, 2004). La Figure 1.15 illustre une chaîne de valeur « produit » à laquelle est appliquée la notion de boucle fermée, donnant ainsi place au concept de *dynamique de la valeur – cycle de vie produit* (adapté de : (Thierry et al., 1995; Lefebvre et al., 2003; Sarkis, 2003; Krikke et al., 2004; van Nunen et Zuidwijk, 2004)).

L'application, à la Figure 1.15, de la notion de boucle fermée s'effectue en décrivant de manière plus détaillée, et de fait plus précise, l'activité *recyclage* de la Figure 1.14. L'analyse de la Figure 1.15 permet de faire ressortir les éléments suivants :

- L'activité pivot est l'activité nommée *récupération/tests et démantèlement* du produit, à partir de laquelle le produit quitte la chaîne d'approvisionnement pour entrer dans la chaîne logistique inverse.
- Les retours de produits peuvent provenir de différentes sources. Ici trois types de sources sont retenues (van Nunen et Zuidwijk, 2004) : i) les retours manufacturiers, qui peuvent comprendre des matières, des rejets

de qualité ou des surplus, des retailles et des déchets, ii) les retours de distribution, qui peuvent être causés par des rappels, des ajustements d'inventaires, des redistributions de produits ou l'obsolescence de produits, et iii) les retours du marché, qui peuvent tenir compte des retours de garantie, des retours pour entretien et des retours en fin de vie.

- En fonction de l'état des produits, modules, pièces et matières, ceux-ci sont acheminés vers différentes activités de revalorisation avant d'être réintroduits dans la chaîne d'approvisionnement au point approprié, puis réutilisés soit par le fabricant lui-même, un fournisseur de la chaîne d'approvisionnement, ou une entreprise contribuant à une autre chaîne.

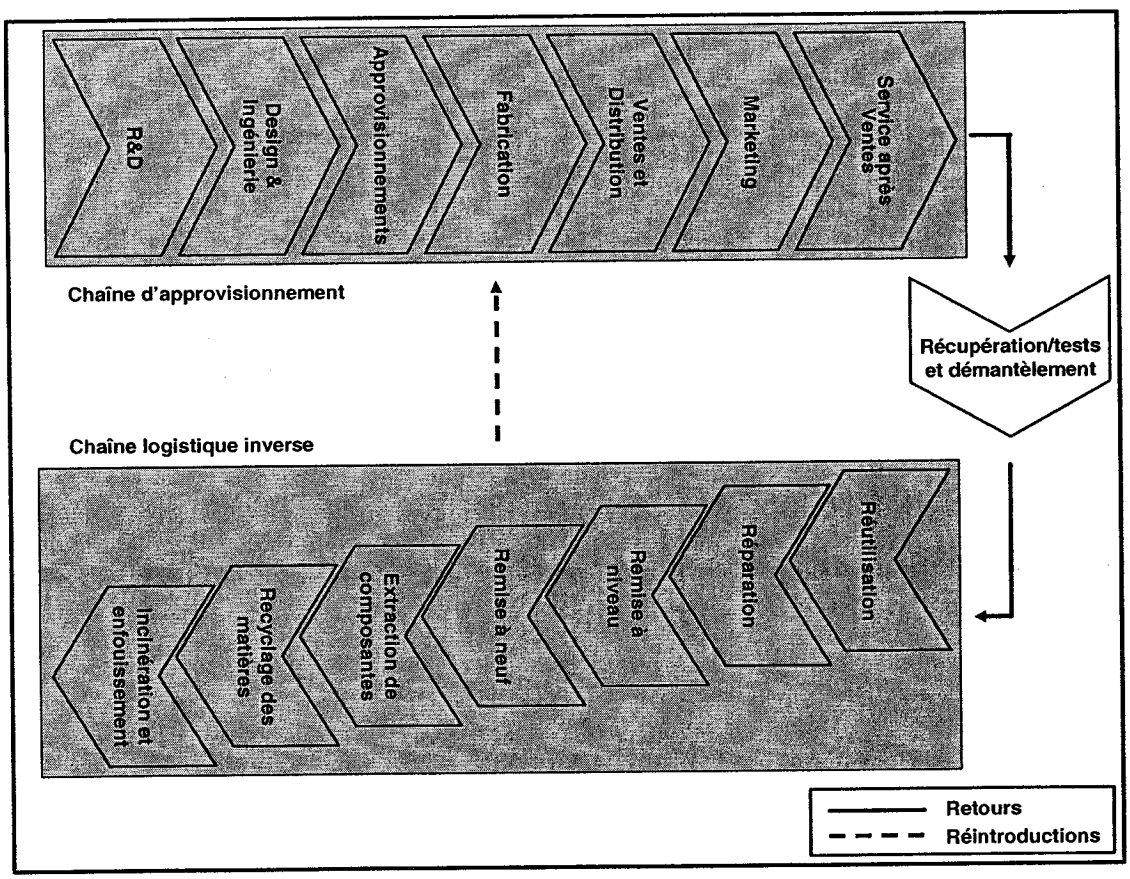


Figure 1.15 : Dynamique de la valeur – cycle de vie produit

La représentation de la chaîne logistique inverse sous forme d'escalier est faite dans le but d'illustrer que, suite à la récupération, les produits – composantes – pièces – matières peuvent escamoter certaines activités de cette chaîne pour être traités par l'activité la plus appropriée.

Également, il est à noter que lorsqu'un produit se retrouve dans la chaîne logistique inverse, la valeur résiduelle de ce dernier est influencée par l'état du produit, i.e. le profil d'utilisation dont il a été l'objet (Klausner et al., 1998), mais aussi par le cycle de vie des modules et pièces faisant partie du produit (Tibben-Lembke, 2002). Enfin, la gestion de la chaîne logistique inverse comporte un lot d'activités qui lui sont propres, et qui se trouvent à imposer des flots bidirectionnels de matières et d'information au niveau des activités traditionnelles de la chaîne d'approvisionnement (Thierry et al., 1995). La tâche des gestionnaires se voit donc complexifiée, étant donné l'accroissement des interactions interfonctionnelles et interentreprises occasionné par la mise en place d'une chaîne logistique inverse (Vachon et al., 2001). Ces chercheurs affirment aussi que la complexité de la chaîne logistique inverse est influencée par deux facteurs. Le premier facteur concerne l'interface avec l'utilisateur du produit, i.e. le timing, la quantité et la qualité selon lesquels le produit est retourné. Le second facteur crée un lien entre la complexité de la chaîne d'approvisionnement qui serait en partie transmise à celle de la chaîne logistique inverse. Par exemple, un produit conçu d'un grand nombre de composantes rehausserait les difficultés en ce qui a trait à la prédiction et la gestion de la quantité et de la qualité des matières récupérées.

En conclusion, force est de constater que la performance environnementale est un concept pouvant être abordé sous différents angles. Les perspectives présentées permettent de hiérarchiser les recherches effectuées sur le sujet à

ce jour en fonction de la portée des relations inter-organisationnelles suscitées par l'analyse de la performance environnementale. Cette hiérarchie va de la portée la plus limitée offerte par l'unité d'analyse qu'est la firme, à la portée la plus englobante offerte par le produit. C'est donc à partir du point de vue produit que les prochains chapitres seront développés.

Le prochain chapitre présente le cadre de recherche proposé par la présente thèse.

CHAPITRE 2 CADRE DE RECHERCHE PROPOSÉ

Ce deuxième chapitre expose le cadre théorique retenu. La section 2.1 présente les objectifs visés par la présente thèse ainsi que les questions de recherche appréhendées. La section 2.2 introduit le cadre théorique, puis présente les hypothèses de recherche, alors que la section 2.3 élabore les justifications théoriques supportant le choix des variables composant le cadre théorique.

2.1 OBJECTIFS VISÉS ET QUESTIONS DE RECHERCHE

Les objectifs visés par cette recherche peuvent être regroupés selon trois rubriques. Premièrement, il s'agit de démontrer que la performance environnementale des produits puisse découler d'un ensemble d'initiatives environnementales mises de l'avant par la firme. Les initiatives considérées sont intégrées autour de l'unité d'analyse qu'est le produit, et peuvent s'appliquer à n'importe quel stade du cycle de vie de celui-ci. Ce premier objectif de recherche soulève donc la question générale de recherche suivante :

Q1 Comment définir et représenter les initiatives environnementales mises de l'avant par la firme pour rehausser son niveau de maîtrise de la performance environnementale de ses produits ?

Deuxièmement, la présente recherche tente d'établir empiriquement l'existence de relations d'interdépendance prévalant entre les initiatives environnementales déployées par la firme et les caractéristiques du produit[8] sous observation. Cela

---

[8] Le terme produit comprend également le concept "famille de produits".

permettra de comprendre les écarts et similitudes qui seront observés pour des produits issus d'un même secteur industriel, puis de faire des comparaisons intersectorielles. Ce second objectif de recherche soulève la question générale de recherche suivante :

Q2 Quelle est l'influence des caractéristiques du produit sur la nature des initiatives environnementales déployées par la firme pour améliorer la performance environnementale de ses produits ?

Le troisième objectif de cette thèse consiste à déterminer empiriquement la nature de la relation prévalant entre les initiatives environnementales mises de l'avant par la firme et les avantages concurrentiels qu'elle peut ensuite en dégager. Ce dernier objectif de recherche soulève la question générale de recherche suivante :

Q3 Les avantages concurrentiels récoltés par la firme sont-ils reliés aux initiatives environnementales mises de l'avant par la firme pour améliorer la performance environnementale de ses produits ?

Finalement, afin d'accentuer notre compréhension des relations décrites par les questions générales de recherche formulées ci-dessus, ainsi que pour rehausser la validité des résultats obtenus, la présente thèse tient compte de certains facteurs modérateurs permettant de caractériser la *firme*, ses *stratégies corporatives*, ainsi que l'*environnement concurrentiel* dans lequel celle-ci développe et commercialise ses produits. Ainsi, dans le but d'orienter les efforts du chercheur, les questions de recherche subordonnées suivantes sont formulées :

QS1 Quelle est l'influence relative des facteurs modérateurs sur la nature des initiatives environnementales mises de l'avant par la firme pour améliorer la performance environnementale de ses produits ?

QS2 Quelle est l'influence relative des facteurs modérateurs sur les avantages concurrentiels que la firme est en mesure de récolter suite à la mise en place d'initiatives environnementales ayant pour but de rehausser la performance environnementale de ses produits ?

C'est en fonction de ces questions de recherche que la prochaine section présentera le cadre théorique retenu ainsi que les hypothèses de recherche formulées dans la présente thèse.

2.2 CADRE THÉORIQUE ET HYPOTHÈSES DE RECHERCHE

Cette section introduit d'abord le cadre théorique autour duquel s'articule la recherche faisant l'objet de la présente thèse. C'est à partir de ce cadre théorique que sont ensuite présentées les hypothèses de recherche.

2.2.1 Le cadre théorique de cherche

Le cadre théorique initial illustré à la Figure 2.1 présente le cœur du modèle conceptuel de la présente thèse. Ce cadre théorique initial introduit le concept appelé *initiatives environnementales PLM* (Product Life cycle Management), qui regroupe un ensemble d'initiatives ayant pour but d'améliorer la performance environnementale du produit à n'importe quel stade de son cycle de vie. Ainsi, le

cadre théorique de la Figure 2.1 fait d'abord valoir que les *initiatives environnementales PLM* mises de l'avant par la firme sont tributaires des *caractéristiques du produit* concerné par ces initiatives. Ensuite, le cadre théorique initial propose que ces *initiatives environnementales PLM* puissent permettre à la firme d'en dégager des avantages concurrentiels significatifs.

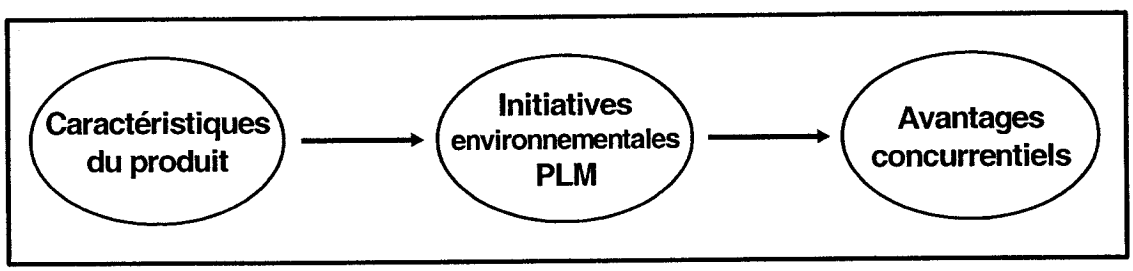


Figure 2.1 : Cadre théorique initial

La Figure 2.2 reprend le cadre théorique initial en procurant un niveau de détails supplémentaires en ce qui concerne le concept *initiatives environnementales PLM*, qui est ici rebaptisé *plate-forme environnementale PLM*. L'usage du terme plate-forme permet de faire ressortir le fait que les initiatives environnementales PLM sont considérées relativement à une unité d'analyse commune qui est le produit. De plus, le terme *plate-forme* englobe diverses dimensions (Robertson et Ulrich, 1998), qui peuvent orienter les initiatives environnementales PLM de la firme. Ces auteurs décomposent d'ailleurs le concept de plate-forme selon les quatre dimensions suivantes :

- ***les composantes***, les parties constituantes du produit, les pièces ainsi que les logiciels ;
- ***les processus***, les équipements requis pour fabriquer ou assembler les composantes en un produit, les procédés de fabrication et la chaîne d'approvisionnement ;

- ***les connaissances***, les savoir-faire au niveau de la conception, des applications technologiques, des techniques de production, des modèles mathématiques et des méthodes de test ;
- ***les individus et les relations***, les équipes, les relations entre les membres de l'équipe, entre les équipes au sein de l'organisation, puis entre les organisations au sein d'un réseau de fournisseurs.

Pour ces raisons, l'usage du terme *plate-forme environnementale PLM* est considéré comme étant bien adapté au contexte de la présente recherche. Ce concept de plate-forme environnementale PLM permet de structurer les initiatives environnementales de la firme selon cinq groupes d'activités à valeur ajoutée, représentant une chaîne de valeur générique, applicable aux produits manufacturés. Les cinq groupes d'activités sont *marketing*, *design*, *fabrication*, *distribution* et *logistique inverse*.

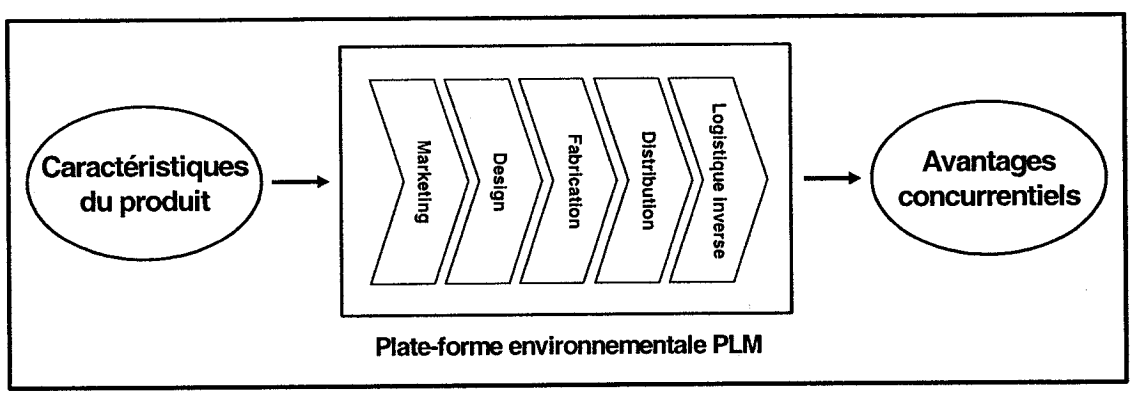


Figure 2.2 : Cadre théorique initial et plate-forme environnementale PLM

Le cadre théorique complet est présenté à la Figure 2.3. Ce cadre théorique complet permet d'illustrer que les relations décrites ci-dessus – c'est-à-dire celles entre les *caractéristiques du produit*, la *plate-forme environnementale PLM* et les *avantages concurrentiels* – peuvent être modérées par certains facteurs. Ici, ces facteurs modérateurs sont regroupés selon trois ensembles : la

firme, les *stratégies corporatives*, et l'*environnement concurrentiel*. Les relations présentées par le cadre théorique de la Figure 2.3, proposent que pour un certain produit évoluant dans un environnement concurrentiel déterminé, la firme puisse d'une part parvenir à rehausser la performance environnementale de ses produits et puisse, d'autre part devenir plus concurrentielle en fonction des stratégies qu'elle adopte.

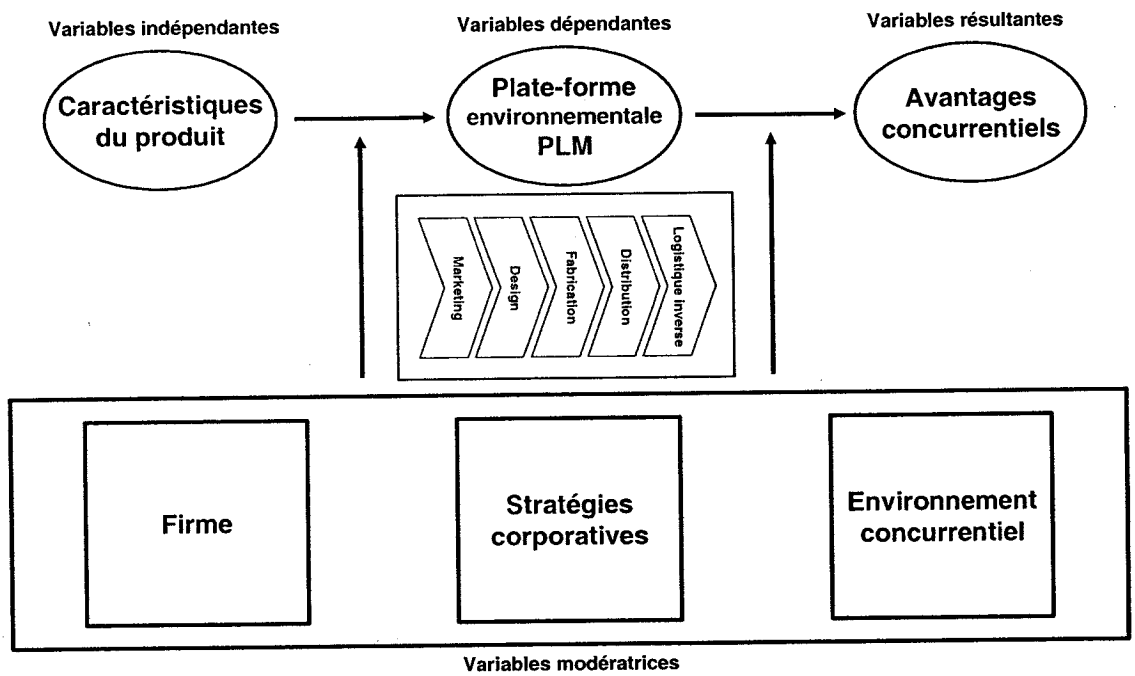


Figure 2.3 : Cadre théorique complet

Cependant, la complexité inhérente au concept de *plate-forme environnementale PLM* fait en sorte que le type et l'intensité des initiatives environnementales mises de l'avant par la firme puissent être conditionnés par un nombre élevé de facteurs. En fait, il s'agit là d'un domaine de recherche qui se situe à l'intersection de domaines comme le développement de produits, la collaboration interentreprises, la gestion des opérations ainsi que la gestion environnementale.

Par conséquent, l'élaboration du cadre théorique détaillé, tel que présenté à la Figure 2.4, est tributaire de certaines décisions scientifiques de la part du chercheur. Ces décisions ont pour but de limiter l'envergure de la problématique sous étude, et aussi d'assurer l'atteinte des objectifs de recherche fixés. Ainsi, ces décisions consistent, d'une part, à limiter le nombre de variables introduites dans le cadre théorique, puis d'autre part, à procéder au regroupement de celles-ci selon des dimensions pertinentes à la problématique sous étude. Voici un sommaire des choix qui ont été effectués :

- les *caractéristiques du produit* considérées sont : sa durée de vie, s'il s'agit d'un produit exporté, s'il s'agit d'un produit final ou intermédiaire, s'il s'agit d'un produit de niche supérieure, s'il s'agit d'un produit fabriqué de façon standardisée, s'il s'agit d'un produit fabriqué sur mesure (variables indépendantes).
- Les dimensions selon lesquelles le concept de *plate-forme environnementale PLM* a été décomposé se limitent à cinq et sont : marketing, conception, fabrication, distribution et logistique inverse (variables dépendantes).
- Le concept *avantages concurrentiels* est décomposé selon les six dimensions suivantes : expansion des capacités de développement de produits, expansion des compétences, expansion des capacités manufacturières, expansion de l'excellence opérationnelle, expansion de la maîtrise des marchés, puis expansion de la compétitivité (variables résultantes).
- Le facteur modérateur *firme* comprend les trois variables suivantes : la taille, le secteur d'activités puis la présence d'un système de gestion de la qualité (variables modératrices).
- Le facteur modérateur *stratégies corporatives* est décomposé selon les quatre dimensions suivantes : stratégie commerciale, stratégie

technologique, stratégie environnementale et stratégie ressources humaines (variables modératrices).

- Le facteur modérateur *environnement concurrentiel* est décomposé selon les quatre dimensions suivantes : le cadre réglementaire, les parties prenantes, la compétitivité puis les attentes des clients (variables modératrices).

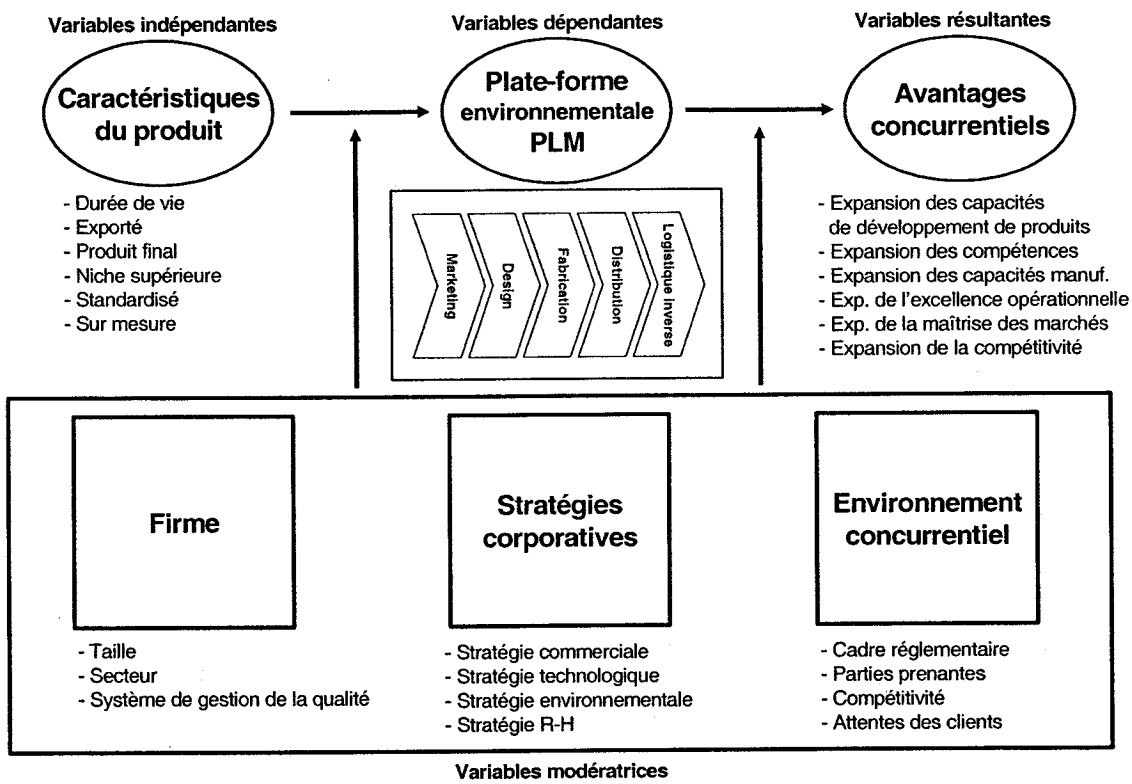


Figure 2.4 : Cadre théorique détaillé

La section qui suit présente les hypothèses de recherche formulées à partir du cadre théorique élaboré ci-dessus.

2.2.2 Les hypothèses de recherche

La Figure 2.5 introduit les hypothèses de recherche proposées dans le but de

répondre adéquatement aux questions de recherche formulées plus tôt.

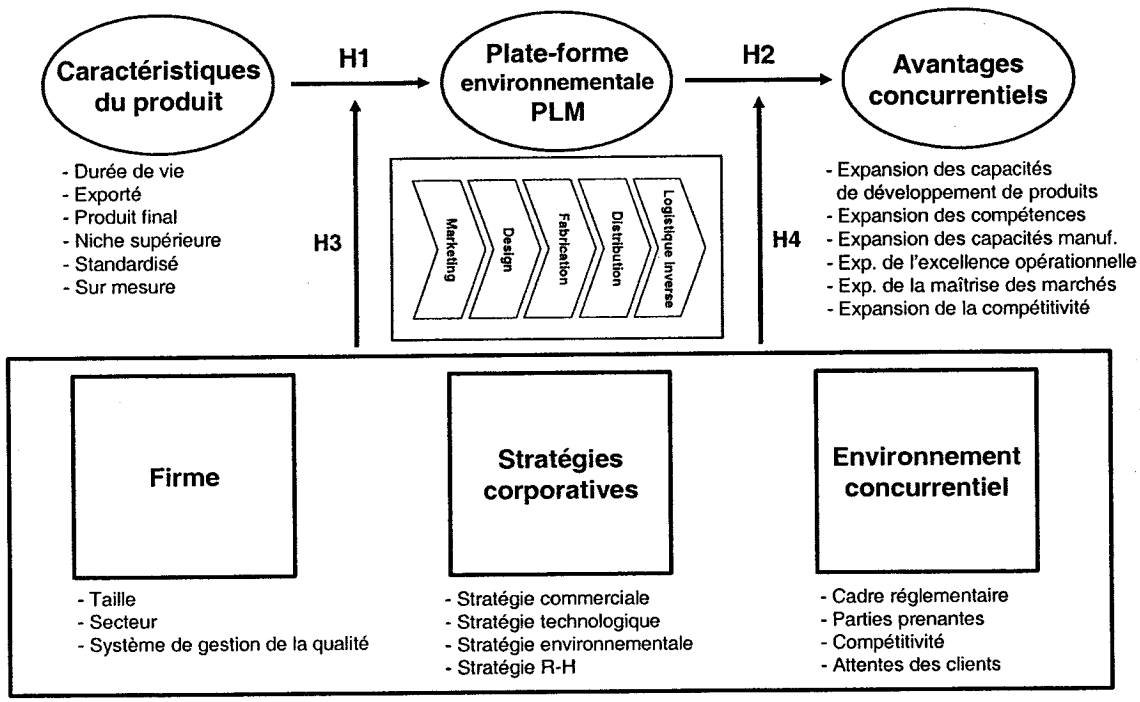


Figure 2.5 : Hypothèses de recherche

Hypothèse de recherche H1

Les ***caractéristiques du produit*** que sont

- sa durée de vie
- le fait qu'il s'agisse d'un produit exporté (ou non)
- le fait qu'il s'agisse d'un produit final (ou intermédiaire)
- le fait qu'il s'agisse d'un produit de niche supérieure (ou non)
- le fait que le produit exige un volume élevé de production standardisée et
- le fait que le produit soit conçu et réalisé sur mesure, en fonction des besoins spécifiques et variés des clients

déterminent le type et l'intensité des initiatives qui constituent la ***plate-forme environnementale PLM*** de la firme. Plus spécifiquement, la variable ***plate-forme environnementale PLM*** se décompose en cinq dimensions : *marketing*, *conception*, *fabrication*, *distribution* et *logistique inverse*. L'hypothèse H1 s'appliquerait donc à chacune de ces dimensions.

Hypothèse de recherche H2

Le type et l'intensité des initiatives qui constituent la ***plate-forme environnementale PLM*** de la firme, influencent de façon positive les ***avantages concurrentiels*** que la firme parvient à réaliser. Plus spécifiquement, la variable ***avantages concurrentiels*** se décompose en six dimensions :

- l'expansion des capacités de développement de produits
- l'expansion des compétences
- l'expansion des capacités manufacturières
- l'expansion de l'excellence opérationnelle
- l'expansion de la maîtrise des marchés
  et
- l'expansion de la compétitivité.

L'hypothèse H2 s'appliquerait donc à chacune de ces dimensions.

Hypothèse de recherche H3

Certaines caractéristiques de la ***firme***, ses ***stratégies corporatives***, et certains aspects de son ***environnement concurrentiel*** ont un effet modérateur sur les relations prévalant entre les ***caractéristiques du produit*** et les initiatives constituant la ***plate-forme environnementale PLM*** de la firme.

Hypothèse de recherche H4

Certaines caractéristiques de la ***firme***, ses ***stratégies corporatives***, et certains aspects de son ***environnement concurrentiel*** ont un effet modérateur sur les relations prévalant entre les initiatives constituant la ***plate-forme environnementale PLM*** de la firme et les ***avantages concurrentiels*** dont la firme parvient à tirer profit.

Ce sont là les hypothèses de recherche qui feront l'objet d'une vérification dans le cadre de la présente thèse. La prochaine section présente les justifications théoriques des choix des variables composant le cadre théorique détaillé de la Figure 2.4.

2.3 JUSTIFICATIONS THÉORIQUES DES VARIABLES RETENUES

Le cadre théorique présenté préalablement comporte un bloc de variables dépendantes, un bloc de variables résultantes, un bloc de variables indépendantes et trois blocs de variables modératrices. Les justifications théoriques des variables retenues seront présentées dans cet ordre.

2.3.1 Justification théorique des variables dépendantes

Le concept de *plate-forme environnementale PLM,* tel que défini par le cadre théorique présenté ci-dessus, constitue le bloc de variables dépendantes. Ce concept est décomposé selon cinq dimensions : *marketing*, *conception*, *fabrication*, *distribution* et *logistique inverse.* Ces cinq dimensions sont en fait des construits qui regroupent plusieurs items dont les justifications théoriques sont présentées ci-dessous.

2.3.1.1 Marketing

La dimension *marketing,* telle que développée dans la présente recherche, s'inspire de *l'optique marketing* telle que proposée par Kotler et al. (1994), et *représente un effort intégré de marketing qui est axé sur le client et qui met l'accent sur le marché afin d'assurer la satisfaction du client et, par là, d'atteindre les buts de l'organisation.* Puisqu'il s'agit là d'un domaine relativement vaste, la dimension marketing se limitera à la communication d'informations environnementales avec le marché et les clients.

Ainsi, les firmes qui mettent de l'avant des efforts pour développer des produits dont la fabrication ou l'utilisation polluent ou détériorent moins l'environnement que ceux de leurs concurrents, sont aussi intéressées à divulguer ce fait afin d'en tirer des revenus (Menon et al., 1999). Cependant, des recherches ont démontré que trop souvent, les informations environnementales sur l'emballage des produits sont inexactes, voire même trompeuses (Polonsky et al., 1998). Certaines des difficultés fondamentales rencontrées lors de la communication d'informations environnementales consistent à déterminer quelle information communiquer et comment la communiquer (Schrum et al., 1995). Également, l'information environnementale relative aux produits est basée sur de très grandes quantités de données dont l'analyse et l'échange sont complexes, nécessitant une standardisation au niveau de la gestion, des outils et des formats (Carlson et Palsson, 2001).

La crédibilité de l'information divulguée aux clients est reconnue comme un facteur de succès d'une stratégie de différentiation environnementale des produits (Reinhardt, 1998). Afin de préserver la crédibilité de l'information environnementale publiée sur les produits, et aussi dans le but d'encourager la

demande pour des produits moins dommageables pour l'environnement, l'International Standard Organisation (ISO) a identifié trois types de labels environnementaux pour lesquels elle a élaboré des normes : i) l'étiquetage environnemental de Type I (ISO 14024), ii) les auto-déclarations de Type II (ISO 14021), et iii) les déclarations environnementales de Type III (ISO 14025). Les labels de Type I et les déclarations de Type III sont accordés par des tierces parties certifiées, et font appel aux procédures d'analyse de cycle de vie selon ISO 14040. Une information environnementale quantitative et scientifique est donc requise, d'une part pour répondre aux exigences des programmes d'approvisionnements verts mis en place par de grandes organisations publiques et privées (Carter et Carter, 1998; Bowen et al., 2001b) et d'autre part pour permettre aux consommateurs de comparer objectivement les produits (Polonsky, 2001). Le Tableau 2.1 présente les initiatives retenues pour mesurer le concept de *marketing* ainsi que les justifications théoriques supportant ces choix.

Tableau 2.1 : Initiatives retenues composant la dimension marketing vert

Initiative	Justification théorique
Publiciser l'aspect environnemental du produit *(contacts avec le marché avant l'acquisition du produit)*	(Coddington, 1993; Murphy et al., 1995; Menon et al., 1999; Murphy et Poist, 2003)
Informer les clients de l'aspect environnemental du produit *(contacts avec les clients déjà détenteurs du produit)*	(Coddington, 1993; Carter et Carter, 1998; Bowen et al., 2001b)

2.3.1.2 Conception

D'après certains auteurs, le développement de produit peut être défini comme *la création d'un produit commercial à partir de l'identification d'une opportunité de marché reposant sur un ensemble de suppositions technologiques* (Krishnan et Ulrich, 2001). La conception environnementale d'un produit, consiste en

l'incorporation de considérations environnementales lors du processus de développement de produit (Lenox et Ehrenfeld, 1997; Sroufe et al., 2000; Handfield et al., 2001).

Aussi, il est reconnu que l'étape dite de conception des produits ne représente qu'une faible partie (5 à 10 %) du coût total de ceux-ci (Fiksel (1996) cité dans Sroufe et al. (2000)). C'est cependant à cette étape que plusieurs des décisions prises vont déterminer de 50 à 85 % du coût total des produits (Sroufe et al., 2000). Ainsi, c'est à l'étape de conception des produits que des changements peuvent être effectués le plus efficacement, ayant pour but d'améliorer la performance environnementale de ceux-ci (Allenby, 1999).

Les concepteurs de produits, désireux de créer des produits plus performants sur le plan environnemental, disposent de plusieurs options qui peuvent être regroupées sous des rubriques portant différents noms, comme par exemple : analyse des flux de matières (traduction libre de *MFA – material flow analysis*), conception axée sur l'environnement (traduction libre de *DfE – design for environment*), analyse de cycle de vie (traduction libre de *LCA – life cycle analysis*), et analyse du coût complet (traduction libre de *LCC – life cycle costing*).

Certains outils, adaptés à la dimension environnementale de la conception de produit, permettent d'intégrer la prise en compte des aspects environnementaux de ces produits à leurs aspects économiques. Ces outils sont développés afin de faciliter la prise de décision à cette étape (Bage et Samson, 2003).

Le Tableau 2.2 présente les justifications théoriques des initiatives retenues pour capter la dimension *conception*.

Tableau 2.2 : Initiatives retenues composant la dimension conception verte

Initiative	Justification théorique
Utiliser des matières recyclées ou moins nocives pour l'environnement	(Henstock, 1988; Cairncross, 1992; Hall, 1993; Carlson-Skalak et al., 2000)
Réduire la quantité de matières premières impliquées	(Lewis et al., 2001)
Réduire la quantité d'énergie nécessaire pour utiliser le produit	(Commission Électrotechnique Internationale, 1995; Rosen, 2001)
Augmenter la durée de vie utile du produit	(Henstock, 1988; Lewis et al., 2001)
Concevoir le produit en fonction d'utilisations futures multiples	(Hall, 1993; Billatos et Basaly, 1997; Mangun et Thurston, 2002)
Concevoir le produit de façon à ce qu'il soit facilement réparable	(Lewis et al., 2001)
Concevoir le produit pour qu'il soit plus facile à désassembler	(Hall, 1993; Lewis et al., 2001)
Concevoir le produit pour qu'il soit plus facile à recycler	(Hall, 1993; Sarkis, 1995; Lewis et al., 2001)
Concevoir le produit pour qu'il soit plus facile à fabriquer	(Henstock, 1988; Hall, 1993; Ulrich et al., 1993; Lewis et al., 2001)

2.3.1.3 Fabrication

Les opérations industrielles des firmes ont été historiquement pointées du doigt comme étant les principales responsables des risques et dommages environnementaux reconnus jusqu'à présent (Noori et Chen, 2003). Toutefois, les entreprises manufacturières sont normalement familières avec les concepts en vogue de *qualité totale* (traduction libre de TQM – *total quality management*), *production juste-à-temps* (*just-in-time*) et *production allégée* (*lean manufacturing*) qui visent à rehausser la performance manufacturière.

Cependant une des valeurs fondamentale aux pratiques manufacturières émergeantes dites respectueuses de l'environnement (traduction libre de *ERM – environmentally conscious manufacturing*) est que la pollution, sous toutes ses formes, représente du gaspillage (Curkovic et al., 2000). Ainsi, la qualité totale qui vise l'élimination des défauts et la production allégée qui vise l'élimination du

gaspillage présentent des affinités avec les pratiques ERM. Il en va de même pour la production juste-à-temps, qui comprend typiquement la réduction des temps de préparation en production (traduction libre de *manufacturing setup times),* la réduction des niveaux d'inventaires et le développement de relations avec les fournisseurs (Lawrence et Hottenstein, 95). Certains définissent même la production juste-à-temps de manière plus large (*big JIT*), comme étant une approche stratégique visant l'élimination du gaspillage et l'amélioration du service à la clientèle (Chase et al., 1998).

Par ailleurs, relativement récemment, des liens ont été identifiés de manière empirique entre ces concepts industriels visant à rehausser la performance manufacturière et la capacité des organisations à maîtriser les aspects environnementaux reliés à leurs opérations (Curkovic et al., 2000; Klassen, 2000b; King et Lenox, 2001b). Il est à souligner que des initiatives visant à rehausser la performance environnementale des manufacturiers sont observées tant en Occident (Klassen et Angell, 1998) qu'au Japon (Schvaneveldt et al., 2001) qu'en Asie du sud-est (Rao, 2004).

Parmi les initiatives relevées, l'intégration des fournisseurs aux efforts de prévention de la pollution à divers niveaux des opérations et des approvisionnements représente un courant important (Walton et al., 1998; Carter et Dresner, 2001; Klassen et Vachon, 2003; Murphy et Poist, 2003), qui fait de la sélection des fournisseurs dont les activités sont les moins polluantes une pratique en croissance (Carter et Carter, 1998; Klassen et Vachon, 2003; Rao, 2004).

Également, l'élaboration par la firme d'un portfolio équilibré au niveau des technologies manufacturières environnementales dites *préventives* et dites *de contrôle* est reconnue comme un facteur important de l'amélioration de la

performance environnementale des opérations (Klassen et Whybark, 1999b). Parmi les initiatives répertoriées à ce sujet, soulignons l'adoption de technologies permettant de :

- Réduire la quantité d'énergie nécessaire pour fabriquer et assembler le produit.
- Éliminer les rejets polluants.
- Traiter ou capter les rejets polluants.
- Minimiser les déchets.

Enfin, le développement de synergies au sein d'écosystèmes industriels ayant pour but l'échange de co-produits, de rebus, de déchets ou d'énergie au sein de réseaux d'entreprises, ou avec la nature (Tilley, 2003), permettrait non seulement de réduire la pollution mais aussi d'accroître la valeur marchande des outputs des organisations impliquées (Lowe, 1997), sans toutefois toujours garantir la rentabilité des investissements requis (Esty et Porter, 1997). Par conséquent, l'amélioration de la performance environnementale des activités manufacturières consiste en une combinaison de procédures et de technologies pouvant être mises de l'avant de manière isolée ou en collaboration avec des fournisseurs. Le Tableau 2.3 présente les justifications théoriques des initiatives qui ont été retenues pour mesurer le concept de *fabrication*.

Tableau 2.3 : Initiatives retenues composant la dimension fabrication verte

Initiative	Justification théorique
Sélectionner des fournisseurs dont les activités sont moins polluantes	(Carter et Carter, 1998; Klassen et Vachon, 2003; Rao, 2004)
Réduire la quantité d'énergie nécessaire pour fabriquer et assembler le produit	(Commission Électrotechnique Internationale, 1995; Billatos et Basaly, 1997)
Éliminer les rejets polluants	(Klassen et Whybark, 1999b)
Traiter ou capter les rejets polluants	(Curran, 1996; Klassen et Whybark, 1999b; King et Lenox, 2002)
Minimiser les déchets	(Sarkis, 1995; van Hemel, 2001)
Trouver des mécanismes pour disposer des déchets ou rejets de fabrication	(Graedel et Allenby, 1995; Lowe, 1997)

2.3.1.4 Distribution

L'évolution des structures organisationnelles vers le modèle d'entreprise étendue a passablement complexifié les activités de logistique. L'entreprise étendue est constituée d'un ensemble d'organisations distribuées géographiquement et regroupées en un réseau optimisé pour la rapidité et la flexibilité (Stock et al., 2000). Les entreprises disposent de plusieurs options concernant le choix des canaux de distribution, l'emplacement et le nombre d'entrepôts et de points de vente, ainsi que pour les modes de transport (Swaminathan et Tayur, 2003). De plus, les aspects environnementaux associés aux activités de distribution gagnent en reconnaissance tant par l'académie que l'industrie (Murphy et al., 1995; Rowledge et al., 1999). Dans le cas de produits qui consomment peu (ou pas) d'énergie lors de la phase d'utilisation, comme c'est le cas pour plusieurs appareils électroniques, les impacts environnementaux découlant des activités reliées à l'emballage et au transport deviennent significatifs (Matthews, 2004).

De par leur nature, qui consiste à protéger et promouvoir les produits qu'ils contiennent, les emballages ont une grande visibilité en tant que déchets. De plus, puisque la majorité des emballages est conçue pour un usage unique, ceux-ci contribuent de manière importante à l'accroissement du volume de déchets solides devant être géré (Lewis et al., 2001). Ainsi, les stratégies de conception d'emballages visant l'élimination de pièces superflues et les réductions de poids permettent de réduire la quantité de matériaux des emballages (Lewis et al., 2001). Également, les stratégies visant à concevoir des emballages réutilisables ou recyclables sont aussi préconisées (Lewis et al., 2001; Matthews, 2004).

L'adoption des pratiques manufacturières comme le juste-à-temps et la production allégée (lean manufacturing) permet aux entreprises manufacturières de maintenir des niveau d'inventaires minimaux et ainsi réaliser des gains de productivité importants (Matthews et Hendrickson, 2002; Swaminathan et Tayur, 2003). En contrepartie, cette optimisation des inventaires impose des livraisons plus fréquentes en quantités moindres, pouvant dans certains cas être planifiées aux quinze minutes (Rowledge et al., 1999). Cela accentue la congestion des réseaux routiers, se traduisant au niveau environnemental par un accroissement des émissions (Van Woensel et al., 2001). Cependant, une telle réduction des niveaux d'inventaires a comme effet bénéfique de réduire la quantité de produits fabriqués en surplus qui ne trouvent pas preneurs (Matthews et Hendrickson, 2002). Les initiatives retenues pour l'étude du concept de *distribution* ainsi que leurs justifications théoriques supportant ces choix sont présentées au Tableau 2.4.

Tableau 2.4 : Initiatives retenues composant la dimension distribution verte

Initiative	Justification théorique
Minimiser la quantité de matériaux dans l'emballage du produit	(Murphy et al., 1995; Lewis et al., 2001)
Rendre l'emballage facilement recyclable	(Murphy et al., 1995; Lewis et al., 2001)
Optimiser le réseau de distribution	(Murphy et al., 1995; Curran, 1996; Van Woensel et al., 2001; Murphy et Poist, 2003)

2.3.1.5 Logistique inverse

Les entreprises manufacturières sont graduellement contraintes de réduire les quantités de déchets générés par leurs produits. La saturation des sites d'enfouissement et d'incinération provoque une hausse des coûts rattachés à ces activités (Thierry et al., 1995). D'ailleurs, les problèmes posés par la contamination des sols sont complexes, et la réhabilitation de sites contaminés

requiert des analyses scientifiques poussées faisant usage d'outils analytiques élaborés (Hansen et al., 1998; Bage et al., 2002; EPA, 2004). De plus, les contraintes législatives concernant les produits en fin de vie se raffermissent, et divers aspects comme les taux de recyclage, les niveaux de contenu recyclé et les pourcentages de produits récupérés doivent être pris en compte (Thierry et al., 1995).

Les options de recyclage des produits en fin de vie peuvent être regroupées selon différentes catégories comme : la réparation, la remise à neuf, la réutilisation de composants ou de pièces, le recyclage des matériaux et la destruction définitive (Thierry et al., 1995; Klausner et al., 1998). Les options de réparation, de remise à neuf et de réutilisation sont les plus intéressantes car elles prolongent la durée de vie du produit. Cependant, le choix d'une option plutôt qu'une autre peut dépendre de divers facteurs comme :

- l'état du produit récupéré, qui dépend du profil d'utilisation dont le produit a été l'objet, ce qui n'est pas toujours facilement déterminable par simple inspection visuelle (Klausner et al., 1998);
- l'incertitude quand à la nature des matières présentes dans le produit (Guide, 2000) ;
- l'architecture du produit et son niveau de modularité, qui peuvent rendre plus ou moins facile ou coûteuse l'extraction de la valeur résiduelle du produit récupéré (Krikke et al., 2004).

Un autre des effets négatifs découlant des activités manufacturières consiste en la production de déchets dangereux qui se retrouvent dans les produits. La prévention, le recyclage et la destruction de ces déchets de manière viable pour l'environnement représentent un défi pour les organisations. Les options envisageables pour se départir des déchets dangereux sont l'enfouissement, l'incinération et la valorisation (Flowers et Linderman, 2003). L'exploitation des

déchets dangereux en tant que combustibles, comme par exemple en les mélangeant avec du charbon, est considérée comme une approche acceptalbe sur le plan environnemental (Lamb et al., 1994). Cela permet de trouver une application pour un déchet inutile, tout en réduisant la consommation de carburants fossiles (Flowers et Linderman, 2003), pourvu que les équipements de combustion soient adéquats et respectent les normes d'émissions dans l'air (EPA, 2002). Également, de nouveaux procédés de recyclage des batteries usées permettent d'en extraire le mercure et le cadmium, pour ensuite les rendre inoffensifs et réutilisables, tout en décontaminant les autres résidus (Yue-qing et Guo-jian, 2004).

Une fois le choix des options de valorisation des produits à la fin de leur vie déterminé, il faut élaborer une stratégie de récupération adaptée aux options de valorisation retenues (Krikke, 2001). Cependant, la récupération donne lieu à des flots inverses de matières, allant du client vers le milieu manufacturier (Fleischmann et al., 1997). Le réseau et les infrastructures de collecte peuvent être déployés sous différentes formes, impliquant des liens directs entre le manufacturier et le client, des liens entre le manufacturier et des détaillants, ou encore des liens entre le manufacturier et des tierces parties (Savaskan et al., 2004).

La chaîne logistique inverse croise la chaîne d'approvisionnement en plusieurs points, c'est-à-dire là où les matières, composantes et produits réhabilités sont réintroduits dans le cycle de production et/ou de distribution (Vachon et al., 2001; Krikke et al., 2004). Cet arrimage entre les deux chaînes impose des contraintes supplémentaires au niveau de l'architecture du réseau de récupération (Krikke, 2001), du contrôle des procédés manufacturiers (Guide, 2000) et de la gestion des inventaires (van der Laan et al., 1999). Également, les deux chaînes peuvent partager des éléments d'actifs comme des entrepôts

et des équipements de transport permettant ainsi une réduction des coûts fixes (Fleischmann et al., 2001). Cette intégration des deux chaînes a pour conséquence de faire en sorte que la chaîne logistique inverse hérite d'une certaine partie des caractéristiques de complexité de la chaîne d'approvisionnement normale et ce, particulièrement en termes de flot des matières et de flot de l'information (Vachon et al., 2001).

Enfin, le temps que mettent les produits récupérés à réintégrer le marché, s'avère un facteur important. Plus cette période est longue, plus la valeur résiduelle pouvant être extraite des produits récupérés diminue (Blackburn et al., 2004). Par conséquent, les innovations technologiques, comme les étiquettes radio fréquence (RFID tags), pourraient rehausser l'efficacité des réseaux de récupération (Saar et Thomas, 2002), et ainsi réduire le temps qui s'écoule entre la récupération des produits ou composantes et leur réinsertion sur les marchés. Le Tableau 2.5 présente les trois initiatives retenues pour mesurer le concept de fin de vie verte ainsi que les justifications théoriques supportant ces choix.

Tableau 2.5 : Initiatives retenues composant la dimension fin de vie verte

Initiative	Justification théorique
Établir des procédures de recyclage	(Henstock, 1988; Sarkis, 1995; Thierry et al., 1995; Klausner et al., 1998; Krikke et al., 2004)
Assurer la présence d'infrastructures de récupération	(Curran, 1996; Fleischmann et al., 1997; Fleischmann et al., 2001; Krikke, 2001; Vachon et al., 2001; Saar et Thomas, 2002; Savaskan et al., 2004)
Établir un mécanisme pour mettre au rebut des matériaux dangereux ou contaminés	(Curran, 1996; Flowers et Linderman, 2003; Yue-qing et Guo-jian, 2004)

La prochaine section présente les justifications théoriques supportant le choix de la seconde variable dépendante faisant partie du cadre théorique étudié par la présente thèse.

2.3.2 Justification théorique des variables résultantes

Un des objectifs de la présente recherche consiste à évaluer comment le type et l'intensité des initiatives mises de l'avant par la firme, dans le cadre de sa *plate-forme environnementale PLM,* influencent la situation concurrentielle de la firme. Le bloc de variables *avantages concurrentiels* se décompose donc selon six dimensions. Ces dimensions sont en fait des construits qui regroupent plusieurs items dont les justifications théoriques sont présentées ci-dessous.

2.3.2.1 Expansion des capacités de développement de produits

Peu importe à quel stade du cycle de vie d'un produit se concentrent les impacts environnementaux de celui-ci, une large proportion de ces impacts est fixée au stade de la conception et du développement du produit, lorsque les matières qui entrent dans la composition du produit sont sélectionnées, et lorsque la performance de ce dernier est, en grande partie, déterminée en fonction des spécifications (Lewis et al., 2001). De plus, toujours selon ces auteurs, le fait de combiner la conception axée sur l'environnement (DfE) avec une utilisation judicieuse de l'analyse de cycle de vie (ACV) constituerait un outil puissant pour rehausser significativement la performance environnementale des produits. Aussi, l'intégration de la dimension environnementale au processus de développement de produit pourrait avoir des effets allant au-delà d'une stricte amélioration de la performance environnementale du produit, en procurant des améliorations au niveau du design du produit (Montanbon et al., 2000; Melnyk et al., 2003), au niveau de la qualité du produit (Sharma et Vredenburg, 1998; Gonzalez-Benito et Gonzalez-Benito, 2005; Montanbon et al., 2000; Melnyk et al., 2003; Pil et Rothenberg, 2003; Gonzalez-Benito, 2005) ou encore au niveau de l'aspect sécuritaire du produit (Lewis et al., 2001). Enfin, l'identification d'opportunités pour développer de nouveaux produits pourrait être associée à certaines initiatives environnementales mises de l'avant par la firme (Montanbon

et al., 2000; Gonzalez-Benito et Gonzalez-Benito, 2005; Melnyk et al., 2003; Gonzalez-Benito, 2005).

2.3.2.2 Expansion des compétences

Certaines entreprises manufacturières considérées comme des chefs de file en matière de gestion environnementale comme Xerox, Electrolux, Bosch, BMW, Philips, Volvo, AEG et Wilkhahn se seraient intéressées à rehausser significativement la performance environnementale de leurs produits en partie parce que cela permettrait la consolidation de certaines expertises déjà présentes dans l'organisation, ainsi que le développement de nouvelles compétences, au moins en ce qui a trait à la maîtrise des aspects environnementaux découlant de leurs activités (Lewis et al., 2001). Les technologies environnementales peuvent être regroupées selon différentes catégories, allant des technologies incrémentales, qui traitent les rejets polluants, aux technologies plus radicales, qui visent la prévention de la pollution. Cette classification laisse entendre que la difficulté d'adoption de ces technologies puisse varier (Jones et Klassen, 2001).

En fait, la conception et l'implantation de nouvelles technologies environnementales possèdent plusieurs points communs avec le management de la technologie et les recherches en innovation (Jones et Klassen, 2001). Ainsi, les difficultés éprouvées par les organisations lors de l'adoption de technologies radicales seraient expliquées en partie par le phénomène de destruction des compétences (Tushman et Anderson, 1986), en combinaison avec le besoin de mettre en application de nouvelles connaissances efficacement (He et al., 1998). De plus, afin d'éviter l'obsolescence de ses compétences, la firme se doit de continuellement renouveler son capital intellectuel, dont une partie est incarnée par le capital humain (Newton et

Magun, 2000). À cet égard, les organisations proactives sur le plan environnemental doivent acquérir les compétences techniques et managériales appropriées. Dans le cadre de la présente recherche, l'expansion des compétences en R&D (Noci et Verganti, 1999; Hansmann et Kroeger, 2001), l'expansion des compétences en production (Gupta, 1995; Hansmann et Kroeger, 2001), et l'expansion des compétences en commercialisation (Gupta, 1995) sont considérées comme des bénéfices pouvant découler d'initiatives environnementales mises de l'avant par la firme. D'ailleurs, une telle subdivision des fonctions organisationnelles (R&D / fabrication / commercialisation) a déjà été employée par des chercheurs chevronnés dans le domaine des stratégies manufacturières (Wheelwright et Bowen, 1996).

2.3.2.3 Expansion des capacités manufacturières

Le niveau des compétences manufacturières est reconnu pour influencer positivement la compétitivité de la firme. En fait, il est reconnu que la firme se doive de continuellement veiller au développement de ses capacités manufacturières afin d'affronter ses concurrents (Wheelwright et Bowen, 1996). De plus, il est observé qu'au sein d'un même secteur d'activités, là où les firmes sont exposées aux mêmes conditions économiques, aux mêmes technologies manufacturières et aux mêmes marchés, différentes entreprises optent pour des stratégies manufacturières pouvant différer de manière très significative (Skinner, 1996). Toujours selon cet auteur, les entreprises qui connaissent le plus de succès dans une industrie sur une période déterminée, sont typiquement celles qui auront su développer des structures manufacturières leur fournissant un avantage concurrentiel clair par rapport à leurs compétiteurs.

Considérant l'importance croissante des enjeux environnementaux au niveau des échanges commerciaux, les firmes se voient de plus en plus forcées de

revoir leur pratiques manufacturières en accordant une attention certaine à la réduction et l'élimination des déchets (Montanbon et al., 2000). Depuis un certain temps déjà, des entreprises considérées comme pionnières ont commencé à intégrer l'environnement à leur stratégie d'affaires, motivées par les opportunités qu'elles perçoivent au niveau de l'accroissement des profits et de la productivité. De telles opportunités peuvent découler de la réduction des déchets et des émissions (Florida et Davison, 2001). En fait, les entreprises considérées proactives du point de vue environnemental associent les bénéfices tirés de leurs initiatives environnementales à des forces organisationnelles acquises dans le cadre de l'implantation de leur stratégie environnementale (Sharma et Vredenburg, 1998). Ainsi, afin de préserver la cohérence entre la stratégie corporative environnementale et les opérations de la firme, cette dernière devrait établir des objectifs environnementaux formels au niveau opérationnel (de Burgos Jimenez et Cespedes Lorente, 2001). Dans le cadre de la présente recherche, l'adoption de technologies plus efficaces (Montanbon et al., 2000), l'amélioration des conditions physiques de travail (Florida et Davison, 2001; Zutshi et Sohal, 2004), la réduction de la quantité de matières premières (Sharma et Vredenburg, 1998; Zutshi et Sohal, 2004), et la réduction de la consommation d'énergie (Florida et Davison, 2001; Zutshi et Sohal, 2004) sont des bénéfices tangibles pouvant découler de l'implantation d'initiatives environnementales au niveau des activités de fabrication.

2.3.2.4 Expansion de l'excellence opérationnelle

Le contrôle des coûts et l'accroissement de la productivité sont reconnus pour constituer une dimension importante de toute stratégie manufacturière (Lefebvre et al., 1992; Wheelwright et Bowen, 1996). Bien que d'autres alternatives puissent être privilégiées par la firme, le choix de mettre l'accent sur l'efficacité opérationnelle demeure incontournable (Porter, 1996). En fait, toujours selon cet

auteur, une entreprise peut surpasser ses rivales seulement si elle parvient à se différencier de manière durable. Pour ce faire, l'entreprise peut proposer au marché une valeur supérieure, ou offrir à moindre coût une valeur similaire à celles de ses compétitrices, ou les deux à la fois. Par conséquent, les firmes qui optent pour une proposition de valeur accrue, comme une qualité supérieure, peuvent établir un prix supérieur, alors que d'autres peuvent choisir de mettre l'accent sur l'efficacité opérationnelle afin de réduire leurs coûts unitaires et ainsi offrir les prix les plus bas (Hayes et al., 2005).

Le concept d'efficacité opérationnelle réfère à l'ensemble des pratiques qui permettent à la firme de mieux utiliser ses intrants, comme par exemple en réduisant le nombre de défauts par produit ou en développant de meilleurs produits plus rapidement (Porter, 1996). Certaines entreprises parviennent mieux que d'autres à exploiter leurs intrants parce qu'elles éliminent les efforts inutiles, ou parce qu'elles implantent des technologies plus évoluées, ou encore, parce qu'elles motivent mieux leurs employés, ou enfin parce qu'elles gèrent mieux certains groupes d'activités. Les initiatives environnementales sont des activités ayant le potentiel de réduire les coûts et d'accroître la profitabilité de la firme (Gilley et al., 2000; Montanbon et al., 2000; Melnyk et al., 2003; Zutshi et Sohal, 2004). Cependant, l'amplitude des réductions de coût découlant de l'implantation d'initiatives environnementales serait modérée par la présence préalable d'actifs complémentaires (traduction libre de *complementary assets* (Teece, 1986)) au sein de la firme (Christmann, 2000). Le cadre théorique de la présente recherche tient compte que des réductions de coût pouvant découler de l'implantation d'initiatives environnementales au niveau des activités suivantes : les activités de fabrication du produit (Sharma et Vredenburg, 1998; Zutshi et Sohal, 2004), les activités d'entreposage et de manutention du produit (Carter et Jennings, 2002), et les activités de transport et de distribution du

produit (Carter et Jennings, 2002; Gonzalez-Benito et Gonzalez-Benito, 2005; Gonzalez-Benito, 2005).

2.3.2.5 Expansion de la maîtrise des marchés

Certains définissent le marketing comme étant la création d'une demande de la part des clients alors que la gestion des opérations est définie comme étant l'approvisionnement et la satisfaction de cette demande (Ho et Tang, 2004). Selon ces mêmes auteurs, lorsque ces deux fonctions sont en conflit, il est fréquent que l'on assiste à des ratés au niveau de la réponse à la demande du marché, ce qui peut mener à des pertes d'efficacité en production et à des clients insatisfaits. Par contre, lorsque ces deux fonctions sont bien synchronisées, la compétitivité de la firme est rehaussée de même que ses profits.

Toutes les entreprises sont confrontées au défi qui consiste à définir et à développer le produit sur lequel les clients vont se précipiter (Christensen et Raynor, 2003). Malgré les efforts intenses de la part d'individus doués, une majorité des tentatives de développement de nouveaux produits échouent. Loin d'être l'effet du hasard, ces échecs sont prévisibles et peuvent donc être évités, dans la mesure où les gestionnaires parviennent à acquérir une connaissance suffisante du marché, ce qui leur permettra ensuite de le segmenter adéquatement (Christensen et Raynor, 2003). Toujours selon ces auteurs, c'est lorsque les gestionnaires parviennent à définir des segments de marché qui correspondent aux circonstances dans lesquelles se retrouveront les clients lorsqu'ils prendront la décision d'acheter, que les gestionnaires parviennent à définir avec précision quels produits conviendront à leurs clients.

Enfin, une des dimensions-clés de la planification de produits consiste en la décision d'incorporer ou non certaines technologies dans le nouveau produit (Iansiti, 1995). Alors que les technologies émergentes sont attractives à plusieurs égards, elles ne sont pas complètement éprouvées et peuvent donc accroître le niveau de risque lors du déroulement du processus de développement de nouveaux produits (Krishnan et Ulrich, 2001).

Préalablement à l'amorce du développement d'un nouveau produit, les concepteurs doivent normalement entreprendre certaines recherches d'informations relativement au produit, aux concurrents, aux technologies applicables et aux conditions de marché. Ainsi, la mise de l'avant par la firme d'initiatives environnementales au stade de la conception de produits peut se traduire par l'acquisition de nouvelles informations à propos des marchés ainsi que par la familiarisation avec de nouvelles technologies environnementales. Le cadre théorique de la présente recherche a retenu que l'expansion de la maîtrise des marchés découlant de la mise en place d'initiatives environnementales puisse donc se traduire en bénéfices au niveau d'une meilleure connaissance des exigences environnementales des marchés (Lewis et al., 2001; Thornton et al., 2003), d'une meilleure connaissance des technologies et équipements environnementaux (Sharma et al., 1999; Thornton et al., 2003), d'une réduction des risques de poursuite (Sharma et Vredenburg, 1998; Zutshi et Sohal, 2004), et d'une amélioration de l'image écologique de l'entreprise (Sharma et Vredenburg, 1998; Montanbon et al., 2000; Melnyk et al., 2003; Zutshi et Sohal, 2004).

2.3.2.6 Expansion de la compétitivité

Une stratégie axée sur la compétitivité se résume à faire les choses différemment ; cela signifie que la firme choisisse délibérément un ensemble

particulier d'activités dans le but de réaliser une combinaison unique de valeurs (Porter, 1996). Les dimensions sur lesquelles la firme doit se concentrer pour développer et entretenir son avantage concurrentiel sont les coûts, la qualité, la fiabilité, la flexibilité, et l'innovation (Wheelwright et Bowen, 1996). Selon ces auteurs, le but de la firme consiste à développer les capacités requises par une, ou quelques-unes, de ces dimensions, capacités qui soient hautement appréciées des clients et qui soient supérieures à celles des concurrents.

Cependant, dans un environnement concurrentiel qui se veut global, intense et dynamique, le développement de nouveaux produits et procédés occupe un espace croissant au niveau de la compétitivité (Wheelwright et Clark, 1992). De fait, les niveaux de qualité qui, autrefois, étaient considérés comme étant extraordinaires sont désormais des normes minimales pour être en affaires. Aussi, comme les clients sont devenus plus sophistiqués et plus exigeants, la variété de produits a augmenté substantiellement (Wheelwright et Clark, 1992). Les firmes oeuvrant dans des industries où de telles conditions prévalent ne peuvent plus se contenter de concurrencer exclusivement sur la base de produits standardisés (Kotha, 1995).

Dans le but de s'adapter à cette réalité, des approches comme la fabrication de masse sur demande (traduction libre de *mass-customization*) (Kotha, 1995) ainsi que la planification des produits en fonction de stratégies de plates-formes (Robertson et Ulrich, 1998) sont proposées. Ainsi, en partageant des composantes et des procédés de fabrication au travers d'une plate-forme de produits, la firme peut arriver à développer efficacement des produits différenciés, à accroître la flexibilité et la rapidité de réponse de ses procédés de fabrication et, enfin, à subtiliser des parts de marché auprès de concurrents qui se concentrent sur un seul produit à la fois (Robertson et Ulrich, 1998; Chandra et al., 2005).

La manifestation d'une demande pour des produits offrant une performance environnementale améliorée peut être considérée comme un facteur contribuant à la turbulence et à la complexité de l'environnement concurrentiel. Dans le but de tirer un avantage concurrentiel significatif à partir des préoccupations environnementales, la firme doit d'abord créer une valeur additionnelle, qu'elle récupérera ensuite auprès de ses clients, fournisseurs ou autres (Reinhardt, 1998). Toujours selon cet auteur, une stratégie de différentiation environnementale des produits consiste à créer un produit qui procure des bénéfices environnementaux supérieurs, ou qui impose des coûts environnementaux inférieurs à ceux de ses concurrents. Cependant, de tels changements au niveau du produit ou des procédés de fabrication impliquent un accroissement des coûts, mais rendent également possible l'application d'une prime au niveau du prix de vente, ou encore le gain de nouvelles parts de marché.

Ainsi, le cadre théorique de la présente recherche propose que les initiatives environnementales mises de l'avant par la firme puissent procurer une expansion de la compétitivité de celle-ci au niveau des dimensions suivantes :

- création de nouvelles opportunités pour l'introduction de nouveaux produits (Sharma et Vredenburg, 1998) ;
- augmentation des parts de marché (Montanbon et al., 2000; Chandra et al., 2005; Melnyk et al., 2003) ;
- augmentation de la marge de profit (Montanbon et al., 2000; Chandra et al., 2005; Melnyk et al., 2003) ;
- meilleure réponse aux besoins des clients (Bowen et al., 2001a).

Le Tableau 2.6 présente la synthèse des justifications théoriques pour les items constituant les six dimensions de la variable *avantages concurrentiels*.

Tableau 2.6 : Syntèse des justifications théoriques pour les dimensions du concept *avantages concurrentiels*

Avantage concurrentiel	Justification théorique
Expansion des capacités de développement de produits	
Amélioration du design du produit	(Montanbon et al., 2000; Melnyk et al., 2003)
Amélioration de la qualité du produit	(Sharma et Vredenburg, 1998; Montanbon et al., 2000; Melnyk et al., 2003; Pil et Rothenberg, 2003; Gonzalez-Benito et Gonzalez-Benito, 2005)
Amélioration de l'aspect sécuritaire du produit	(Lewis et al., 2001)
Développement de nouveaux produits	(Montanbon et al., 2000; Melnyk et al., 2003; Gonzalez-Benito et Gonzalez-Benito, 2005)
Expansion des compétences	
Acquisition de nouvelles compétences en R&D	(Noci et Verganti, 1999; Hansmann et Kroeger, 2001)
Acquisition de nouvelles compétences en production	(Gupta, 1995; Hansmann et Kroeger, 2001)
Acquisition de nouvelles compétences en commercialisation	(Gupta, 1995)
Expansion des capacités manufacturières	
Adoption de technologies plus efficaces	(Montanbon et al., 2000)
Amélioration des conditions physiques de travail	(Florida et Davison, 2001; Zutshi et Sohal, 2004)
Réduction de la quantité de matières premières	(Sharma et Vredenburg, 1998; Zutshi et Sohal, 2004)
Réduction de la consommation d'énergie	(Florida et Davison, 2001; Zutshi et Sohal, 2004)
Expansion de l'excellence opérationnelle	
Réduction des coûts de fabrication du produit	(Sharma et Vredenburg, 1998; Zutshi et Sohal, 2004)
Réduction des coûts d'entreposage et manutention du produit (procédés)	(Carter et Jennings, 2002)
Réduction des coûts de transport et distribution du produit (procédés)	(Carter et Jennings, 2002; Gonzalez-Benito et Gonzalez-Benito, 2005)
Expansion de la maîtrise des marchés	
Meilleure connaissance des exigences environnementales des marchés	(Lewis et al., 2001; Thornton et al., 2003)
Meilleure connaissance des équipements et technologies environnementaux	(Sharma et al., 1999; Thornton et al., 2003)
Réduction des risques de poursuite	(Sharma et Vredenburg, 1998; Zutshi et Sohal, 2004)
Amélioration de l'image écologique de l'entreprise	(Sharma et Vredenburg, 1998; Montanbon et al., 2000; Melnyk et al., 2003; Zutshi et Sohal, 2004)
Expansion de la compétitivité	
Création de nouvelles opportunités pour l'introduction de nouveaux produits	(Sharma et Vredenburg, 1998)
Augmentation des parts de marché	(Montanbon et al., 2000; Melnyk et al., 2003; Chandra et al., 2005)
Augmentation de la marge de profit	(Montanbon et al., 2000; Melnyk et al., 2003; Chandra et al., 2005)
Meilleure réponse aux besoins des clients	(Bowen et al., 2001a)

2.3.3 Justifications théoriques des variables indépendantes

Le cadre théorique étudié dans la présente recherche comprend un bloc de variables indépendantes nommé *caractéristiques du produit*. Ce bloc est composé de six variables dont les justifications théoriques sont présentées dans la section suivante.

2.3.3.1 Caractéristiques du produit

L'accroissement de la concurrence a pour effet d'accélérer le rythme auquel de nouveaux produits sont introduits, causant une réduction de la durée de vie des produits dans certaines industries (Parlar et Weng, 1997). Toujours selon ces auteurs, les firmes impliquées dans la fabrication et la commercialisation de produits dotés d'un cycle de vie qui est court doivent relever des défis au niveau de la coordination des fonctions de fabrication et d'approvisionnements.

Toutefois, l'augmentation de la durée de vie des produits est une stratégie viable visant à réduire la consommation de ressources et les impacts environnementaux négatifs (Lewis et al., 2001). Cependant, il peut être préférable d'atteindre un équilibre entre la durée de vie technique d'un produit et sa durée de vie effective (durée pendant laquelle le produit est considéré comme utile avant de devenir obsolète ou de cesser d'être nécessaire à l'utilisateur). Par exemple, un produit doté d'une durée de vie effective relativement courte tout en étant conçu pour avoir une longue durée de vie technique, pourrait avoir des impacts environnementaux plus importants que nécessaire (ISO, 2002). Il faut aussi rechercher l'équilibre entre l'allongement de la durée de vie d'un produit et l'adoption des innovations technologiques capables d'améliorer les performances environnementales au cours de son utilisation, en rendant possible sa mise à niveau future (Lewis et al., 2001; ISO, 2002).

De manière générale, l'attribution à un produit de nouvelles caractéristiques se fait au détriment d'autres caractéristiques, en accroît les coûts de fabrication, ou les deux à la fois (Reinhardt, 1998). Ainsi, l'adoption par la firme de changements visant à améliorer la performance environnementale de ses produits peut accroître ses coûts opérationnels, ou peut affecter d'autres attributs comme la commodité des produits. Cependant, les clients sensibles à la performance environnementale des produits sont prêts à faire des compromis au niveau de ces autres attributs et sont également prêts à payer plus, permettant ainsi à la firme d'équilibrer ses coûts (Reinhardt, 1998). Les produits de qualité environnementale supérieure partagent certaines similitudes avec les produits de luxe, de sorte que la demande pour la qualité environnementale est élastique par rapport aux revenus (Reinhardt, 1998). La volonté de payer plus pour des attributs environnementaux supérieurs diffère entre les clients, ce qui suggère qu'une segmentation adéquate du marché joue un rôle critique dans la différentiation environnementale des produits.

Les caractéristiques du produit influencent, de manière importante, de nombreuses décisions effectuées par la firme. Par exemple, la complexité du produit peut être décrite par rapport à trois dimensions ; i) le nombre de composantes, ii) les interrelations entre les composantes, iii) la nouveauté du produit. De plus, la complexité du produit est influencée par des facteurs comme la performance, la technologie et l'architecture (Novak et Eppinger, 2001). L'architecture d'un produit consiste en l'approche selon laquelle les fonctionnalités du produit sont allouées à ses composantes physiques. Aussi, les décisions qui concernent l'architecture des produits sont prises tôt dans le processus d'innovation, ce qui fait qu'elles ont un impact sur la façon dont les activités de développement sont organisées puis gérées, reliant ainsi l'architecture du produit à la performance globale de la firme (Ulrich, 1995). Les

firmes peuvent également opter pour des stratégies de standardisation des produits ou de fabrication sur mesure. La standardisation est reconnue pour accroître l'efficacité des opérations, alors que la fabrication sur mesure garantit quant à elle la croissance des ventes (Lampel et Mintzberg, 1996). De plus, le niveau de standardisation des produits est lié à la structure organisationnelle et à celle de la chaîne d'approvisionnement (Spring et Dalrymple, 2000). Il est à noter que les décisions relatives aux prévisions concernant les améliorations apportées aux produits, le développement des lignes de produits et le développement des marchés peuvent différer pour les produits intermédiaires et finaux (Kahn, 2002).

Parallèlement, le phénomène qui consiste à vendre la fonctionnalité d'un produit plutôt que le produit en tant que tel semble susciter un certain intérêt (Lifset et Lindhqvist, 1999; Mont, 2001; Mont, 2004; Reiskin et al., 1999; White et al., 1999; Fishbein et al., 2000). Ce concept qui met l'accent sur la composante service des produits incite à considérer l'impact des caractéristiques du service supporté par le produit. Par exemple, le fait qu'il s'agisse d'un service standardisé ou sur mesure influence divers éléments de la stratégie industrielle de la firme (Karmarkar, 2004).

Enfin, soulignons que les produits distribués sur les marchés d'exportation peuvent être soumis à des normes et réglementations plus contraignantes (King et Lenox, 2001b), comme c'est le cas pour les produits électroniques vendus en Europe, où la directive DEEE impose aux manufacturiers d'adopter des mesures assurant que le produit sera géré adéquatement en fin de vie (Toffel, 2004). Le Tableau 2.7 présente la synthèse des justifications théoriques pour les variables constituant le concept de *caractéristiques du produit.*

Tableau 2.7 : Justifications théoriques des variables constituant le concept *caractéristiques du produit*

Variables	Justifications théoriques
Durée de vie	(Parlar et Weng, 1997; Lewis et al., 2001; ISO, 2002)
Produit exporté	(King et Lenox, 2001b; Toffel, 2004)
Produit de niche	(Reinhardt, 1998)
Produit standardisé	(Ulrich, 1995; Lampel et Mintzberg, 1996; Spring et Dalrymple, 2000; Karmarkar, 2004)
Produit sur mesure	(Lampel et Mintzberg, 1996; Spring et Dalrymple, 2000)
Produit final/intermédiaire	(Kahn, 2002)

2.3.4 Justification théorique des variables modératrices

Le cadre théorique de la présente recherche comprend trois blocs de variables modératrices identifiés comme étant la *firme*, les *stratégies corporatives*, et l'*environnement concurrentiel.*

2.3.4.1 La firme

Les variables retenues afin de caractériser la firme sont sa taille, son secteur d'activités et la présence ou nom d'un système de gestion de la qualité. Ces variables sont pertinentes au contexte de la présente thèse, comme le démontrent les justifications théoriques présentées ci-dessous.

2.3.4.1.1 La taille

L'effet de la taille des organisations dans le domaine de la recherche en management de la technologie est reconnu de longue date, comme le démontrent les travaux de Schumpeter, dès 1942 (Stock et al., 2002). La recherche concernant le champ de l'innovation en gestion environnementale est également sensible à cette variable (Murphy et al., 1995; Noci et Verganti, 1999;

Gerstenfeld et Roberts, 2000; Hillary, 2000b; King et Lenox, 2001b; Zhu et Sarkis, 2004). D'ailleurs, des recherches se consacrent toujours à l'analyse de l'impact de cette variable sur la capacité d'innovation des firmes (Shefer et Frenkel, 2005) et sur la performance environnementale des firmes (Zhu et Sarkis, 2004).

Aussi, les différences d'attitudes face aux questions environnementales entre les firmes de petites et de grandes tailles sont clairement identifiées (Murphy et al., 1995). Ainsi, la flexibilité associée à la petite taille des PME leur permettrait de s'adapter rapidement à des changements de contexte, par l'entremise de l'adoption d'innovations environnementales incrémentales. Par contre, leur orientation à court terme, leurs ressources financières et managériales limitées, et leur capacité limitée d'établir des relations avec de nouveaux intervenants seraient des obstacles au développement d'innovations environnementales de la part des PME (Noci et Verganti, 1999). Enfin, il est observé que les PME éprouvent des difficultés à extraire un avantage concurrentiel de leurs investissements à caractère environnemental (Simpson et al., 2004).

2.3.4.1.2 Secteur industriel

Les secteurs industriels sont reconnus pour avoir des trajectoires d'innovation différentes à tout le moins au niveau de la source, de la cadence et de l'amplitude des changements technologiques qui y ont lieu (Pavitt, 1984; Shefer et Frenkel, 2005). Le secteur industriel joue aussi un rôle important en tant que déterminant de la performance des firmes manufacturières (McGahan et Porter, 1997; Hung et al., 2003). Les facteurs contextuels reliés au secteur industriel sont également d'une grande importance pour la gestion environnementale. Il est reconnu que l'emphase mise par les firmes manufacturières sur les initiatives environnementales varie en fonction du secteur d'activités d'où sont

issus les produits (Lefebvre et al., 2003). Cette emphase est, entre autres, conditionnée par les particularités des procédés manufacturiers et des matières utilisées en production (Handfield et al., 1997). L'attitude des firmes face aux questions environnementales varie également en fonction de leur position dans la chaîne logistique, des différences ayant été observées entre les entreprises manufacturières et les distributeurs / détaillants (Murphy et al., 1995).

2.3.4.1.3 Système de gestion de la qualité

La présence d'un programme d'amélioration continue de la qualité est considérée comme une ressource organisationnelle-clé chez les entreprises proactives en matière environnementale (Hart, 1995). Il a été démontré empiriquement que les firmes dotées d'un système de gestion de la qualité totale (TQM) élaboré ont des pratiques manufacturières environnementales qui sont elles aussi plus élaborées (Curkovic et al., 2000). Réciproquement, des chercheurs ont démontré qu'une performance environnementale supérieure influence positivement la qualité des produits (Pil et Rothenberg, 2003). L'adoption du standard ISO 9000 en tant que système de gestion de la qualité est considérée par plusieurs comme un investissement qui rehausse la valeur de l'organisation (Anderson et al., 1999), et qui accroît la vraisemblance qu'un système de gestion environnementale ISO 14000 soit subséquemment adopté (King et Lenox, 2001b). Enfin, la catégorisation des systèmes TQM et ISO 9000 sous la bannière *gestion de la qualité*, comme c'est le cas de la présente recherche, a déjà été proposée par d'autres chercheurs (Zhu et Sarkis, 2004).

Le Tableau 2.8 présente la synthèse des justifications théoriques pour les variables permettant de caractériser *la firme*.

Tableau 2.8 : Justifications théoriques des variables caractérisant la *firme*

Variables	Justifications théoriques
Taille	(Noci et Verganti, 1999; King et Lenox, 2001b; Stock et al., 2002; Zhu et Sarkis, 2004)
Secteur d'activités	(Murphy et al., 1995; Handfield et al., 1997; Lefebvre et al., 2003)
Système de gestion de la qualité	(Hart, 1995; Anderson et al., 1999; Curkovic et al., 2000; King et Lenox, 2001b; Pil et Rothenberg, 2003; Zhu et Sarkis, 2004)

La prochaine section présente les justifications théoriques supportant le choix des variables retenues pour représenter les stratégies de développement des capacités adoptées par la firme.

2.3.4.2 Les stratégies corporatives de la firme

Par stratégie, on entend l'ensemble des objectifs, des politiques et des restrictions que s'impose la firme, permettant à celle-ci de décrire comment elle propose de diriger et de développer les ressources engagées dans ses opérations, afin de remplir sa mission (Hayes et al., 2005). La stratégie dont se dote la firme a un impact direct sur sa structure organisationnelle (Chandler, 1962). Selon cet auteur, stratégie et structure doivent être harmonisées de manière à rendre possible le déploiement des ressources organisationnelles pour répondre adéquatement aux demandes des marchés. La stratégie de la firme est donc constituée d'une combinaison de plusieurs activités, dont le niveau plus ou moins poussé de cohésion (traduction libre de *fit*) permet de consolider de manière plus ou moins durable, la position concurrentielle de la firme (Porter, 1996).

Le cadre théorique de la présente thèse propose de décortiquer la stratégie de la firme selon quatre groupes d'activités, soit la stratégie commerciale, la

stratégie technologique, la stratégie environnementale et la stratégie des ressources humaines. En voici donc les justifications théoriques.

2.3.4.2.1 Stratégie commerciale

La stratégie commerciale de la firme est décomposée en deux volets, soit son niveau d'internationalisation et le fait qu'elle cible des clients corporatifs ou des individus.

Niveau d'internationalisation

Le niveau d'internationalisation de la firme représente sa capacité à faire des affaires à l'étranger, qu'il s'agisse de s'y procurer des biens (importation) ou d'y distribuer ses produits (exportation). Force est de constater que la globalisation rend les marchés étrangers accessibles aux entreprises de toutes tailles. L'évolution des structures organisationnelles vers le modèle d'entreprise étendue pousse donc les firmes à se rassembler sous forme d'ensembles d'organisations distribuées géographiquement et regroupées en réseaux optimisés pour la rapidité et la flexibilité (Stock et al., 2000). Il devient alors question de « *geographic manufacturing scope* » en amont et de « *geographic market focus* » en aval (Kotha et Orne, 1989). Un tel étalement géographique de la base de fournisseurs et des ventes influence la complexité des opérations de la firme (Vachon et al., 2001).

Ainsi, l'exportation vers des pays considérés comme très tolérants face à la pollution peut avoir un effet pervers quant à la rigueur que s'impose la firme exportatrice au niveau de ses pratiques environnementales (Dowell et al., 2000). À l'opposé, une firme peut choisir de satisfaire les marchés les plus contraignants sur le plan environnemental pour ensuite tenter d'en tirer certains

avantages concurrentiels (Porter et Van der Linde, 1995; Dowell et al., 2000). En surpassant ainsi les barrières commerciales non tarifaires que sont les standards environnementaux (Johannson, 2000), les adeptes de cette approche sont prêts à saisir de nouvelles opportunités sur les marchés internationaux (Berthelot et al., 2003).

Au niveau des importations, des multinationales sont critiquées car reconnues pour déplacer certaines de leurs opérations polluantes vers des pays en développement, là où souvent les contraintes environnementales peuvent être plus relâchées (Rondinelli et Vastag, 1996; Lee et Rhee, 2005), les priorités étant souvent accordées à l'industrialisation au détriment de l'environnement (Rao, 2004). Cela permettrait donc à ces firmes d'éviter les coûts de contrôles environnementaux, de parvenir à recapitaliser d'anciens équipements, ou encore de poursuivre la fabrication de produits considérés inacceptables ailleurs (Dowell et al., 2000). Cependant, la sélection de fournisseurs démontrant une performance environnementale supérieure représente une pratique industrielle en croissance (Carter et Carter, 1998; Klassen et Vachon, 2003; Rao, 2004). De telles pratiques favoriseraient l'harmonisation des standards environnementaux au sein de la chaîne d'approvisionnement, présentant ainsi la possibilité de rehausser la sensibilisation et la performance environnementale des régions hôtes (Dobilas et MacPherson, 1997).

Clients corporatifs / consommateurs

La présente recherche considère que les produits peuvent être destinés à deux types de clients, c'est-à-dire les consommateurs en tant qu'individus et les clients corporatifs. D'ailleurs, une telle distinction a déjà été effectuée par d'autres chercheurs (Green et al., 2000; Montanbon et al., 2000). La pertinence de la distinction des clients selon cette dimension est d'ailleurs illustrée par de

nombreux exemples d'entreprises, qui dans certaines situations choisissent de s'attaquer à de nouveaux marchés en offrant leurs produits à des clients de type consommateurs, alors que l'industrie est dominée par des quasi monopoles qui concentrent leur attention sur des gros comptes corporatifs (Markides, 1997).

Ces deux catégories de clients peuvent donc présenter divers niveaux d'exigences et de sophistication. Du coté des clients de type corporatif, ceux-ci peuvent imposer à leurs fournisseurs des procédures d'évaluation qui abordent les thèmes de la qualité des produits livrés, de la fiabilité des livraisons, de la rapidité, et du service à la clientèle (Klassen et Vachon, 2003). Ces activités d'évaluation, qui peuvent aller jusqu'à comprendre des critères environnementaux, prennent la forme de questionnaires, de standards ou d'audits (Walton et al., 1998). Il a été observé qu'un accroissement des efforts de collaboration client-fournisseur amorcés par le client, peut se traduire par un accroissement des ressources allouées à la prévention de la pollution de la part du fournisseur (Klassen et Vachon, 2003).

Du coté des consommateurs, il est relevé que leur sensibilisation par rapport aux problèmes environnementaux serait en développement (Carter et Narasimhan, 2000), et qu'ils deviendraient donc graduellement plus critiques par rapport à cet aspect dans leurs habitudes de consommation (Min et Galle, 2001). Si cette tendance s'avérait exacte, une telle évolution des préférences devrait inciter les manufacturiers à ajuster leurs pratiques, dont celles consistant à fournir plus d'information relative au profil environnemental de leurs produits (Polonsky et al., 1998). Enfin, il a été observé que le comportement environnemental des consommateurs s'intensifierait en fonction du volume d'information environnementale qu'ils reçoivent (Polonsky et al., 1998).

2.3.4.2.2 Stratégie technologique

Le concept de stratégie technologique englobe les initiatives mises de l'avant par la firme afin de convertir ses efforts en R&D en avancées technologiques au niveau de ses produits et de ses procédés (Pegels et Thirumurthy, 1996). Un des choix fondamentaux en cette matière consiste à déterminer s'il est préférable d'adopter une stratégie de leadership ou de suivre une trajectoire technologique déjà établie (Hung et al., 2003). De plus, l'accent peut être mis sur l'innovation produit ou l'innovation procédé, en fonction du stade où se situe le produit dans son cycle de vie (Utterback, 1994). Ainsi, en plus de considérer le niveau d'investissements en R&D, le cadre théorique de la présente recherche propose les construits *stratégie produit* et *stratégie manufacturière*, afin de bien saisir le concept de stratégie technologique. Une distinction entre stratégie produit et stratégie manufacturière ainsi que le synchronisme entre les deux types de stratégies ont déjà été relevés par d'autres chercheurs (Gilley et al., 2000; Voss et Winch, 1996; Fisher et al., 1999; Hayes et al., 2005).

Niveau de R&D

Le niveau de ressources consenties en R&D est considéré comme étant une mesure classique de l'effort d'innovation de la firme (Lefebvre et al., 1992). En fonction des compétences dont elles disposent, les organisations peuvent opter pour l'adoption d'une stratégie technologique agressive (*leader*) ou passive (*follower*) en matière de R&D. Alors que les premières sont reconnues pour se concentrer sur l'innovation produit plus radicale, les secondes mettent plutôt l'accent sur l'innovation au niveau des procédés et sur le conservatisme (Hung et al., 2003). Déterminer le niveau de R&D de la firme revient à déterminer la quantité de ressources qui seront affectées au développement technologique ou à l'exploitation de connaissances développées à l'externe (Langlois et

Steinmueller, 2000; Shefer et Frenkel, 2005). Ainsi, un engagement plus élevé envers la R&D devrait occasionner un flot plus important de nouvelles informations scientifiques au sein de l'organisation (Hung et al., 2003).

Les firmes qui adoptent une stratégie technologique de leader seraient donc au fait des nouveaux développements technologiques, incluant ceux qui concernent les aspects environnementaux. Par conséquent, l'accroissement des investissements en R&D rehausse la probabilité que les préoccupations environnementales soient considérées (Roome, 1994; Arora et Cason, 1996; Lefebvre et al., 2003). Les entreprises considérées comme des leaders en gestion environnementale sont parmi les plus innovantes, et l'adoption de pratiques environnementales avancées pourrait être relié à leur engagement envers la recherche de solutions innovatrices visant à réduire la pollution et à améliorer l'efficacité (Florida, 1996). Enfin, l'adoption de technologies par les firmes manufacturières innovantes se ferait de manière combinée, de sorte que les investissements en technologies manufacturières et environnementales comporteraient certains liens (Klassen, 2000a).

Stratégie « produit »

Parvenir à concentrer les efforts de la firme sur le concept de famille de produits et plus particulièrement sur le développement et le partage de composants et actifs-clés au sein de la famille de produits sont reconnus comme une question vitale depuis un certain temps (Meyer et Utterback, 1993). Du point de vue du développement de produit et des procédés, les aspects critiques d'une stratégie produit consistent à établir le nombre de plates-formes produit, le nombre de produits dérivés et la fréquence à laquelle de nouveaux produits sont introduits (Wheelwright et Clark, 1992). Le contexte dans lequel la stratégie produit domine est caractérisé, entre autres, par des changements importants et fréquents

apportés au produit, une incertitude élevée au niveau des orientations en R&D, des équipements de production flexibles opérés par du personnel hautement qualifié (Utterback, 1994). Confrontées à l'émergence de l'intérêt de l'opinion public pour la protection de l'environnement, plusieurs entreprises sont engagées dans la conception et la commercialisation de produits « verts ». Cela a pour effet d'accroître l'attention portée aux pratiques ayant pour objectif d'intégrer des innovations environnementales à la conception de produit (Chen, 2001).

De plus, l'essence d'une stratégie de différentiation environnementale des produits peut se résumer ainsi : l'entreprise développe un produit qui procure des bénéfices environnementaux supérieurs, ou qui impose des coûts environnementaux plus faibles que ses concurrents, et ce produit est fabriqué selon des procédés manufacturiers dont l'impact environnemental est moins important (Reinhardt, 1998). Les activités de conception verte, qui peuvent être considérées comme un prolongement de l'ingénierie simultanée, permettent donc le développement d'innovations environnementales inspirées d'une stratégie cycle de vie produit ayant le potentiel de rehausser la durabilité des activités économiques de la firme (Noori et Chen, 2003).

Stratégie manufacturière

Le potentiel des activités manufacturières pour ce qui est de développer la compétitivité de la firme a passablement été démontré (Lefebvre et al., 1992; Narasimhan et al., 2004). En fait, l'importance des techniques et concepts relevant de la stratégie manufacturière a été démontrée dans plusieurs applications, où des avantages concurrentiels majeurs ont été créés grâce à des changements structurels au niveau des activités manufacturières (Skinner, 1996). De plus, un des éléments-clés de la stratégie manufacturière consiste en la décision d'investir

dans les technologies manufacturières avancées (informatisées), ces dernières pouvant générer une large gamme de bénéfices (Lefebvre et al., 1992).

Toutefois, le contexte dans lequel la stratégie manufacturière domine est caractérisé par, entre autres, un produit standardisé auquel sont apportés des changements mineurs, une accumulation d'améliorations de la qualité, des équipements de production spécialisés qui représentent des investissements importants et une structure organisationnelle mature (Utterback, 1994). Les stratégies manufacturières ont traditionnellement été évaluées en fonction de l'atteinte d'objectifs répertoriés selon les coûts, la qualité, la rapidité et la flexibilité (Ferdows et De Meyer, 1990; Klassen et Whybark, 1999b). Les stratégies manufacturières doivent généralement être adaptées au niveau de personnalisation / standardisation du produit fabriqué (Lampel et Mintzberg, 1996; Spring et Dalrymple, 2000). Pour y arriver, les manufacturiers disposent de diverses stratégies comme l'implantation de cellules manufacturières (Yauch et Steudel, 2002), ou encore la mise en place de systèmes de gestion tels la qualité totale (TQM), le juste-à-temps (JIT), la maintenance préventive (TPM) (Cua et al., 2001) et les stratégies de production allégée (*lean manufacturing*) (Florida, 1996; Womack et Jones, 1996). L'adoption de ces stratégies manufacturières comporte un intérêt pour la gestion environnementale, de sorte que les liens entre la performance environnementale et la performance manufacturière ont déjà fait l'objet d'études (Curkovic et al., 2000; King et Lenox, 2001b; Pil et Rothenberg, 2003). Ainsi, il est anticipé que les entreprises adeptes d'une stratégie manufacturière plus proactive soient plus portées vers les technologies de prévention de la pollution que vers celles de contrôle (Klassen et Whybark, 1999a). Enfin, les investissements en technologies environnementales seraient moins coûteux et plus faciles à introduire s'ils coïncidaient avec l'installation de nouveaux équipements de production (Klassen et Whybark, 1999a).

Veille technologique

Le terme technologie englobe, au sens large, l'ensemble des technologies utilisées au sein de la chaîne de valeur (Porter, 1986). Un des éléments importants, en ce qui a trait à l'intégration étroite des dimensions stratégie et technologie, consiste en la capacité de la firme à accomplir des prévisions technologiques (Burgelman et al., 2004). Mais, toujours selon ces auteurs, au-delà de cette capacité à prévoir et à déceler des relations entre divers phénomènes technologiques, la possibilité de rassembler des données à caractère technologique de manière systématique et continue serait encore plus cruciale. Il devient donc stratégique pour les gestionnaires d'exercer un suivi de l'évolution de toutes les technologies qui influencent les activités à valeur ajoutée de la firme (Porter, 1986).

Parmi les outils et techniques supportant les gestionnaires dans ces activités de veille, soulignons les fonctions de progrès technologique (courbe en S), l'extrapolation de tendances, la méthode Delphi, et le développement de scénarios (Burgelman et al., 2004). De ces techniques, la fonction de progrès technologique selon la courbe en « S » joue un rôle central, de par sa capacité à déterminer l'intensité de l'amélioration de la performance d'un produit (ou procédé) découlant d'un certain effort d'ingénierie en fonction de la maturation de la technologie analysée dans le temps (Christensen, 1992).

2.3.4.2.3 Stratégie environnementale

Bien que certains aspects environnementaux aient été intégrés aux concepts de stratégie commerciale et stratégie technologique décrites ci-dessus, la stratégie de gestion environnementale de la firme est maintenant abordée plus à fond.

La littérature scientifique propose différentes taxonomies permettant de classifier les stratégies environnementales mises de l'avant par les firmes (Gupta, 1995; Henriques et Sadorsky, 1999; Noci et Verganti, 1999; Thornton et al., 2003). Bien que ces taxonomies fassent appel à des terminologies différentes, elles permettent toutefois de déterminer le degré de sensibilisation de la firme face aux aspects environnementaux de ses activités, celle-ci allant de l'indifférence quasi-totale au leadership environnemental. L'adhésion à l'une ou l'autre de ces stratégies peut s'expliquer par certains facteurs comme les opportunités de marché associées au programme de protection environnementale (Schot et Fischer, 1993), l'attitude des gestionnaires face à l'environnement et à leur anticipation des tendances émergeantes (Azzone et al., 1997; Henriques et Sadorsky, 1999), les ressources dont la firme dispose (Klassen et Whybark, 1999a), ou encore au type et à l'intensité des risques environnementaux auxquels les activités de la firme sont exposées (Rondinelli et Vastag, 1996).

Les entreprises qui adoptent une stratégie de leadership environnemental sont reconnues pour être plus innovatrices (Florida et Davison, 2001; Lefebvre et al., 2003), pour avoir une performance environnementale supérieure (Thornton et al., 2003), et pour préconiser un équilibre entre les technologies manufacturières qui permettent de prévenir la pollution et celles qui permettent de la contrôler (Klassen et Whybark, 1999a). En plus d'avoir un effet positif sur la performance environnementale et manufacturière de la firme (Klassen et Whybark, 1999b), l'implantation de technologies de prévention de la pollution provoque l'acquisition de nouvelles compétences pouvant influencer positivement la compétitivité de la firme (Russo et Fouts, 1997). À l'opposé, les firmes qui affichent une plus grande indifférence face à l'environnement consacrent une partie prépondérante de leurs investissements à des technologies de contrôle de la pollution en « bout de tuyau » (traduction libre de

end-of-pipe). Il s'agit de technologies qui interviennent à la fin des procédés manufacturiers et qui permettent rarement de réduire les quantités de polluants produites (Klassen et Whybark, 1999a). Ces technologies sont généralement déjà connues de la firme, et suscitent peu l'acquisition de nouvelles connaissances (Russo et Fouts, 1997).

Dans le cadre de la présente thèse, la stratégie environnementale de la firme est décomposée selon les dimensions suivantes : l'adoption d'un *système de gestion conforme à la norme ISO 14000*, ou à défaut de quoi, la *présence d'une politique environnementale formelle* et la mise en place d'un *programme environnemental d'amélioration continue* sont considérés comme des constituants importants d'un système de gestion environnementale qui serait non certifié.

La norme ISO 14000 s'impose graduellement en tant que « visa global à l'exportation internationale » (Marcus et Willig, 1997; Johannson, 2000), et tant les académiciens que les gestionnaires reconnaissent l'importance de l'utilisation de systèmes supportant la gestion de leurs pratiques environnementales (Sroufe, 2003). La présence préalable d'un système de gestion de la qualité conforme à la norme ISO 9000 est prédictif de l'adoption subséquente d'un système de gestion environnementale ISO 14000 (King et Lenox, 2001b).

Cependant l'impact d'ISO 14000 mérite d'être nuancé. Alors qu'une corrélation est présente au niveau national entre l'attitude envers l'environnement et le taux d'adoption d'ISO 14000, à l'échelle de la firme une certaine incertitude subsiste entre l'amélioration environnementale et l'adoption d'ISO 14000 (Corbett et Kirsch, 2001). Toutefois, lorsque mis en application de manière diligente, ISO 14000 a un impact positif sur la performance du système de gestion

environnementale et sur les pratiques environnementales de la firme qui, à leur tour, influencent positivement la performance opérationnelle de la firme (Montanbon et al., 2000; Melnyk et al., 2003; Sroufe, 2003).

Le cadre théorique proposé dans la présente recherche considère que certains éléments d'un SGE peuvent être présents au sein des entreprises de manière partielle, comme c'est le cas pour d'autres recherches (Melnyk et al., 2003). Ainsi, deux construits sont proposées pour mesurer la présence d'éléments d'un SGE :

1. le construit appelé *politiques environnementales formelles,* couvre les éléments qui touchent la présence de politiques et procédures formellement documentées, la définition d'objectifs quantifiables et la définition des rôles et responsabilités (Rondinelli et Vastag, 1996; Smith, 2003; Zutshi et Sohal, 2004) ;

2. le construit appelé *programme d'amélioration continue*, couvre les éléments qui concernent l'engagement à surpasser les normes et législations, la révision et l'amélioration des processus décisionnels, la réalisation d'audits du SGE et la mise à jours du SGE en fonction des changements de législation (Hansmann et Kroeger, 2001; Zutshi et Sohal, 2004) ;

2.3.4.2.4 Stratégie « ressources humaines »

Afin de parvenir à survivre et à prospérer, les entreprises doivent se munir de stratégies pour développer et gérer leur capital intellectuel (Newton et Magun, 2000; Freel, 2005). Les résultats de certaines recherches permettent d'affirmer que les ressources humaines de l'entreprise peuvent représenter une source d'avantage concurrentiel pour celle-ci (Prahalad et Hamel, 1990; Kogut et

Zander, 1992; Pfeffer, 1994). Ainsi, les connaissances des employés relatives aux produits, procédés et clients qui sont intégrées aux activités quotidiennes et aux interactions sociales rendent possible la création d'habiletés organisationnelles difficiles à imiter par la concurrence (MacDuffie, 1995).

Aussi, les entreprises qui adoptent les techniques de fabrication allégée (*lean manufacturing*) réduisent de manière significative leurs niveaux d'inventaires ainsi que d'autres tampons, rehaussant l'interdépendance entre les procédés manufacturiers et faisant ainsi ressortir les failles du système de production. Pour résoudre ces problèmes, l'entreprise doit pouvoir compter sur des employés motivés, qualifiés et capables de s'adapter à diverses situations (MacDuffie, 1995). Les pratiques innovatrices en matière de ressources humaines sont d'ailleurs reconnues pour avoir un impact positif sur la productivité des employés (Ichniowski et Shaw, 1999). Les entreprises manufacturières, considérées comme innovantes, sont reconnues pour procéder à l'adoption de pratiques en gestion des ressources humaines incitant les employés à développer une attitude contribuant à la réduction des déchets, et à l'amélioration de l'efficacité (Florida et Davison, 2001). Dans le contexte des entreprises manufacturières, l'implication des employés dans le cadre de projets d'équipe serait un facteur-clé dans l'établissement d'un lien entre performance opérationnelle et performance environnementale (Hanna et al., 2000).

Dans le cadre de la présente recherche, la stratégie en ressources humaines de la firme est décomposée selon deux dimensions, soit l'*acquisition* des ressources qui concerne l'embauche de personnel hautement qualifié (Newton et Magun, 2000), puis la *rétention* des ressources qui couvre les éléments de formation et de développement de compétences ainsi que ceux relatifs à la rémunération et à la promotion des employés (Ichniowski et al., 1997).

Le Tableau 2.9 présente la synthèse des justifications théoriques pour les variables constituant le concept de stratégies corporatives.

Tableau 2.9 : Justifications théoriques des variables constituant le concept *stratégies corporatives*

Variables	Justifications théoriques
Stratégie commerciale	
Exportations	(Porter et Van der Linde, 1995; Dowell et al., 2000; Johannson, 2000; Berthelot et al., 2003)
Importations	(Rondinelli et Vastag, 1996; Dobilas et MacPherson, 1997; Carter et Carter, 1998; Dowell et al., 2000; Klassen et Vachon, 2003; Rao, 2004)
Clients corporatifs ou consommateurs	(Markides, 1997; Polonsky et al., 1998; Walton et al., 1998; Carter et Narasimhan, 2000; Green et al., 2000; Min et Galle, 2001; Klassen et Vachon, 2003)
Stratégie technologique	
Niveau de R&D	(Roome, 1994; Arora et Cason, 1996; Florida, 1996; Klassen, 2000a; Langlois et Steinmueller, 2000; Hung et al., 2003; Shefer et Frenkel, 2005)
Stratégie produit	(Wheelwright et Clark, 1992; Meyer et Utterback, 1993; Utterback, 1994; Reinhardt, 1998; Chen, 2001; Noori et Chen, 2003)
Stratégie manufacturière	(Lefebvre et al., 1992; Utterback, 1994; Florida, 1996; Lampel et Mintzberg, 1996; Skinner, 1996; Narasimhan et al., 2004; Womack et Jones, 1996; Klassen et Whybark, 1999a; Curkovic et al., 2000; Spring et Dalrymple, 2000; Cua et al., 2001; King et Lenox, 2001b; Yauch et Steudel, 2002; Pil et Rothenberg, 2003)
Veille technologique	(Porter, 1986; Christensen, 1992; Burgelman et al., 2004)
Stratégie environnementale	
Système ISO 14000	(Marcus et Willig, 1997; Johannson, 2000; Montanbon et al., 2000; Corbett et Kirsch, 2001; King et Lenox, 2001b; Melnyk et al., 2003; Sroufe, 2003)
Politique environnementale formelle	(Rondinelli et Vastag, 1996; Smith, 2003; Zutshi et Sohal, 2004)
Programme environnemental d'amélioration continue	(Hansmann et Kroeger, 2001; Zutshi et Sohal, 2004)
Stratégie ressources humaines	
Acquisition	(Newton et Magun, 2000; Freel, 2000)
Rétention	(Ichniowski et al., 1997)

2.3.4.3 L'environnement concurrentiel

Le contexte dans lequel évolue la firme est source de pressions et d'opportunités (Kotha et Nair, 1995). Afin de structurer cette dimension de manière appropriée, le cadre théorique proposé dans la présente recherche identifie quatre construits pour regrouper les caractéristiques de l'environnement concurrentiel de la firme. Il s'agit du *cadre réglementaire,* des *parties prenantes,* des aspects concernant *la compétitivité* de la firme et des *attentes des clients.* En voici les justifications théoriques.

2.3.4.3.1 Cadre réglementaire

Les organisations sont exposées à des pressions pouvant les inciter à rehausser la performance environnementale de leurs opérations. À cet égard, l'évolution rapide des réglementations environnementales est un bon exemple (Rugman et Verbeke, 1998) et ce, à tous les niveaux (Rugman et al., 1997) : multilatéral (comme l'OMC), régional (comme l'ALENA), national, provincial et municipal (King et Lenox, 2001b). L'anticipation de réglementations plus exigeantes provoque dans certains cas des investissements significatifs en technologies de prévention de la pollution (Thornton et al., 2003). Parmi les différentes approches mises de l'avant, certaines sont restrictives et pointues (comme la loi sur les emballages en Allemagne passée en 1993), tandis que d'autres comme les systèmes de gestion environnementale autogérés sont plus générales (McCloskey, 1994; Krehbiel et Erekson, 2001). En se basant sur les conclusions d'un sondage effectué auprès des plus grandes firmes canadiennes, les réglementations gouvernementales des paliers fédéral et provincial ont été identifiées comme étant parmi les sources de pressions les plus significatives (Henriques et Sadorski, 1996).

2.3.4.3.2 Parties prenantes

Outre le cadre réglementaire, des pressions environnementales peuvent être exercées sur la firme par d'autres parties prenantes. La notion de partie prenante englobe *tous groupes ou individus ayant un intérêt dans les actions mises de l'avant par la firme et sur laquelle ils peuvent avoir une influence* (Savage et al., 1991). Les pressions provenant des parties prenantes peuvent s'exercer de manière directe sur la firme ou par le truchement de transferts d'informations (Henriques et Sadorsky, 1999; Naevdal et Brazee, 2000).

Ainsi, les consommateurs peuvent témoigner leur satisfaction face aux gestes posés par une entreprise en achetant ses produits et en communiquant leurs impressions ; par contre, s'ils sont insatisfaits, les consommateurs peuvent boycotter les produits de la firme ou même engager des poursuites légales contre celle-ci (Henriques et Sadorsky, 1999). Également, les associations industrielles et d'autres lobbys peuvent exercer des pressions sur les entreprises qui négligent trop l'environnement (Henriques et Sadorsky, 1999). Les institutions prêteuses, les compagnies d'assurances ainsi que les actionnaires et investisseurs sont tous préoccupés à divers degrés par l'attitude des entreprises face à l'environnement, puisqu'un dossier entaché peut représenter un désavantage concurrentiel (Klassen et McLaughlin, 1996) et peut donc limiter l'accès à des capitaux (Rotherham, 1999; Hunkeler, 2003; Berthelot et al., 2003). Le désir d'être moins exposées aux risques de pénalités et de poursuites découlant de non conformités ou d'incidents est également un facteur stimulant les organisations dans l'adoption de pratiques environnementales plus rigoureuses (Rotherham, 1999; Snir, 2001; Murphy et Poist, 2003). Enfin, l'intensité des liens entretenus avec la maison-mère peut influencer la précocité à laquelle la firme-filiale adopte des innovations (Waarts et al., 2002). L'adoption de standards environnementaux globaux et leur

imposition à l'ensemble des filiales des grandes entreprises permettrait de transférer les améliorations de productivité à tous les sites et de maximiser les retours sur investissements (Dowell et al., 2000).

2.3.4.3.3 Compétitivité

Pour ce qui est de l'influence sur la compétitivité de la firme, le potentiel de la gestion environnementale fait l'objet de discussions depuis un certain temps. Alors que certains chercheurs proposent que la performance de la firme soit défavorisée par les initiatives environnementales (Walley et Whitehead, 1994), d'autres avancent que lorsqu'intégrée de manière stratégique, la gestion environnementale rehausse la compétitivité de la firme (Schmidheiny, 1992; Porter et Van der Linde, 1995; Shrivastava, 1995). Toutefois, des recherches empiriques sur la présence d'un lien entre gestion environnementale et compétitivité permettent de nuancer la situation, en soulignant le fait que la causalité de cette relation n'est pas clairement déterminée (Klassen et McLaughlin, 1996; Dowell et al., 2000; King et Lenox, 2001a; King et Lenox, 2002). Parmi les raisons invoquées stimulant l'adoption d'un système de gestion environnementale, et par conséquent de pratiques environnementales saines, celles-ci ont été retenues : les exigences environnementales des clients, l'identification de nouvelles opportunités de marché, l'identification d'opportunités de réduction des coûts (Zutshi et Sohal, 2004), puis les produits concurrents (Nehrt, 1998).

2.3.4.3.4 Attentes des clients

Avec leurs exigences particulières, l'exercice par les clients de leur pouvoir d'achat peut se traduire par une réaction positive de la part de l'industrie (Coddington, 1993; Day et Nedungadi, 1994). Les pressions de la part des

consommateurs « verts » qui basent leur choix sur des critères autres que le prix sont en émergence (Drumwright, 1994; Elkington, 1994; Menon et Menon, 1997), malgré que des variations soient relevées entre leurs intentions et leurs comportements réels (Schwepker et Cornwell, 1991; Schuhwerk et Leffkof-Hagius, 1995). Dans le cas de produits intermédiaires vendus à des entreprises qui incorporent ensuite ces derniers à un système plus complexe, ces exigences de la part des clients peuvent s'interpréter comme des pressions issues de la chaîne d'approvisionnement, là où les rapports de force ont un rôle important à jouer (Hall, 2000). Le fait qu'un nombre croissant de donneurs d'ordres s'efforcent d'améliorer la performance environnementale de leurs opérations, pour ensuite exiger que leurs fournisseurs fassent de même, ferait d'eux des clients de plus en plus « verts » (Rao, 2002).

Même dans certains pays en phase de transition vers l'industrialisation comme la Chine, où l'environnement ne serait pas perçu comme une variable dominante, un sondage mené auprès de 2500 citoyens urbains démontre un niveau élevé de préoccupations de leur part face aux problématiques environnementales, ce qui est tout à fait comparable à ce que l'on retrouve aux États-Unis (*The Green Business Letter*, 1999)[9]. Par ailleurs, les produits dotés d'une performance environnementale supérieure, et qui se démarquent par rapport à leurs concurrents sur cette dimension, présenteraient un potentiel économique intéressant sur les marchés qui sont en émergence (Menon et Menon, 1997). Puisque les produits s'adressant à des segments de marché « verts » partagent des points communs avec les produits de luxe (Reinhardt, 1998), il semble pertinent de tenir compte de certains aspects du profil psychologique des clients visés (Schrum et al., 1995; Rowlands et al., 2003), ce

---

[9] Source: Greater China Green Gauge Study, Roper Starch, 1999, cité dans *The Green Business Letter* (1999).

qui ferait d'eux des interlocuteurs ayant des exigences et un niveau de sophistication variables.

Cependant, le fait que la firme évolue dans un marché de masse mature, où les changements demandés de la part des clients sont relativement mineurs, présente un contexte dont les caractéristiques sont significativement différentes de celles d'une niche de marché en émergence, où des concepts de produit différents s'affrontent et où les changements sont plus radicaux (Teece, 1986). Il s'agit en fait des phénomènes appelés innovations incrémentales et radicales (Abernathy et Utterback, 1978; He et al., 1998), ou encore de ceux de technologies porteuses et perturbatrices (traduction libre de *sustaining and disruptive technologies*) (Christensen et Raynor, 2003).

Le Tableau 2.10 présente une synthèse de ces justifications théoriques pour les quatre dimensions selon lesquelles a été décomposé le concept *d'environnement concurrentiel* de la firme.

Tableau 2.10 : Justifications théoriques des variables constituant le concept *environnement concurrentiel*

Variables	Justifications théoriques
Cadre réglementaire	
Lois et règlements actuels des gouvernements fédéraux et provinciaux	(Rugman et al., 1997; Rugman et Verbeke, 1998; Henriques et Sadorsky, 1999; King et Lenox, 2001b; Thornton et al., 2003)
Lois et règlements anticipés des gouvernements fédéraux et provinciaux	
Lois et règlements actuels des gouvernements étrangers	
Lois et règlements anticipés des gouvernements étrangers	
Parties prenantes	
Directives de la maison-mère	(Dowell et al., 2000; Waarts et al., 2002)
Pressions d'associations industrielles et coalitions	(Henriques et Sadorsky, 1999)
Pressions des consommateurs	(Henriques et Sadorsky, 1999)
Pressions des groupes écologistes	(Henriques et Sadorsky, 1999)
Augmentation des frais d'assurance	(Rotherham, 1999; Snir, 2001; Murphy et Poist, 2003)
Accès plus facile à des capitaux	(Klassen et McLaughlin, 1996; Rotherham, 1999; Berthelot et al., 2003; Hunkeler, 2003)
Compétitivité	
Exigences environnementales des clients	(Zutshi et Sohal, 2004)
Produits concurrents	(Nehrt, 1998)
Opportunités de marché	(Zutshi et Sohal, 2004)
Opportunités de réduction des coûts	(Zutshi et Sohal, 2004)
Attentes des clients	
Clients extrêmement exigeants	(Schwepker et Cornwell, 1991; Coddington, 1993; Day et Nedungadi, 1994; Drumwright, 1994; Elkington, 1994; Schrum et al., 1995; Schuhwerk et Leffkof-Hagius, 1995; Menon et Menon, 1997; Reinhardt, 1998; Hall, 2000; Rao, 2002; Rowlands et al., 2003)
Clients extrêmement sophistiqués	
Clients exigent des changements radicaux	(Teece, 1986; Abernathy et Utterback, 1978; He et al., 1998; Christensen et Raynor, 2003)
Clients exigent régulièrement des changements mineurs	

Le prochain chapitre présentera la méthodologie de recherche privilégiée dans le cadre de la présente thèse.

CHAPITRE 3 MÉTHODOLOGIE PRIVILÉGIÉE

Ce troisième chapitre expose la stratégie de recherche retenue. La section 3.1 relate l'approche méthodologique privilégiée tandis que la section 3.2 couvre la justification du choix des secteurs industriels desquels proviennent les firmes composant l'échantillon étudié. Enfin, la section 3.3 présente les variables de recherche ainsi que leurs mesures opérationnelles.

3.1 APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE RETENUE

Cette section élabore les différents aspects théoriques et méthodologiques qui ont été considérés lors de l'élaboration de l'approche méthodologique retenue pour la présente thèse doctorale.

3.1.1 Considérations théoriques

L'étude du concept *plate-forme environnementale PLM* aborde une problématique relative aux réseaux d'organisations faisant partie de systèmes produits-procédés et, au sein desquels, évoluent des individus. Les principales stratégies de recherche reconnues pour aborder une telle problématique sont : l'expérimentation, l'enquête, l'étude de cas, l'analyse d'archives et l'étude historique. De manière générale, chaque stratégie de recherche possède ses avantages et ses inconvénients par rapport à trois conditions : le type de questions de recherche, le niveau de contrôle exercé par le chercheur sur les phénomènes et finalement, le caractère actuel ou historique des évènements (Yin, 1994).

L'étape de la définition des questions de recherche représente une phase cruciale de l'étude car elle influence le choix de la méthodologie de recherche adoptée (Strauss et Corbin, 1990). Une question de recherche est composée d'un *contenu* qui est exprimé selon une certaine *forme* incarnée par l'emploi des *qui, quoi, quand, combien, comment, pourquoi* (Yin, 1994). Comme c'est le cas avec les questions générales de recherche Q2 et Q3 (et leurs subordonnées, p.53-54), les questions de recherche qui se concentrent principalement sur le « quoi », le « qui » le « quand » et le « combien » sont généralement mieux servies par des stratégies de recherche faisant usage de sondages ou d'analyses d'archives. D'autre part, les questions qui se concentrent sur le « comment » et le « pourquoi » sont mieux supportées par des stratégies basées soit sur l'expérimentation, les études de cas ou encore les études historiques (Yin, 1994). Ces méthodes qualitatives accordent plus de flexibilité au chercheur pour gérer la découverte d'éléments inconnus et pour ensuite élaborer ses théories (Strauss et Corbin, 1990). Cette seconde situation correspond à la question générale de recherche Q1 (p.52) qui sera étudiée au moyen d'une étude de cas multiples.

Un élément qui distingue l'expérimentation par rapport aux autres stratégies de recherche est le fait que l'expérimentation implique une manipulation des variables sous étude et qu'elle exige par conséquent, que le chercheur possède le contrôle sur celles-ci. Par contre, dans le cas des autres stratégies de recherche, aucun contrôle n'est requis sur les variables étudiées car ces stratégies reposent sur l'observation. Cela correspond au contexte de la présente étude.

De plus, selon que le caractère des variables étudiées soit historique ou actuel, la sélection de la stratégie de recherche en sera influencée. L'expérimentation, l'enquête et l'étude de cas sont ainsi pertinentes pour les phénomènes actuels,

alors que les études historiques conviennent aux phénomènes anciens. Notons que les analyses d'archives peuvent convenir aux deux types de phénomènes peu importe la dimension temporelle des faits analysés. La présente étude s'intéresse à un phénomène actuel observé dans son environnement réel.

Finalement, il est important de réaliser que dans certaines situations, plusieurs stratégies de recherche peuvent s'appliquer et qu'elles ne sont pas mutuellement exclusives. Cependant dans d'autres situations une stratégie de recherche peut se démarquer en présentant des atouts supérieurs aux stratégies concurrentes pour ce qui est de satisfaire aux questions de recherche avancées (Yin, 1994). Comme il en sera discuté à la section suivante, la présente recherche opte pour une approche méthodologique hybride, qui combine un volet qualitatif et un volet quantitatif.

3.1.2 Méthodes qualitatives et quantitatives

Une autre façon de regrouper les stratégies de recherche consiste à les catégoriser selon leur nature quantitative ou qualitative. L'enquête est une stratégie de recherche faisant partie des méthodes dites quantitatives. Dans une enquête typique, le chercheur administre un questionnaire standardisé auprès d'un échantillon de répondants. Ce type de stratégie de recherche convient dans le cas d'analyses descriptives, explicatives ou exploratoires (Salant et Dillman, 1994).

L'enquête s'avère des plus utiles dans les situations où le chercheur désire accumuler des données permettant de décrire une population dispersée géographiquement, ou encore composée d'un nombre trop grand d'individus qui ne peuvent être observés ou contactés directement un à un. L'identification soignée d'un échantillon représentatif et l'élaboration d'un questionnaire standardisé permettent une collecte d'informations numériques qui soit aussi

uniforme que possible. Ces données peuvent être ensuite traitées au moyen de différentes méthodes statistiques rendant possible l'identification de certaines caractéristiques de l'échantillon pouvant être inférées, à divers degrés, à l'ensemble de la population. Dans le cas d'enquêtes, il est important de rappeler que les questionnaires sont complétés par des individus, peu importe que l'unité d'analyse retenue soit des processus, des organisations ou des produits.

L'étude de cas fait, quant à elle, partie des stratégies de recherche dites qualitatives. Bien que cette méthodologie soit en mesure de produire des données quantitatives, l'étude de cas est souvent associée au concept d'étude de terrain qui génère principalement des informations difficiles à transformer en chiffres (Strauss et Corbin, 1990).

Les stratégies de recherche basées sur les études de cas sont principalement bien adaptées à l'observation de phénomènes qui sont mieux compris dans leur environnement naturel. En allant directement observer le phénomène de manière aussi complète que possible, le chercheur peut en acquérir une compréhension très poussée. Puisque le chercheur s'implique dans la démarche d'observation, il est important de souligner que ce dernier peut jouer différents rôles. Le spectre des rôles possible s'étend de celui d'observateur absolu, qui n'interfère aucunement avec le phénomène sous observation, à celui de participant faisant partie et influençant le cours des événements (Babbie, 2001). Les études de cas autant que les enquêtes peuvent incorporer des éléments qualitatifs et quantitatifs. Mais ces deux stratégies de recherche sont normalement traitées et catégorisées tel que décrit précédemment.

3.1.3 Études ponctuelles et longitudinales

Les différentes catégorisations des stratégies de recherche présentées jusqu'ici ne tiennent pas compte de la dimension temporelle des études. Afin d'obtenir un

portrait plus complet des possibilités s'offrant au chercheur, il est ici nécessaire d'introduire les concepts d'études ponctuelles et d'études longitudinales.

3.1.3.1 Études ponctuelles

Une étude dite ponctuelle est une recherche qui s'effectue généralement à un moment plus ou moins précis dans le temps. L'enquête récolte l'expression du sens vécu par l'enquêté à l'instant où il est interrogé (Grawitz, 1993). Il est fait mention d'un moment *plus ou moins précis dans le temps* car la durée de l'observation peut difficilement être instantanée. Dans le cas d'enquêtes utilisant des questionnaires administrés par envois postaux ou même par courrier électronique, plusieurs semaines peuvent s'écouler entre les moments où les premiers et les derniers questionnaires sont complétés ; de plus, un même questionnaire peut être complété en plusieurs étapes étalées dans le temps. Des contraintes similaires prévalent pour les études de cas nécessitant plusieurs entrevues en tête-à-tête ; il existe alors des contraintes physiques comme, entre autres, la disponibilité des personnes à rencontrer et la distance à parcourir entre les lieux de rencontre. L'important est que la durée de la phase d'observation demeure négligeable par rapport à la nature du phénomène sous étude.

Lors de l'élaboration de stratégies de recherche ponctuelles, le chercheur doit être conscient que, même si l'observation du phénomène est effectuée à un moment particulier dans le temps, les données récoltées peuvent tout de même être influencées par des événements récents qui sont alors externes à l'étude mais qui peuvent affecter temporairement, ou de manière permanente, le comportement de l'unité d'analyse (Iversen, 1991). Les généralisations découlant de ces observations doivent donc être effectuées avec soin et vigilance.

3.1.3.2 Études longitudinales

Les études longitudinales, quant à elles, permettent l'observation d'un même phénomène sur une période étendue. Ce genre d'études représente le moyen le plus fiable pour l'observation de changements dans le temps encourus par l'unité d'analyse (Menard, 1991). Des études longitudinales peuvent être conçues en répétant deux observations dites ponctuelles séparées par un intervalle de temps significatif. Trois grandes catégories d'études longitudinales sont reconnues, soient les études de tendances qui étudient l'évolution d'une population dans le temps, les études de cohortes qui étudient les changements encourus dans le temps par des sous-ensembles spécifiques de la population, puis les études de panels qui réinterrogent les mêmes individus à plusieurs moments (Babbie, 2001).

Dans la situation où ce sont les mêmes chercheurs qui effectuent les séries d'observations, il est plus facile de garantir une certaine continuité. Par contre, cela s'avère plus difficile à accomplir dans la situation où différents chercheurs prennent la relève pendant le cours de l'étude. Finalement, soulignons que, de par leur nature, les études longitudinales s'étendent dans le temps. Elles sont donc longues à mener et font appel à des ressources qui excèdent souvent les moyens de chercheurs évoluant au sein de petites unités de recherche.

3.1.4 Méthodologie retenue

La stratégie méthodologique préconisée pour la présente thèse est structurée à partir de deux ensembles de données. Une première collecte de données effectuée selon une approche dite sur le terrain (*field reserach*) a permis de valider le concept de *plate-forme environnementale PLM*, qui fait l'objet de la variable dépendante. Un second ensemble de données a été récolté selon une

démarche quantitative reposant sur une enquête. Les observations effectuées dans le cadre de chacun de ces deux volets sont de nature ponctuelle et non intrusive.

Une telle combinaison d'approches méthodologiques s'avère tout à fait appropriée lors de l'étude de problématiques nouvelles (Eisenhardt, 1989), pouvant être clarifiées au moyen d'informations qualitatives récoltées auprès de quelques firmes soigneusement sélectionnées. Suite à ce premier niveau d'analyse, l'évaluation de la validité des résultats qualitatifs ainsi déduits est effectuée auprès d'une population de plus grande taille permettant l'induction de certaines généralisations. Ce type d'approche méthodologique qualitative-quantitative est bien documenté dans la littérature scientifique (Creswell, 1994; Tashakkori et Teddlie, 1998) et s'inscrit dans le continuum empirique-théorique décrit par Kaplan (Kaplan, 1998). Il est à souligner que l'emploi, de manière séparée, de ces deux types de stratégies de recherche a été amplement exploité par des chercheurs reconnus dans le domaine de la gestion environnementale, comme en fait foi le Tableau 3.1.

Tableau 3.1 : Enquêtes et études de cas en gestion environnementale publiées par des auteurs renommés

Stratégie de Recherche	Auteurs	Journal
Enquêtes	(Bowen et al., 2001b)	Production and Operations Management
	(Carter et Carter, 1998)	Decision Sciences
	(Curkovic et al., 2000)	IEEE Transactions on Engineering Management
	(Klassen et Angell, 1998)	Journal of Operations Management
	(Klassen et Whybark, 1999b)	Academy of Management Journal
	(Sharma, 2000)	Academy of Management Journal
Études de cas	(de Bakker, 2001)	Journal of Industrial Ecology
	(Faruk et al., 2001)	Journal of Industrial Ecology
	(Hall, 2000)	Journal of Cleaner Production
	(Handfield et al., 2001)	IEEE Transactions on Engineering Management
	(Hart et al., 2000)	Interfaces
	(Lenox et al., 2000)	Interfaces
	(Noci et Verganti, 1999)	R&D Management

3.1.4.1 Volet méthodologique qualitatif – l'étude de cas multiples

Dans le but de répondre à la question générale de recherche Q1, un volet qualitatif a été nécessaire pour valider le concept de *plate-forme environnementale PLM* (développement de théorie - *theory building* (Schendel et Hofer, 1979)). Ainsi, une étude de cas multiples a été menée auprès d'entreprises européennes considérées comme des chefs de file pour ce qui est de la gestion cycle de vie produit dans l'industrie automobile.

L'étude de cas est définie comme étant une *méthode de recherche permettant d'investiguer un phénomène contemporain dans son environnement réel, et plus particulièrement pertinente lorsque les frontières entre le phénomène et son environnement ne sont pas clairement évidentes* (Yin, 1994). Toujours selon cet auteur, une des applications les plus importantes de l'étude de cas consiste à rendre possible l'*explication* de liens causaux trop complexes pour être appréhendés efficacement au moyen d'enquêtes (Yin, 1994). Le choix de l'étude de cas en tant que méthodologie de recherche pour cette portion de l'étude s'avère donc adéquat.

Dans le but de s'assurer du respect des critères de qualité généralement reconnus lors de la conception de recherches dans le domaine des sciences sociales, la démarche formelle en huit étapes proposée par Eisenhardt (1989) a été adoptée. Les activités de la présente recherche menées pour chacune de ces étapes sont présentées au Tableau 3.2.

Certains des aspects les plus stratégiques de cette étude de cas sont présentés plus en détails à la section suivante.

Tableau 3.2 : Démarche méthodologique pour le développement de théories lors d'une étude de cas

Étapes de Eisenhardt	*Activités de la présente thèse*
1. Démarrage	- Définition des objectifs de l'étude ; - Identification de la problématique abordée et des questions de recherche adressées ; - Développement de modèles conceptuels préliminaires.
2. Sélection des cas	- Identification de 5 entreprises chefs de files en gestion cycle de vie produit et oeuvrant dans l'industrie automobile ; - Validation de ces choix auprès d'un laboratoire universitaire allemand[1].
3. Développement des outils	- Développement du guide d'entrevues ; - Validation du guide d'entrevues auprès d'un laboratoire universitaire allemand[1] ; - Conduite de cinq entrevues semi structurées par deux interviewers[2] ; - Conduite d'une entrevue par téléphone et par courriel dans un des cas.
4. Entrée sur le terrain	- Rencontres avec des cadres expérimentés chez les 5 entreprises retenues ; - Enregistrement par écrit des réponses de la part des deux interviewers de manière simultanée ; - Comparaison des notes et des impressions des deux interviewers après coup ; - Récolte d'informations provenant de d'autres sources (rapports internes, informations disponibles publiquement sur Internet et dans la littérature).
5. Analyse des données (démarche en trois étapes)	- Triage, triangulation et recoupements des données issues de sources multiples ; - Organisation de l'information selon deux groupes, soit les *fabricants* et les *fournisseurs* ; - Comparaison et analyse des caractéristiques des deux sous-groupes *fabricants* et *fournisseurs*.
6. Formulation d'hypothèses	- Intégration des données sous forme de propositions et modèles ; - Publication d'articles dans des journaux scientifiques et comptes rendus de conférences avec comité de révision[3].
7. Comparaison avec la littérature	- Compréhension des similitudes avec la littérature convergente et des conflits avec la littérature divergente ; - Raffinement des propositions et modèles.
8. Fermeture	- Publication d'une thèse doctorale.

[1] Laboratoire de recherche en systèmes d'information environnementaux Fraunhofer IAO BUIS-Lab de Stuttgart.
[2] Gaël Le Hen – doctorant, Stéphane Talbot – doctorant.
[3] Journaux scientifiques : (Lefebvre et al., 2001) ; (Lefebvre et al., 2003).
Conférences : (Bendavid et al., 2003) ; (Talbot et al., 2001) ; (Lefebvre et al., 2000) ; (Lefebvre et al., 2000) ; (Talbot et al., 2000).

3.1.4.1.1 Choix des entreprises participantes

Le choix des entreprises faisant l'objet de cette étude de cas multiples s'est avéré une étape cruciale du processus. Les critères de sélection ont orienté le choix vers des firmes devant être fortement innovatrices et oeuvrant dans un

secteur manufacturier où les aspects environnementaux sont substantiels. Les firmes recherchées devaient être proactives sur le plan de la gestion environnementale. Pour ces raisons, le choix d'entreprises issues de l'industrie automobile allemande a permis de satisfaire les critères de sélection, l'Allemagne étant reconnue pour l'envergure de son industrie automobile et aussi pour être parmi les trois pays d'Europe détenant le plus grand nombre de certificats ISO 14001 (ISO, 2003). Ce dernier fait illustre une inclinaison favorable de la part des entreprises allemandes envers les questions environnementales.

De plus, la stratégie de sélection a opté pour une combinaison de fabricants de voitures et de fournisseurs de composantes, afin de pouvoir obtenir différents points de vue de la chaîne d'approvisionnement. Volvo Cars de Suède a été retenue pour faire partie de l'étude étant donné la notoriété de cette entreprise en matière de gestion environnementale. Le choix final des entreprises identifiées comme étant chefs de file en gestion cycle de vie produit a été validé par des spécialistes en analyse de cycle de vie produit et systèmes d'information environnementaux du Fraunhofer IAO BUIS-Lab de Stuttgart.

3.1.4.1.2 Protocole d'entrevues

Pour encadrer les entrevues de type semi structurées, un guide d'entrevue portant sur la gestion cycle de vie produit a été développé suite à une revue de littérature scientifique. Le guide a ensuite été validé par des experts en analyse de cycle de vie produit du Frauhofer IAO BUIS-Lab de Stuttgart. Ces experts ont également joué un rôle essentiel dans la planification des rendez-vous pour les entrevues, qui ont été concentrées sur une période d'une semaine.

Pour ce qui est de Volvo Cars, dont le siège social est situé en Suède, il a été décidé de procéder par échanges de courriels et par appels téléphoniques. Ainsi, préalablement à l'envoi du guide d'entrevue par courriel, un appel téléphonique a été organisé avec le Directeur du département responsable de l'élaboration des déclarations environnementales produit (EPD) pour Volvo Cars. Cet appel a d'abord permis de confirmer l'intérêt de cette personne pour la présente recherche et a ensuite permis de lui expliquer la démarche à suivre. Ce représentant de Volvo Cars s'est avéré très conciliant en acceptant de répondre à nos questions et en retournant des informations complémentaires par courriel en moins d'une semaine.

Pour chacune des entreprises allemandes visitées, les répondants étaient des cadres expérimentés pourvus d'une formation académique scientifique. Les rencontres, d'une durée de 90 à 120 minutes ont eu lieu dans les bureaux des entreprises participantes pendant les heures normales d'ouverture. Toutes les entrevues ont été menées par deux interviewers qui notaient simultanément les réponses des cadres interrogés. Immédiatement après les rencontres, les deux interviewers se réunissaient pour mettre en commun leurs notes et leurs observations. À la fin des rencontres en entreprises, une entrevue a été menée auprès des experts en analyse de cycle de vie produit du Fraunhofer IAO BUIS-Lab afin de clarifier l'interprétation de certains points nébuleux ou notés de manière moins précise.

Divers documents corporatifs tels des rapports annuels, rapports environnementaux, brochures techniques et déclarations environnementales de produit ont complété l'information amassée lors des entrevues. Les entrevues menées auprès des cadres des entreprises allemandes ainsi que les réponses obtenues par voie électronique de la part du représentant de Volvo Cars ont permis de rassembler une grande quantité d'informations relatives aux aspects

environnementaux du secteur automobile et à la notion de gestion du cycle de vie de ces produits. Ces informations ont également permis d'identifier des problématiques découlant de la gestion cycle de vie produit, de la collaboration interentreprises et des systèmes d'informations environnementaux.

3.1.4.1.3 L'analyse des données

Typiquement, les études de cas peuvent combiner des données de nature qualitative et quantitative, issues de sources multiples (Eisenhardt, 1989), faisant de l'analyse des résultats un processus ardu. Afin de maximiser la validité des conclusions tirées de cette étude de cas multiples, une démarche d'analyse en trois étapes a été développée. Les trois étapes sont présentées ci-dessous :

i. Analyse des informations propres à chaque cas pris individuellement pour permettre la classification de l'information, l'élimination des éléments redondants et la réduction de la masse de données à manipuler. Cette première étape a permis au chercheur de devenir très familier avec les données et de produire un premier niveau de synthèse sous forme de descriptions qui ont ensuite favorisé l'extraction de certaines dimensions et initiatives.

ii. Organisation des informations relatives à chaque cas en deux groupes, celui des *fabricants* de voitures et celui des *fournisseurs* de composantes. Au cours de cette deuxième étape d'analyse, le chercheur s'est concentré sur l'identification de similitudes et divergences entre les cas à l'intérieur des deux groupes. Cela a permis au chercheur de raffiner sa compréhension des dimensions élaborées à l'étape précédente.

iii. Comparaison entre les deux groupes de cas *fabricants* et *fournisseurs.* C'est au cours de cette troisième étape qu'ont pu être identifiées des relations cohérentes entre les dimensions, variables et initiatives.

L'observation des pratiques d'affaires exemplaires en gestion environnementale de ces entreprises aura permis de raffiner le concept de performance environnementale produit et de confirmer qu'il doit tenir compte de l'ensemble du cycle de vie du produit. Le Tableau 3.3 présente les principales observations réalisées auprès des entreprises sélectionnées pour la présente étude de cas multiples. À partir de ces observations, les chercheurs ont été en mesure de relever les faits suivants :

- la maîtrise de la performance environnementale des produits nécessite l'intervention de divers acteurs internes et externes à l'entreprise ;
- ces acteurs changent au fur et à mesure que le produit chemine au travers des étapes de son cycle de vie ; et,
- la mise en commun de l'information et du savoir-faire accumulés à chacune de ces étapes est primordiale, et elle représente un facteur clé de succès en matière de performance environnementale des produits sur l'ensemble de leur cycle de vie.

Également, les observations effectuées lors de ces études de cas ont permis d'établir clairement que l'implantation d'un système de gestion environnemental précède le développement de systèmes et d'expertises permettant de gérer la performance environnementale des produits, qui s'avère un concept plus complexe. Le phénomène de l'imposition d'exigences environnementales par les donneurs d'ordres auprès de leurs fournisseurs était déjà pratique courante chez les entreprises possédant des SGE depuis plus de deux à trois ans.

Tableau 3.3 : Principales observations de l'étude de cas multiples

Firme	Conception verte	Fabrication verte	Distribution verte	Marketing vert	Fin de vie verte
Volvo Cars	- En place depuis le début des années 1990	- Majorité des sites ISO14001 - Exigences envers les fournisseurs		- Prépare EPD pour tous ses modèles - Procédures de collecte d'information	
Daimler-Chrysler	- LCA pour usage interne seulement - Experts participent aux processus de développement de produit	- Majorité des sites ISO14001		- Prêt à faire des EPD mais n'en voit pas l'utilité	- Se prépare à appliquer la réglementati on européenne sur le % de recyclage
Continental Teves	- Pratique courante - LCA réalisés sur certains produits/technolo-gies (comparaison freins aluminium vs. freins aciers) - Design for dissassembly	- ISO 14001 Intégration des SI et SIE - Évaluation des fournisseurs - Fournisseurs ISO 14001	- Base de données sur l'impact du transport - Optimise les livraisons et minimise le kilométrage	- Rapport env. annuel	
TRW	- Listes de contrôle - Coordonnateur en recyclage impliqué à la conception - Difficultés à obtenir l'information de la part des fournisseurs	- ISO 14001 - Exigences env. imposées aux fournisseurs pour les matières - N'exige pas que les fournisseurs aient un SGE		- Pas familier avec EPD mais intéressé à mieux approfondir	- Coord. en recyclage
BMW Group	- Recherche sur le recyclage et démantèlement - Design for recycling	- ISO 14001	- Exige certaines livraisons par train pour éviter bouchons de circulation	- Croit en EPD pour composantes mais pas pour voiture entière	- Formation des recycleurs - Réduction du temps pour récupérer les pièces - Réseau de recycleurs
Fraunhofer IAO	- Projets expérimentaux - Tests d'outils LCA	- Démonstra-tions et projets pilotes. - Étude des flots d'énergie et de matières		- Études de marché - Étude des standards de publication de rapports env.	

De plus, il a été observé que la détermination et la gestion de la performance environnementale d'un produit sur l'ensemble de son cycle de vie reposent sur une grande quantité d'information détenue par différentes entités et organisations contribuant à la chaîne de valeur du produit.

Ce premier volet aura permis de parfaire notre compréhension des principes et méthodologies découlant de l'analyse de cycle de vie des produits telle que définie par la norme ISO 14040 : 1997, d'entrevoir certaines des conséquences que celle-ci pourrait avoir auprès des fournisseurs de petite taille impliqués auprès de grandes entreprises qui adopteraient cette norme, et enfin de confirmer la pertinence de l'étude du concept de *plate-forme environnementale PLM* dans un tel contexte.

3.1.4.2 Volet méthodologique quantitatif – l'enquête

Ce deuxième volet méthodologique, qui est de nature explicative, se base sur des données quantitatives, récoltées lors d'une enquête effectuée auprès d'une population ciblée d'entreprises manufacturières. En plus de répondre aux questions générales de recherche Q2 et Q3 (et leurs subordonnées), l'objectif de cette seconde partie est de mettre à l'épreuve les relations théoriques développées lors du premier volet qualitatif (validation de théorie - *theory testing*, (Schendel et Hofer, 1979)).

Pour ce faire, et considérant que le modèle de recherche proposé comporte plusieurs variables, un nombre élevé de sujets est souhaitable pour permettre l'exécution des analyses descriptives appropriées (Babbie, 2001).

3.1.4.2.1 L'outil de collecte

Afin de rejoindre un grand nombre de sujets dispersés géographiquement, de manière économique et dans des délais raisonnables, l'envoi postal d'un questionnaire devant être auto-administré par les répondants a été retenu comme option. Une telle approche comporte ses forces et ses limites.

Du point de vue du répondant, l'auto-administration d'un questionnaire élimine les contraintes de temps et de lieu, lui permettant de répondre au moment où il se sent le mieux disposé. De plus, la préservation de la confidentialité et de l'anonymat du répondant favorise son objectivité, tout en réduisant l'effet de la pression (Lefebvre et al., 1993) et de l'influence pouvant être exercées par un interviewer. Cependant l'auto-administration d'un questionnaire de la part du répondant lui impose un certain effort de lecture, d'écriture puis de mise à la poste.

Ainsi, puisque les répondants sont laissés seuls à eux-mêmes, les risques que le questionnaire ne soit pas retourné ou qu'il soit partiellement complété sont élevés. Le simple fait d'égarer l'enveloppe de retour peut compromettre le renvoi du questionnaire. Afin de ne pas démotiver le répondant, il ne faut pas que le questionnaire comporte trop de questions. Par contre, le fait de limiter le nombre de questions peut avoir comme conséquence que des phénomènes complexes ne soient pas investigués en profondeur, réduisant ainsi la validité interne de l'étude. Il s'agit cependant d'une limitation intrinsèque aux enquêtes (Salant et Dillman, 1994).

Dans le cas de la présente recherche, le développement d'un questionnaire standardisé et préalablement testé auprès d'un petit groupe d'experts provenant de l'industrie, vient remédier à cette limitation. De plus, cette approche procure

un bon niveau de fiabilité, car elle permet l'élimination de biais pouvant être introduits par le chercheur lors de ses observations (Babbie, 2001).

Par contre, lors de la réception des questionnaires complétés, le chercheur doit effectuer le transfert des données vers une base de données informatisée, ce qui peut causer l'introduction d'erreurs. De plus, le chercheur doit développer une stratégie pour gérer les cas où certaines réponses seraient manquantes.

Puisque l'envoi de questionnaires par la poste suscite généralement des taux de réponses relativement faibles, les mesures anticipatoires suivantes ont été mises de l'avant afin de pallier à cette difficulté :

- chaque questionnaire était accompagné d'une lettre d'introduction qui soulignait l'importance et les objectifs de l'étude ainsi que son caractère confidentiel.
- À titre incitatif, cette lettre offrait également aux répondants un sommaire permettant de positionner leur entreprise par rapport à l'industrie, ou, en d'autres termes, les résultats d'un exercice de calibrage (benchmarking).
- Une présentation soignée du questionnaire regroupait les questions à choix multiples par thèmes et sous forme de matrice, afin d'en accélérer le traitement.
- Au-delà du temps nécessaire pour remplir le questionnaire, la participation à l'étude n'impliquait l'engagement d'aucun frais de la part des répondants.

3.1.4.2.2 Choix de l'unité d'analyse et des répondants

L'unité d'analyse représente la définition des sujets étudiés dans le but d'arriver à produire des descriptions sommaires à leur propos et d'expliquer les différences qui prévalent entre eux (Miller, 1991). L'unité d'analyse choisie dans

le cadre de la présente recherche est *le plus récent produit fabriqué et commercialisé* par des PME manufacturières de haute technologie. Les produits assemblés ont été privilégiés par rapport aux produits fabriqués en vrac (non assemblés), afin d'assurer une homogénéité minimale quant aux étapes du cycle de vie partagées par les produits étudiés. La combinaison de l'étude de produits manufacturés et non manufacturés risquerait en plus de créer de trop grandes distorsions au niveau des résultats.

En ce qui concerne le choix du répondant, ce dernier se doit de posséder une bonne connaissance des implications stratégiques découlant des initiatives environnementales mises de l'avant par la firme. C'est pourquoi les questionnaires ont été adressés conjointement au dirigeant de la firme, au responsable des opérations et au responsable du marketing.

3.1.4.2.3 Sélection de la population étudiée

L'acronyme « PME » fait ici référence aux entreprises de moins de 500 employés (Industrie Canada, 2005). La prépondérance des PME au sein du tissu industriel canadien (et québécois) est bien documentée. Effectivement, selon des données de Statistiques Canada, 97% des entreprises enregistrées au Canada emploient cinquante personnes et moins. De plus, les PME sont responsables de 58% du produit intérieur brut canadien (Johannson, 2000). La présente recherche se concentre donc sur l'étude des PME manufacturières québécoises à cause de leur importance dans l'industrie mais également à cause de l'importance de leur impact environnemental collectif. Effectivement, une étude menée en Europe évalue que l'impact environnemental collectif des activités des PME européennes représente approximativement 70 % de l'impact

environnemental de l'industrie (Hillary, 2000a)[10]. Les industries canadienne et européenne présentent suffisamment de similitudes pour permettre de se baser sur ces données dans le contexte québécois.

Les PME de haute technologie sont privilégiées par la présente recherche car elles sont considérées innovatrices, et donc plus sujettes à être sensibles aux problématiques environnementales. En effet, un engagement plus élevé envers la R&D permet d'accroître l'input de nouvelles informations scientifiques au sein de la firme (Burgelman et Rosenbloom, 1989). Cela leur permet d'approfondir le développement de leurs compétences-clés, puis de maîtriser de nouvelles connaissances lors du développement de produits (Hung et al., 2003). Ainsi, les PME de haute technologie devraient être plus aptes à relever les défis techniques associés aux problématiques environnementales et à maîtriser de nouveaux outils applicables à ce domaine comme l'analyse de cycle ce vie. Cela rehausse donc la probabilité que celles-ci aient entrepris des démarches environnementales au niveau du développement ou de la fabrication de leurs produits (Noci et Verganti, 1999).

Enfin, si l'on considère le faible taux de réponse caractérisant les enquêtes, le fait que les PME soient nombreuses représente un avantage. Les petites unités d'affaires appartenant à des entreprises de grandes tailles sont également éligibles à cette enquête.

3.2 JUSTIFICATION DU CHOIX DES SECTEURS D'ACTIVITÉS

La présente recherche se concentre sur les firmes manufacturières. En effet, en plus d'être le point d'origine de plusieurs produits, le secteur manufacturier est

---

[10] Données similaires pour le Canada ou le Québec non disponibles.

caractérisé par des enjeux environnementaux importants. Aussi, il est reconnu que l'emphase mise par les firmes manufacturières sur les initiatives environnementales varie en fonction du secteur d'activités d'où sont issus les produits (Lefebvre et al., 2003).

Afin d'éviter que la répartition des répondants se fasse de manière aléatoire sur un grand nombre de secteurs industriels, comme cela risquerait de se produire dans le cas d'une enquête faisant usage d'un échantillonnage aléatoire, il a été jugé pertinent que la présente recherche cible volontairement des firmes oeuvrant dans un nombre limité de secteurs préalablement déterminés. Une telle démarche de stratification de l'échantillon présente l'avantage de concentrer les répondants dans un petit nombre de secteurs, ce qui permet de créer des sous-échantillons sectoriels dont la taille peut satisfaire les seuils minimaux exigés par plusieurs méthodes d'analyse statistique. De plus, il devient alors possible d'identifier des profils et des tendances se manifestant à l'intérieur des secteurs, puis d'en dégager des comparaisons intersectorielles.

D'après le Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN), le secteur industriel de la fabrication dans son ensemble est décomposé selon les codes de niveau hiérarchique supérieur 31, 32, et 33. Le SCIAN identifie donc les deux secteurs retenus pour la présente étude comme suit :

i) l'industrie des produits métalliques (SCIAN 332),
ii) l'industrie des produits électriques / électroniques (SCIAN 335, 334).

Des firmes provenant de ces deux secteurs composeront donc l'échantillon étudié dans la présente thèse.

Les deux secteurs retenus pour la présente recherche représentent une portion significative des secteurs manufacturiers québécois et canadiens. Comme l'illustre le Tableau 3.4, au Canada, pour l'année 2001, les livraisons manufacturières combinées pour les deux secteurs retenus totalisaient près de $68 milliards ; cela représente près de 13% des $544 milliards pour le secteur de la fabrication canadien pris dans son ensemble. Les proportions sont similaires pour le Québec alors que de manière combinée pour les deux secteurs retenus, les livraisons manufacturières représentent un peu plus de $18 milliards, presque 14% des livraisons manufacturières totales de la province[11]. Les données en matière d'emplois permettent d'arriver à des conclusions semblables.

Tableau 3.4 : Importance relative des deux secteurs retenus pour l'étude par rapport au secteur manufacturier entier en 2001 (Canada et Québec)

2001		Secteur de la Fabrication (SCIAN 31 à 33)	Secteur des produits métalliques (SCIAN 332)	Secteur des produits électriques/ électroniques (SCIAN 334/335)
Canada	Livraisons manufacturières(i)	544 032 349	30 111 911	38 859 266
	Nombre d'employés	1 976 105	186 487	150 161
Québec	Livraisons manufacturières(i)	131 783 456	6 440 809	11 703 587
	Nombre d'employés	570 639	44 219	39 905

(i) Valeur en $ des livraisons manufacturières (x 1000)

Les sections suivantes font état des innovations et des enjeux environnementaux propres aux deux secteurs retenus par la présente recherche.

---

[11] Données tirées du Tableau 301-00031,2 de l'Enquête annuelle des manufactures (EAM) de Statistiques Canada.

3.2.1 Industrie des produits métalliques (SCIAN 332)

Les entreprises de cette industrie sont principalement impliquées dans les activités de fabrication suivantes : forger, estamper, former, tourner et assembler des éléments en métaux ferreux et non ferreux pour fabriquer, entre autres, coutellerie et outils à main, produits d'architecture et éléments de charpentes métalliques, chaudières, réservoirs, conteneurs d'expédition, quincaillerie, ressorts et produits en fil métallique, produits tournés, écrous, boulons et vis[12].

Dans son Annuaire des minéraux du Canada de 2002, Ressources naturelles Canada publie les volumes de production pour les divers minéraux et métaux exploités en sol canadien. Le Tableau 3.5 présente les données relatives à quelques uns des métaux ayant les volumes de production les plus élevés en 2002. Le fer et l'aluminium sont les métaux faisant l'objet de volumes de production significativement plus élevés. La présente section concentrera donc son analyse aux produits fabriqués à partir de ces métaux dominants.

Tableau 3.5 : Volumes de production des principaux métaux exploités au Canada en 2002

Métal	Volume (tonnes)
Fer	30 969 000
Aluminium	2 709 000
Zinc	892 000
Cuivre	577 000
Nickel	178 000
Plomb	99 000

[12] Source: Système de classification des industries de l'Amérique du Nord 2002 (SCIAN)

Selon l'Environmental Protection Agency des Etats-Unis (EPA, 1995), les établissements oeuvrant dans ce secteur performent des activités pouvant être regroupées en trois catégories principales : les activités reliées au façonnage du métal, les activités de préparation des surfaces, puis les opérations de finition. Les principaux enjeux environnementaux découlant de ces trois catégories d'activités sont présentés ci-dessous[13].

3.2.1.1 Façonnage du métal

Les procédés de façonnage nécessitent l'utilisation de solvants qui sont appliqués directement sur la pièce travaillée ou sur l'outil qui façonne la pièce. Ces solvants, qui ont la particularité d'être très volatiles et de produire des quantités importantes d'émissions dans l'air, sont utilisés pour faciliter les procédés de façonnage de différentes manières :

- dégraissage
- contrôle et réduction de la température des outils
- lubrification des outils
- amélioration de la finition
- débarrassage des débris métalliques
- limitation de la corrosion et de l'oxydation des surfaces.

Les solvants employés lors du façonnage sont généralement à base de pétrole, d'émulsions huile-eau, ou encore d'émulsions synthétiques. Par conséquent, en plus de comporter des concentrations élevées de métaux comme le fer et l'aluminium, les eaux industrielles rejetées par ces procédés ont une forte teneur en huiles usées et en contaminants acides ou alcalins.

---

[13] Informations également tirées de (Pacific Northwest Pollution Prevention Resource Center, 2004)

Les déchets solides issus des opérations de façonnage consistent principalement en des retailles de métal qui peuvent, ou non, avoir été en contact avec les solvants employés au cours de ces activités. Ces retailles sont, la plupart du temps, réintroduites dans les procédés de façonnage. Leur mise au rebut fait l'objet de réglementations strictes.

3.2.1.2 Préparation des surfaces

Dans certaines applications, les surfaces métalliques peuvent nécessiter une étape de préparation préalable à l'application des finis. En effet, la performance en termes d'adhérence ou de protection contre la corrosion des finis appliqués peut être influencée par le niveau de propreté des surfaces ou de leur conditionnement chimique. Les activités de préparation des surfaces comprennent les techniques d'abrasion, de nettoyage avec solutions acides ou alcalines, ainsi que des procédures complexes de nettoyage par procédés chimiques à étapes multiples.

Lors des procédés de préparation des surfaces métalliques, l'utilisation de produits chimiques pour le dégraissage et le nettoyage est source d'émissions dans l'air. Celles-ci peuvent provenir de la volatilisation des produits entreposés, de l'évaporation des produits pendant leur utilisation, ou encore du rejet dans l'air des vapeurs captées par des ventilateurs. Les eaux de rinçage sont, par contre, généralement traitées sur place. Les boues usées qui résultent de ce traitement font partie des déchets solides provenant de ces procédés tout comme les dépôts recueillis au fond des réservoirs de trempage et les solutions chimiques ayant déjà servi et ne pouvant plus être réutilisées.

3.2.1.3 Opérations de finition

Les opérations de finition des surfaces métalliques comprennent différents procédés, permettant d'obtenir les finis désirés selon des techniques de coloration (peinture) ou de dépôt métallique sur les surfaces traitées. Ces activités de finition sont pour la plupart effectuées dans des cuves et sont ensuite suivies de cycles de rinçage qui provoquent l'évacuation des produits chimiques utilisés. Les principales opérations de finition des surfaces métalliques sont l'anodisation, le chromage, la galvanoplastie (dépôt électrolytique), le placage et la peinture. Ces procédés produisent des déchets et des émissions toxiques qui contiennent une teneur élevée en cyanures et en métaux (cadmium, chrome, cuivre, plomb, nickel). Le nettoyage des surplus de peinture exige l'utilisation de solvants chlorés incluant le tétrachlorure de carbone, le dichlorométhane, le perchloréthylène, et le trichloroéthane-1-1-1.

Afin de relever les défis environnementaux relatifs à l'industrie de la fabrication des produits métalliques, les acteurs de cette industrie mettent de l'avant des initiatives environnementales dont quelques unes sont décrites ci-dessous.

3.2.1.4 Initiatives environnementales

L'Association Canadienne des finisseurs de métaux et ses membres sont conscients des enjeux environnementaux relatifs à leur industrie ainsi que des bienfaits découlant d'initiatives ayant pour but la prévention de la pollution. Conjointement avec d'autres partenaires dont Environnement Canada et le ministère de l'Environnement de l'Ontario, cette association a développé un manuel pouvant guider les PME de ce secteur dans l'élaboration de plans de prévention de la pollution. Ce manuel traite également des principales technologies pouvant être exploitées en ce sens (Metal Finishing Pollution

Prevention Task Force, 2003b). Les principaux domaines d'intervention identifiés dans ce manuel sont les suivants :

- Réduction de l'utilisation de l'eau, de l'énergie et des produits chimiques
- Récupération et réutilisation des matières
- Prévention des déversements

Toujours selon l'initiative de cette association, un groupe de travail a été mis sur pied dans le cadre de ce projet de prévention de la pollution, dont un des buts consiste à démontrer les bienfaits et la viabilité des technologies proposées. Dans son neuvième rapport annuel d'avancement, le groupe de travail présente la nature et les objectifs des nouvelles études de cas mises de l'avant pendant la dernière année ainsi que des données compilées rapportant les résultats obtenus depuis le lancement du projet. Ce dernier rapport, qui effectue le suivi auprès de vingt-six substances chimiques, présente des réductions totales de 2 580 786 kg/année, soit au niveau de leur utilisation ou soit au niveau des déchets les contenant. De plus, ces réductions sont accompagnées d'économies s'élevant à $681 852 par année. De ce montant, $310 000 d'économies par année découlent de la réduction des quantités d'eau employées (Metal Finishing Pollution Prevention Task Force, 2003a).

3.2.1.5 Le rôle de l'aluminium

Les propriétés de l'aluminium, que sont entre autres sa légèreté, sa résistance à la corrosion et le fait qu'il soit recyclable à 100% font de ce métal un excellent candidat pour la substitution d'autres métaux à densité plus élevée comme l'acier. L'aluminium est doté une durée de vie presque illimitée, car il peut être refondu à plusieurs reprises sans dégradation ni perte de qualité. La refonte de l'aluminium a de même l'avantage de consommer seulement 5% de l'énergie nécessaire à la production de l'aluminium de première fusion. De plus, de par sa

résistance, l'aluminium a la capacité de remplacer des matériaux plus lourds, qui sont traditionnellement utilisés dans la fabrication de véhicules tout en offrant le bénéfice d'être plus léger. Enfin, l'aluminium est le matériau recyclable possédant la plus grande valeur. En guise d'exemple, il est à noter qu'une tonne de cannettes d'aluminium vaut entre $1 015 et $1 830 alors que les bouteilles de plastique (PET), qui sont au deuxième rang des matériaux recyclables en termes de valeur, commandent un prix payé aux récupérateurs de $420 par tonne (Association de l'aluminium du Canada, 2005). Étant donné l'emphase croissante mise sur l'efficacité énergétique et la réduction des émissions, dont les gaz à effet de serre, le secteur des transports voit l'opportunité de faire une utilisation plus importante de l'aluminium. Ainsi, comme l'illustre la Figure 3.1, en Amérique du Nord l'utilisation de l'aluminium dans la fabrication des véhicules automobiles connaît une croissance constante depuis 1990.

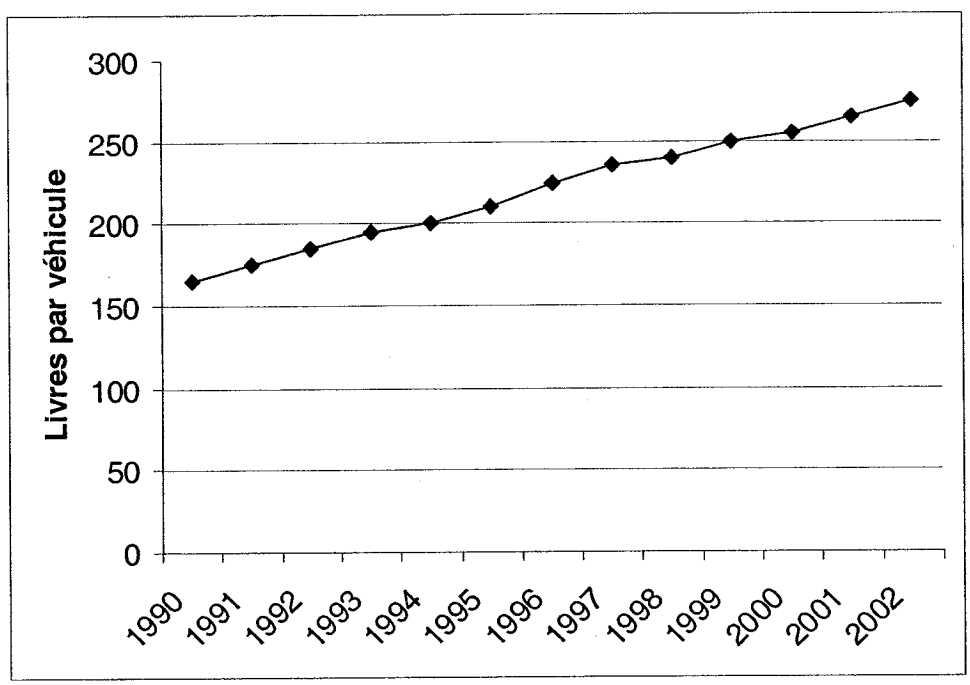


Figure 3.1 : Évolution de la quantité d'aluminium utilisée par véhicule en Amérique du Nord, de 1990 à 2002

Selon différentes analyses de cycle de vie, il est reconnu qu'un kilogramme d'aluminium peut remplacer deux kilogrammes d'acier conventionnel, ce qui contribue significativement à la réduction du poids des véhicules, et par conséquent à la réduction de leur consommation d'essence. Sur la vie utile d'un petit véhicule comme une voiture, chaque kilogramme d'aluminium utilisé permet de réduire de vingt kilogrammes les émissions de gaz à effet de serre (GES) (International Aluminium Institute, 2000)[14]. Toujours selon cette même source, les opportunités de réduction des GES, grâce à l'accroissement de l'utilisation de l'aluminium, seraient encore plus importantes pour les plus gros véhicules qui parcourent plus de distance durant leur vie utile. Le Tableau 3.6 qui suit récapitule les résultats de cette étude.

Tableau 3.6 Potentiel de réduction des gaz à effet de serre lors du remplacement de l'acier par un kilogramme d'aluminium pour différents moyens de transport

Moyen de transport	Aluminium utilisé	Acier remplacé	Réduction des gaz à effet de serre
Véhicules légers	1 kg	2 kg	20 kg
Autobus et camions	1 kg	1,5 kg	40 kg
Trains	1 kg	1,6 kg	200 kg

Toujours selon l'International Aluminium Institute, l'utilisation de l'aluminium à l'échelle globale est passée de 2,5 millions de tonnes en 1991 à 4,5 millions de tonnes en 1999, procurant une réduction potentielle de 90 millions de tonnes en émission de GES sur la durée de vie des véhicules. Enfin, pour l'année 2000, il était estimé que le parc automobile des États-Unis comportait 116 kg d'aluminium en moyenne par véhicule et que ce chiffre devrait s'élever à 159 kg en 2010, procurant un potentiel cumulatif de réduction des GES de 180 millions de tonnes en 2010 (International Aluminium Institute, 2000).

---

[14] Ces données ont été vérifiées par des experts externes qui en ont confirmé la conformité par rapport aux normes ISO en matière d'inventaire de cycle de vie.

3.2.1.6 Analyses de cycle de vie

Les acteurs de l'industrie de l'aluminium déploient des efforts significatifs afin de comprendre l'impact environnemental de ce métal au moyen d'analyses de cycle de vie (Saur, 2003). Grâce aux bases de données d'inventaires de cycle de vie ainsi construites et mises à la disposition des fabricants de produits métalliques, ces derniers disposeront d'informations complètes et fiables qui pourront les éclairer lors des décisions prises à la phase de conception des produits.

Jusqu'ici les données produites selon ISO 14040 et 14041 couvrent une partie du cycle de vie de l'aluminium, soit de l'extraction du minerai jusqu'à sa transformation en produits semi-finis tels que livrés aux fabricants de produits métalliques (*cradle-to-gate*) (European Aluminium Association, 2000). Des analyses de cycle de vie supplémentaires seront requises afin de caractériser complètement le système analysé qu'est le produit comprenant une certaine quantité d'aluminium sous différentes formes. Les principales phases du cycle de vie de ces produits qui doivent être étudiées de manière plus approfondie sont la fabrication des produits, leur performance en cours d'utilisation et leur récupération en fin de vie.

L'importance des défis environnementaux découlant des opérations de l'industrie des produits métalliques, ainsi que le dynamisme de ces acteurs en matière de prévention de la pollution, sont des facteurs qui justifient le choix d'entreprises oeuvrant dans cette industrie en tant que sujets pour la présente recherche.

3.2.2 Industrie des produits électriques/électroniques (SCIAN 335, 334)

L'industrie des produits électriques et électroniques concerne des produits intermédiaires ou finaux à haute valeur ajoutée. Selon les regroupements effectués par Statistiques Canada, cette industrie comprend les établissements actifs dans les sous-secteurs 335 – *Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques* et 334 – *Fabrication de produits informatiques et électroniques.*

Le sous-secteur 334 regroupe les entreprises dont l'activité principale est la fabrication d'ordinateurs, de matériel périphérique informatique, de matériel de communication et de produits électroniques similaires de même que des composants de ces produits. Ces entreprises font appel à des procédés de production caractérisés par la conception et l'utilisation de circuits intégrés et par le recours à des technologies très spécialisées de miniaturisation. Le sous-secteur 335 quant à lui comprend les établissements dont l'activité principale est la fabrication de produits destinés à la production, à la distribution et à l'utilisation d'électricité[15].

Ce secteur d'activités a fait l'objet du premier partenariat entre le gouvernement du Canada et l'industrie à avoir examiné l'ensemble du cycle de vie d'un produit manufacturé (Bureau national de la prévention de la pollution, 2000). Ce projet pilote, qui a eu lieu entre 1997 et 1998, impliquait la participation d'Environnement Canada et de Nortel Networks dont un des produits, le téléphone d'affaires M7310, était étudié. Le projet avait les objectifs suivants :

- Démontrer la valeur commerciale du recours à l'analyse de cycle de vie et à la conception axée sur l'environnement.

---

[15] Source: Système de classification des industries de l'Amérique du Nord 2002 (SCIAN)

- Élaborer des lignes directrices quant à la conception écologique de produits.
- Permettre à Environnement Canada d'expérimenter et de comprendre les stratégies axées sur le produit pour réaliser des objectifs environnementaux.

Un des résultats importants de ce projet consistait à démontrer que, malgré le fait que ce type d'appareil téléphonique consomme une petite quantité d'électricité, cette consommation se fait vingt-quatre heures par jour, sept jours par semaine. Considérant une durée de vie moyenne de dix ans, c'est donc l'étape d'utilisation du téléphone qui représente l'impact environnemental le plus important pour ce genre d'appareil.

3.2.2.1 Contenu des produits électriques - électroniques

Les produits de cette industrie comprennent des substances potentiellement dommageables pour l'environnement et/ou pour la santé des humains. Le Tableau 3.7 présente les principales substances toxiques qui entrent dans la fabrication des produits électroniques ainsi que le statut de leur prise en charge par quelques grands fabricants multinationaux de cette industrie (Environment Canada, 2001).

L'observation de ce tableau permet de constater que l'utilisation de certaines de ces substances est en baisse chez ces fabricants de produits électroniques. Les principaux facteurs qui incitent ces derniers à agir de la sorte sont les réglementations anticipées, les demandes de leurs clients, ou leurs propres stratégies environnementales (Environment Canada, 2001). Il est à noter que l'article 4.1 de la directive 2002/95/EC de la Commission Européenne stipule que les nouveaux produits électriques et électroniques vendus sur le marché européen devront être exempts de plusieurs de ces substances à partir du 1er juillet 2006 (Cox et Drys, 2003a).

Tableau 3.7 : Substances toxiques présentes dans les produits électroniques et leur statut auprès certains grands fabricants de cette industrie

Substances	Apple	Compaq	Ericsson	Fujitsu	Hewlett-Packard	IBM	Matsushita	Motorola	Philips	Sony
Mercure	-	-	X	R	-	R	-	R	X	X
Plomb	C	C	X	X	C	R	X	R	C	X
Cadmium	-	-	X	R	-	R	-	R	X	X
Béryllium	-	-	X	-	-	R	-	R	-	-
Chrome hexavalent	-	-	R	R	-	R	-	R	-	-
Antimoine	-	-	R	-	-	R	-	R	-	-
Gaines ininflammables bromées	R	R	X	R	R	C	R	C	R	R
Polychlorure de vinyle	-	-	-	-	R	C	R	R	-	X
Polychlorobiphényles	-	-	-	X	-	-	-	X	X	X

Légende : X – Bannie, R – Usage restreint, C – Usage contrôlé

Les produits électroniques comprennent donc une combinaison complexe de métaux lourds, de métaux précieux, de verre et de plastique. Une part des problèmes associés à l'utilisation de ces substances pour fabriquer les produits électroniques se manifeste lorsque les produits atteignent la fin de leur vie utile. À ce moment, les options sont l'enfouissement, le recyclage ou l'incinération. Bien que la solution souvent perçue comme préférable soit le recyclage, celle-ci comporte son lot de risques pour les travailleurs impliqués à cette étape, puisqu'ils peuvent être exposés à certaines émissions lors des différents processus de démantèlement et de séparation des matières toxiques (Environment Canada, 2001).

Ces substances peuvent se retrouver dans l'environnement sous diverses formes si les produits dans lesquels elles se retrouvent ne sont pas gérés adéquatement à la fin de leur vie utile. De plus, les substances présentes dans

ces produits peuvent commander des traitements particuliers qui ne sont pas nécessairement compatibles. À titre d'exemple, une étude effectuée sur les téléphones portables conclut qu'étant donné la présence d'arséniure de gallium dans ce type de produit, il est préférable de les enfouir tels quels ce qui permet d'emprisonner définitivement ces matières indésirables, plutôt que de les incinérer pour ensuite en enfouir les cendres qui pourraient alors laisser échapper certaines quantités de gallium ou d'arsenic dans l'environnement (Uryu et al., 2003). Les stratégies de conception permettant de facilement séparer puis isoler les matières incluses dans ces produits lors du démantèlement prennent alors une importance capitale.

Dans le cas des produits de l'industrie électrique (SCIAN 335), ceux-ci peuvent également contenir de liquides réfrigérants ou des huiles complexes comme les biphényles polychlorés (BPC) qui entrent dans la fabrication d'équipements comme les transformateurs. En plus de la gestion des BPC, l'Association canadienne de l'électricité (ACÉ) identifie l'efficacité énergétique et les champs électromagnétiques comme quelques uns des autres principaux enjeux environnementaux à relever (Association canadienne de l'électricité, 2002).

En ce qui a trait à l'efficacité énergétique, il est à souligner que cet enjeu concerne tout autant les équipements industriels qui représentent 50% de la demande en électricité, que les équipements commerciaux et résidentiels qui représentent les deux autres quarts de la demande. Toujours selon l'ACÉ, malgré une amélioration dans certains cas de 25% de la performance énergétique des équipements électriques entre 1990 et 2000, la demande d'électricité a crû de 16% durant cette période.

3.2.2.2 Préoccupations relatives à la fin de vie des produits électroniques

L'industrie des produits électroniques est caractérisée par un taux d'innovation très élevé, soutenu par des fondements théoriques comme la loi de Moore voulant que la densité de transistors des microprocesseurs double tous les 18 mois[16] depuis 1970 (Ross, 2003). Un tel taux d'innovation a pour effet de rapidement rendre obsolètes des produits électroniques pourtant introduits depuis peu sur les marchés. L'EPA estime la durée de vie moyenne des ordinateurs personnels comme étant de trois à cinq ans et que celle-ci va en diminuant. L'EPA estime également qu'en 2005, plus de 63 millions d'ordinateurs seront retirés aux Etats-Unis (EPA, 2000).

Au Canada, cette obsolescence accélérée des produits électroniques préoccupe également les intervenants de cette industrie. En effet, en 1999, près de 34 000 tonnes d'équipements d'informatique (ordinateurs personnels, écrans, ordinateurs portables, périphériques) et 2 900 tonnes d'équipements de télécommunication (téléphones, télécopieurs, téléphones portables) étaient envoyés aux sites d'enfouissement (Environment Canada, 2000). Toujours selon cette étude, il est estimé que le volume combiné de ces produits destinés aux sites d'enfouissement atteindra plus de 71 000 tonnes en 2005, ce qui représente presque le double par rapport à 1999.

Ces préoccupations autour de la fin de vie des produits électriques et électroniques font en sorte que le développement d'infrastructures de récupération des produits désuets suscite un grand intérêt comme en font foi les recherches publiées sur le sujet : (Thierry et al., 1995; Fleischmann et al., 1997; van der Laan et al., 1999; Guide, 2000; Eichner et Pethig, 2003; Vachon et al.,

---

[16] Les valeurs observées au cours des dernières années sont plutôt de l'ordre de 22 à 24 mois.

2001; Canadian Environment Industry Association, 2001; Inform, 2003; Savaskan et al., 2004).

De plus, la directive 2002/96/EC de la Commission Européenne concernant les déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) devrait stimuler les actions en ce sens. Cette directive impose dès août 2005, la mise en place d'éléments importants de collecte des DEEE domestiques sans frais pour les propriétaires de ces appareils, et l'atteinte de taux minimaux de récupération dès décembre 2006 (Cox et Drys, 2003b).

Enfin, la gestion de la chaîne d'approvisionnement est considérée comme un facteur crucial pour rendre les fabricants de produits aptes à gérer et à contrôler les matières toxiques qui entrent dans la fabrication de leurs produits, d'autant plus que cette industrie fait appel à la sous-traitance de manière importante (Krut et Karasin, 1999; Environment Canada, 2001). Au Canada et au Québec, les grands donneurs d'ordres comme ABB et Nortel Networks, sont formellement engagés dans des programmes de prévention de la pollution et d'amélioration de la performance environnementale de leurs chaînes d'approvisionnement respectives. De tels programmes de sensibilisation des fournisseurs de première couche peuvent se répercuter jusqu'au niveau des PME et inciter ces dernières à adopter certaines pratiques industrielles plus acceptables sur le plan environnemental.

3.2.2.3 Initiatives environnementales

Les impacts environnementaux de cette industrie se situent à tous les stades du cycle de vie et il en est de même des opportunités d'innovation environnementale. Les exemples suivants décrivent quelques-uns des axes d'interventions auxquels s'attardent les grands donneurs d'ordres de cette

industrie dans le but de réduire la charge environnementale des produits électriques et électroniques:

- ***Élimination des matières toxiques entrant dans la fabrication des produits***

  En collaboration avec un fabricant de piles, Electrolux a développé une pile pour un aspirateur sans fil (équipement de puissance élevée). Contrairement à la génération précédente de piles nickel-cadmium, cette nouvelle pile nickel-métal hybride est exempte de cadmium (Lewis et al., 2001). Également, des procédés de soudure sans plomb sont mis en application par plusieurs firmes occidentales comme Motorola et Ericsson. Cependant, c'est au Japon que les progrès en ce sens sont les plus convaincants si l'on considère que Fujitsu, Hitachi, Matsushita, NEC et Sony déclarent avoir adopté des techniques de soudure sans plomb pour tous leurs nouveaux produits depuis 2002 (Environment Canada, 2001). Enfin, il est à noter qu'Intel amorce un programme visant l'élimination de 95% du plomb présent de ses puces électroniques au cours de l'année 2004[17].

- ***Minimisation de l'impact environnemental pendant la phase d'utilisation***

  Les analyses de cycle de vie démontrent que pour la plupart des produits électriques – électroniques, c'est l'énergie (ou l'eau dans le cas de produits comme les lessiveuses) consommée pendant la phase d'utilisation qui représente l'impact environnemental dominant. Une étude menée dans le cadre du programme Energy Star de l'EPA a démontré que l'utilisation d'une lessiveuse Maytag de conception innovatrice permettait la réduction de la consommation d'eau de 38% et d'énergie de 58% par

rapport aux anciennes machines (Tomlinson et Rizy, 1998). Également, les fabricants d'appareils électroniques parviennent à réduire la consommation d'énergie de leurs produits en dotant ceux-ci d'une fonction « mode de veille », qui devient effective après une période d'inutilisation prolongée des appareils. Dans le cas du Power Mac G4 de Apple, sa consommation d'énergie passe de 45W à 5W lorsque le mode de veille entre en fonction (Lewis et al., 2001).

- ***Minimisation des déchets***

  Les préoccupations face au volume croissant de déchets provenant des produits électriques – électroniques ont été présentées plutôt. Afin de ralentir cette tendance, diverses options de conception axée sur l'environnement (design for the environment – DfE) sont mises de l'avant comme : la conception axée sur la dématérialisation, la conception axée sur la remise à neuf et la conception axée sur le recyclage (Lewis et al., 2001). En fait, la directive sur les DEEE de la Commission Européenne recommande que les fabricants de cette industrie conçoivent les produits de manière à ce qu'ils soient faciles à démanteler et récupérer (Cox et Drys, 2003b). Le cas de Kodak illustre bien les possibilités en ce sens. En 1990, Kodak a entrepris de revoir la conception de ses caméras jetables, afin d'en rendre les pièces recyclables. Désormais, toute la gamme de caméras jetables de Kodak comprend près de 80% de matières recyclables et près de 70% des caméras sont récupérées aux États-Unis. Enfin, depuis le lancement de ce programme en 1990, Kodak a réutilisé 310 millions de caméras dans vingt pays (Guide et al., 2003).

L'industrie est toutefois aux prises avec certaines barrières de nature éthique. Par exemple, le contexte de la remise à neuf d'ordinateurs comporte la

---

[17] Tiré de la revue *Green Business Letter*, avril 2004.

particularité que ceux-ci soient débarrassés des données et logiciels dont disposait le propriétaire initial. Ces logiciels ne peuvent pas être ensuite réinstallés de façon illicite. Ainsi, les organismes auxquels sont remis les ordinateurs reconditionnés n'ont pas les moyens de se procurer les systèmes d'exploitation et les suites d'applications sans lesquels l'ordinateur est quasi inutile (EPA, 2000). Cependant, Microsoft annonce qu'elle entend mettre sur pied un réseau de « reconditionneurs » d'ordinateurs qui seront autorisés à réinstaller les systèmes d'exploitation Windows sur les appareils destinés aux écoles et aux organismes sans but lucratif d'Europe, du Moyen-Orient et d'Afrique[18].

Les faits présentés ci-dessus démontrent d'une part l'envergure significative des défis environnementaux ainsi que la capacité d'innovation concernant les fabricants de produits oeuvrant au sein des deux industries sélectionnées pour la présente recherche. Les choix de ces secteurs s'avèrent donc tout à fait justifiés. La prochaine section présente les mesures opérationnelles des variables figurant dans le cadre de recherche de la présente thèse.

3.3 VARIABLES DE RECHERCHE ET LEURS MESURES OPÉRATIONNELLES

L'opérationnalisation des concepts théoriques consiste à déterminer les procédures de recherche qui permettront l'observation de ces concepts dans leur environnement réel, procurant ainsi des mesures empiriques (Miller, 1991). Les mesures peuvent être de nature factuelle ou perceptuelle. Les mesures factuelles présentent les faits sans nécessiter d'interprétation, tandis que les mesures perceptuelles découlent de représentations conscientes effectuées par le répondant.

---

[18] Tiré de la revue *Green Business Letter*, avril 2004.

Certaines variables disposent de mesures évidentes et simples. Cependant, d'autres concepts plus complexes, peuvent faire l'objet d'interprétations variables à partir de nombreux indicateurs. De tels concepts nécessitent plusieurs observations au moyen de mesures polyvalentes et multiples. Ce type de mesures, appelées construits, sont fréquemment utilisées dans les situations où les concepts étudiés décrivent des phénomènes complexes, flous, ou ambigus (Babbie, 2001). Puisque les construits procurent plusieurs éléments d'information à propos d'un concept, ils permettent d'en dégager une compréhension plus poussée ainsi qu'une précision supérieure. Ils permettent aussi de réduire les erreurs car les mesures qu'ils procurent ne reposent pas que sur une seule réponse. (Hair et al., 1998). Toutefois, l'utilisation de plusieurs variables, dans le but de représenter les multiples facettes d'un concept, doit être faite avec parcimonie afin de ne pas introduire trop de redondance dans cette représentation, et aussi pour ne pas trop compliquer l'interprétation des résultats (Hair et al., 1998). Enfin, un diagnostic de la fiabilité interne du construit peut être effectué, afin d'évaluer le niveau de cohérence prévalant entre les items sélectionnés pour composer un tel assemblage. Une des techniques les plus utilisées à cet égard est l'alpha de Cronbach (Hair et al., 1998), qui est celle retenue dans le cadre de la présente thèse.

Plusieurs possibilités s'offrent également au chercheur en ce qui concerne le choix des échelles pour les mesures opérationnelles retenues. Les construits de qualité permettent une classification ordinale claire des réponses obtenues de la part des sujets interrogés (Miller, 1991). Les formats des échelles retenues pour les construits de la présente recherche sont des échelles dites de Likert. Ce type d'échelle propose au répondant d'effectuer un choix entre deux valeurs extrêmes sur une échelle graduée comportant un certain nombre de points d'ancrage. Par exemple, les valeurs extrêmes peuvent proposer des choix

variant de « en accord » à « en désaccord », ou encore de « aucun effort » à « un effort considérable ». Dans le cas de la présente recherche, toutes les échelles comportent sept points d'ancrage dans le but de procurer un compromis acceptable entre l'éventail de choix offerts au répondant et la granularité des mesures. Enfin, les échelles de Likert permettent de mesurer puis de comparer l'intensité relative des items à l'intérieur d'un construit, ce qui est un atout important au niveau de l'analyse des résultats (Babbie, 2001).

La Figure 3.2 présente les mesures opérationnelles sélectionnées pour toutes les variables retenues dans le cadre théorique de la présente thèse. En voici la description.

Le concept *caractéristiques du produit* est mesuré au moyen d'un ensemble de six variables, dont trois factuelles et trois perceptuelles :

- La durée de vie du produit – variable factuelle, mesurée en mois et années.
- Le produit est exporté – variable factuelle dichotomique.
- Le produit est final ou intermédiaire – variable factuelle dichotomique.
- Produit de niche – variable perceptuelle représentée par un construit constitué de deux items mesurés au moyen d'échelles de Likert identiques variant de « inférieur(s) » à « supérieur(s) ».
- Produit standardisé – variable perceptuelle mesurée au moyen d'une échelle de Likert variant de « en désaccord » à « en accord ».
- Produit sur mesure – variable perceptuelle mesurée au moyen d'une échelle de Likert variant de « en désaccord » à « en accord »..

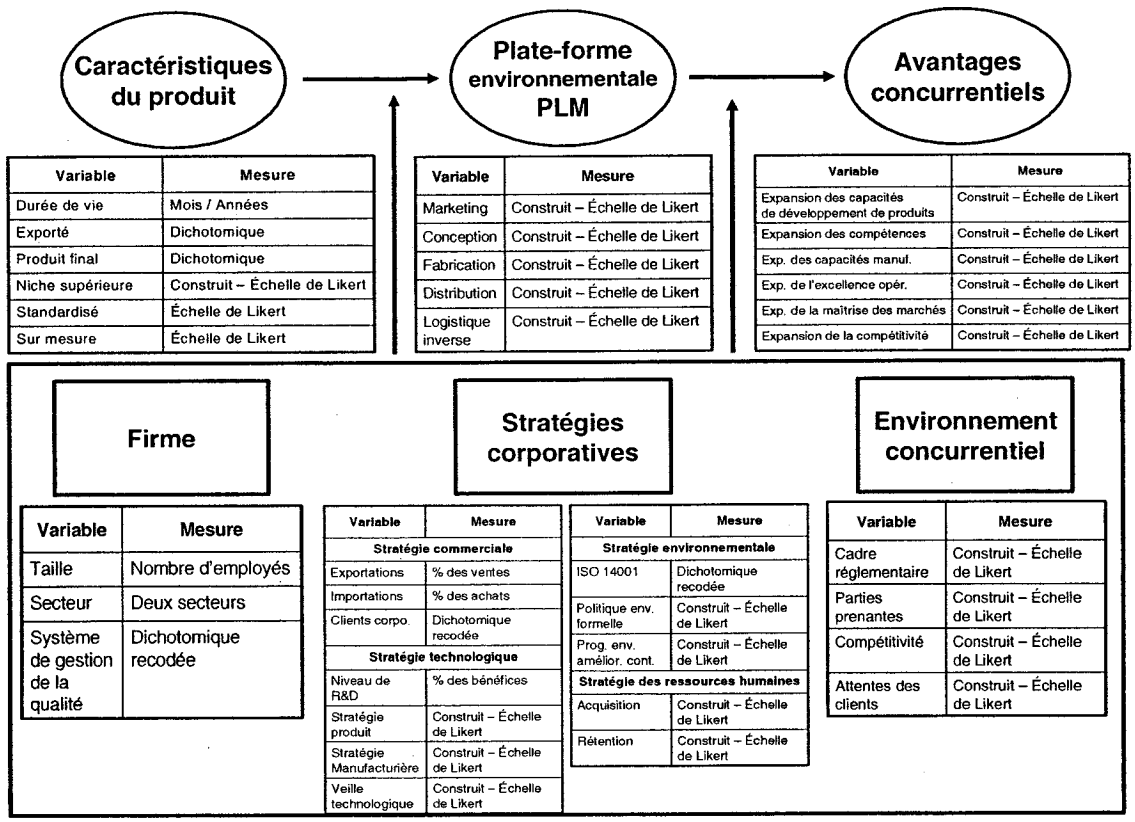


Figure 3.2 : Cadre théorique et mesures opérationnelles

Le concept *plate-forme environnementale PLM* est mesuré au moyen d'un ensemble de cinq construits représentés au moyen de variables perceptuelles. Toutes ces variables sont constituées d'items mesurés par des échelles Likert identiques variant de « aucun effort » à « effort considérable ».

Le concept *avantages concurrentiels* est mesuré au moyen d'un ensemble de six construits représentés au moyen de variables perceptuelles. Toutes ces variables sont constituées d'items mesurés par des échelles Likert identiques variant de « en désaccord » à « en accord ».

Le concept *firme* est mesuré au moyen d'un ensemble de trois variables factuelles. Il s'agit des variables suivantes :

- Taille – variable mesurée à partir du nombre d'employés.
- Secteur d'activité – variable nominale pouvant prendre deux valeurs soit *produits métalliques* ou *produits électriques / électroniques.*
- Système de gestion de la qualité – variable dichotomique recodée à partir des variables dichotomiques *ISO 9000* et *TQM.*

Le concept *stratégie d'expansion des capacités* est décomposé selon quatre dimensions, soit *stratégie commerciale*, *stratégie technologique*, *stratégie environnementale* et *stratégie ressources humaines.*

La dimension *stratégie commerciale* est mesurée au moyen d'un ensemble de trois variables factuelles. Il s'agit des variables suivantes :

- exportations – pourcentage des ventes faites à l'étranger.
- importations – pourcentage des achats provenant de l'étranger.
- clients corporatifs ou consommateurs – variable dichotomique recodée à partir des variables dichotomiques *destinée à des consommateurs / individus* et *destinée à des clients corporatifs / institutionnels.*

La dimension *stratégie technologique* est mesurée au moyen d'un ensemble de quatre variables dont une seule est factuelle soit le *niveau de R&D* mesurée en pourcentage des bénéfices. Les trois autres variables perceptuelles sont des construits constitués d'items mesurés par des échelles Likert identiques variant de « en désaccord » à « en accord ».

La dimension *stratégie environnementale* est mesurée au moyen d'un ensemble de trois variables dont une seule est factuelle soit *ISO 14001,* qui est une variable dichotomique recodée à partir des variables

dichotomiques *êtes-vous certifié ISO 14000* et sinon, *avez-vous l'intention de le devenir* ? Les deux autres variables perceptuelles sont des construits constitués d'items mesurés par des échelles Likert identiques variant de « en désaccord » à « en accord ».

La dimension *stratégie ressources humaines* est mesurée par un ensemble de deux construits représentés au moyen de variables perceptuelles. Toutes ces variables sont constituées d'items mesurés par des échelles Likert identiques variant de « en désaccord » à « en accord » ;

Le concept *environnement concurrentiel* est mesuré par un ensemble de quatre construits représenté au moyen de variables perceptuelles. Les trois premières variables sont constituées d'items mesurés par des échelles Likert identiques variant de « aucune influence » à « influence considérable », alors que la variable *attentes des clients* est constituée d'items mesurés à partir d'une échelle Likert variant de « en désaccord » à « en accord » .

Ceci complète la présentation de la statégie méthodologique que nous avons privilégiée dans le cadre de cette thèse.

CHAPITRE 4 ANALYSE DES RÉSULTATS

Ce quatrième chapitre présente l'analyse ainsi que l'interprétation des résultats empiriques obtenus suite à l'enquête menée dans le cadre de la présente recherche[19]. La section 4.1 discute de la fiabilité des mesures composites, alors que la section 4.2 présente les statistiques descriptives permettant de bien caractériser l'échantillon à partir des variables composant le modèle théorique. Ensuite, la section 4.3 présente l'analyse des résultats obtenus pour les hypothèses de recherche H1 et H2 alors que la section 4.4 présente l'analyse des résultats obtenus pour les hypothèses de recherche H3 et H4. De plus, la section 4.5 propose un complément d'analyse qui permet de rassembler les produits selon des sous-groupes dont les caractéristiques sont étudiées. Finalement, la section 4.6 interprète le sens des résultats obtenus alors que la section 4.7 discute des limites et contraintes de la présente recherche.

4.1 FIABILITÉ DES MESURES COMPOSITES

Le cadre théorique de la présente recherche comporte plusieurs variables perceptuelles plus ou moins complexes, représentant des concepts difficiles à cerner au moyen de variables individuelles. Ces concepts sont donc représentés par plusieurs variables combinées dans des mesures composites communément appelées construits. De tels construits permettent de représenter l'aspect multidimensionnel des concepts en une seule mesure (Hair et al., 1998). Afin d'établir un diagnostic empirique de la fiabilité interne de ces construits, un indicateur métrique appelé alpha de Cronbach est utilisé. Il s'agit en fait de la mesure la plus utilisée pour déterminer la cohérence de l'ensemble

[19]Pour plus d'informations à propos de la partie qualitative, voir Lefebvre et al. (2000)

des items décrivant un concept (Nunnally, 1979). L'alpha de Cronbach est une moyenne pondérée des corrélations des items faisant partie du construits.

La Figure 4.1 présente les mesures de fiabilité pour les construits introduits dans le cadre théorique. Une première observation de la Figure 4.1 permet de constater que l'opérationnalisation des concepts appelés *firme* et *stratégie commerciale* n'a pas eu recours à des construits. Deuxièmement, tous les construits sont composés de six items ou moins, sauf celui appelé *conception* qui est composé de neuf items, respectant ainsi le principe de parcimonie invoqué plus tôt (Hair et al., 1998).

Caractéristiques du produit

Variable	Nombre d'items	α
Durée de vie	s.o.	s.o.
Exporté	s.o.	s.o.
Produit final	s.o.	s.o.
Niche supérieure	2	0,70
Standardisé	s.o.	s.o.
Sur mesure	s.o.	s.o.

Plate-forme environnementale PLM α = 0,85

Variable	Nombre d'items	α
Marketing	2	0,95
Conception	9	0,85
Fabrication	6	0,90
Distribution	3	0,84
Logistique inverse	3	0,92

Avantages concurrentiels α = 0,97

Variable	Nombre d'items	α
Expansion des capacités de développement de produits	4	0,96
Expansion des compétences	3	0,95
Exp. des capacités manuf.	4	0,89
Exp. de l'excellence opér.	4	0,92
Exp. de la maîtrise des marchés	3	0,97
Expansion de la compétitivité	4	0,96

Firme

Variable	Nombre d'items	α
Taille	s.o.	s.o.
Secteur	s.o.	s.o.
Système de gestion de la qualité	s.o.	s.o.

Stratégies corporatives

Variable	Nombre d'items	α
Stratégie commerciale		
Exportations	s.o.	s.o.
Importations	s.o.	s.o.
Clients corpo	s.o.	s.o.
Stratégie technologique		
Niveau de R&D	s.o.	s.o.
Stratégie produit	2	0,77
Stratégie Manufacturière	3	0,82
Veille technologique	2	0,66

Variable	Nombre d'items	α
Stratégie environnementale		
ISO 14001	s.o.	s.o.
Politique env. formelle	4	0,95
Prog. env. amélior. cont.	4	0,93
Stratégie des ressources humaines		
Acquisition	2	0,77
Rétention	2	0,65

Environnement concurrentiel

Variable	Nombre d'items	α
Cadre réglementaire	4	0,93
Parties prenantes	6	0,90
Compétitivité	4	0,85
Attentes des clients	4	0,80

Figure 4.1 : Mesures de fiabilité des construits

Une troisième observation effectuée à partir de la Figure 4.1, permet de constater que presque toutes les mesures de fiabilité interne des construits proposés sont supérieures à 0,70, tel que recommandé par les spécialistes à ce propos (Robinson et al., 1991). Seuls deux construits affichent des mesures de fiabilité interne inférieures à ce seuil ; il s'agit des construits *veille technologique* et *rétention* dont les valeurs d'α respectives sont 0,66 et 0,65. Quoique inférieures au seuil de 0,70 mentionné ci-dessus, ces valeurs sont proches de celui-ci et sont donc considérées comme acceptables (Robinson et al., 1991). Cela permet de conclure que les construits faisant partie du cadre théorique de la présente recherche sont caractérisés par une forte cohésion des items qui les composent. Finalement, puisque les concepts *plate-forme environnementale PLM* et *avantages concurrentiels* sont au cœur de la présente recherche, les mesures globales de fiabilité interne de ces concepts sont également présentées à la Figure 4.1. Avec des valeurs respectives de 0,85 et 0,97, il est possible de conclure que ces deux concepts ont été adéquatement captés.

La prochaine section présente les statistiques descriptives qui permettent de caractériser de manière détaillée les sujets faisant partie de l'échantillon analysé dans le cadre de la présente recherche.

4.2 STATISTIQUES DESCRIPTIVES

La présente section introduit les statistiques descriptives qui permettront de comprendre les caractéristiques des sujets faisant partie de l'échantillon analysé. La répartition des sujets est d'abord présentée, suivie des caractéristiques de chacun des blocs de variables introduits dans le cadre théorique.

4.2.1 Répartition des sujets au sein de l'échantillon étudié

La présente recherche se concentre sur l'analyse de produits provenant de deux secteurs industriels volontairement ciblés. Il s'agit du secteur des produits métalliques (SCIAN 332) et du secteur des produits électriques / électroniques (SCIAN 334-335). Comme l'illustre la Figure 4.2, l'échantillon de produits analysés est relativement équilibré, puisque 53% des produits sont issus du secteur des produits métalliques alors que 47% proviennent du secteur des produits électriques / électroniques. De plus, avec un total de 205 sujets, dont 109 issus du secteur des produits métalliques et 96 provenant du secteur des produits électriques / électroniques, ces deux secteurs sont représentés de manière satisfaisante pour ce qui est de garantir une puissance statistique (traduction libre de *statistical power*) et un niveau de généralisation qui seront tous deux acceptables lors des analyses multivariées qui seront effectuées plus tard (Hair et al., 1998).

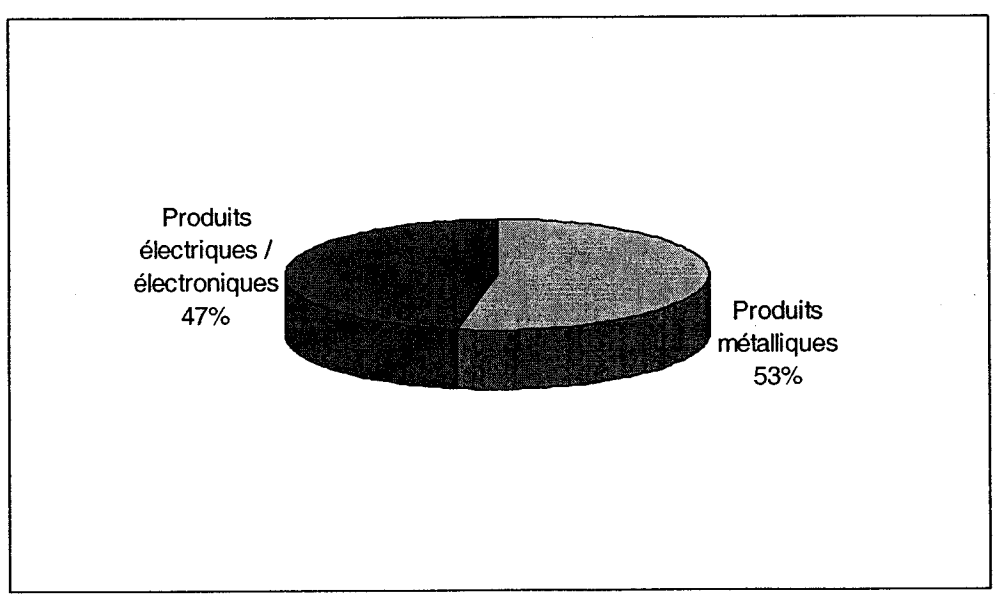


Figure 4.2 : Répartition des produits analysés en fonction du secteur d'activités duquel ils proviennent

4.2.2 Caractéristiques des blocs de variables

Cette section présente les caractéristiques de l'échantillon étudié par rapport aux six blocs de variables composant le cadre théorique de la Figure 4.1.

4.2.2.1 Caractéristiques du bloc caractéristiques des produits

Le Tableau 4.1, présente les *caractéristiques des produits* analysés pour les deux secteurs regroupés, puis par secteur. La moyenne de *durée de vie* des produits est de 14,8 années. Les produits métalliques ont une durée de vie moyenne de 17,5 années, alors que les produits électriques / électroniques en ont une de 11,7 années, un écart significatif de presque 50% entre les produits issus de ces deux secteurs.

Tableau 4.1: Caractéristiques des produits

Caractéristiques des produits	Pour les deux secteurs n = 205		Métal n_1 = 109		Électrique/ Électronique n_2 = 96		p(5)
	$\bar{x}$ ou %	σ	$\bar{x}_1$ ou %	σ_1	$\bar{x}_2$ ou %	σ_2	
Durée de vie (années)	14,8	10,8	17,5	11,9	11,7	8,4	0,000****
Exporté(1)	72,7%	-	69,7%	-	76,0%	-	0,421
Produit final(2)	64,9%	-	56,0%	-	75,0%	-	0,004***
Niche supérieure(3)	4,12	1,15	3,87	1,18	4,39	1,05	0,001***
Standardisé(4)	3,93	1,68	4,12	1,81	3,72	1,49	0,167
Sur mesure(4)	5,15	1,74	5,29	1,83	4,99	1,63	0,094*

(1) Proportion des produits qui sont exportés.
(2) Proportion des produits qui sont des *produits finaux* (en opposition à ceux qui sont des *produits intermédiaires*).
(3) Mesurée à partir d'une échelle de Likert, variant de (1) *inférieur*, à (7) *supérieur*.
(4) Mesurée à partir d'une échelle de Likert, variant de (1) *en désaccord*, à (7) *en accord*.
(5) p = niveau de signification du test des proportions pour les variables dichotomiques et du t-test pour les autres variables continues. Test bilatéral : * p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

La figure présentée à l'Annexe 1 permet de constater que pour l'ensemble des produits composant l'échantillon, 26 sujets (12,7 %) disposent d'une durée de

vie inférieure à cinq ans, 108 sujets (52,7 %) disposent d'une durée de vie égale ou supérieure à cinq ans et inférieure à 20 ans, puis 71 sujets (34,6%) disposent d'une durée de vie égale ou supérieure à 20 ans.

Toujours selon le Tableau 4.1, si l'on considère l'ensemble de l'échantillon, 72,7 % des produits sont *exportés*. Toutefois, bien que les moyennes de produits exportés diffèrent quelque peu d'un secteur à l'autre, cette différence n'est pas significative.

Également, la proportion de produits qui sont considérés comme des *produits finaux*, par opposition à intermédiaires, est de 56 % pour les produits métalliques et de 75 % pour les produits électriques / électroniques, un écart significatif de 19 points indiquant que les fabricants de produits métalliques ayant pris part à l'étude ont moins de contacts directs avec les utilisateurs des produits finaux dans lesquels sont intégrés leurs produits.

La caractéristique permettant de catégoriser les produits en fonction qu'ils soient, ou non, des produits de *niche supérieure* s'avère significativement plus prononcée pour les produits électriques / électroniques que pour les produits métalliques (voir l'Annexe 2 pour informations complémentaires).

Enfin, alors que la caractéristique produit *standardisé* ne permette pas d'identifier un écart significatif entre les produits des deux secteurs, la caractéristique produit fabriqué *sur mesure* semble être significativement plus fréquente parmi les produits métalliques (La section 4.5 intitulée analyses complémentaires traite de ces deux caractéristiques de manière détaillée).

4.2.2.2 Caractéristiques du bloc plate-forme environnementale PLM

Le Tableau 4.2 présente les caractéristiques du bloc de variables nommé *plate-forme environnementale PLM*, pour les deux secteurs regroupés puis par secteur. Une première observation de ce tableau permet de noter que les valeurs moyennes sont toutes plus élevées pour le secteur des produits électriques / électroniques que pour celui des produits métalliques. Ensuite, la variable *score global PLM*, qui intègre en une seule mesure les cinq dimensions de ce bloc, est de 52,9% pour les produits métalliques et de 57,5% pour les produits électriques / électroniques. Cela représente un écart relativement restreint de 4,6 points, qui est toutefois significatif et qui permet d'affirmer que les firmes du secteur des produits électriques / électroniques déploient des efforts environnementaux plus intenses que les firmes du secteur des produits métalliques.

Tableau 4.2: Plate-forme environnementale PLM

Plate-forme environnementale PLM	Pour les deux secteurs n = 205		Métal n_1 = 109		Électrique/ Électronique n_2 = 96		p(3)
	$\bar{x}$ ou %	σ	$\bar{x}_1$ ou %	σ_1	$\bar{x}_2$ ou %	σ_2	
Score global PLM(1)	55,1%	-	52,9%	-	57,5%	-	0,013**
Marketing(2)	3,36	1,98	2,76	1,78	4,03	1,98	0,000****
Conception(2)	4,22	1,24	4,21	0,98	4,23	1,49	0,446
Fabrication(2)	3,90	1,64	3,74	1.50	4,08	1,79	0,141
Distribution(2)	3,89	1,69	3,66	1,60	4,16	1,76	0,017**
Logistique inverse(2)	2,92	1,98	2,70	1,99	3,16	1,95	0,070*

(1) Score global pour la variable *Plate-forme environnementale PLM*, variant du maximum 100% au minimum 0%.
(2) Mesurée à partir d'une échelle de Likert, variant de (1) *aucun effort*, à (7) *effort considérable.*
(3) p = niveau de signification du t-test pour les variables continues.
Test bilatéral : * p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

De plus, lorsque l'on observe séparément les résultats pour chacune des dimensions de ce bloc, les moyennes pour *marketing*, *distribution* et *logistique inverse* sont significativement plus élevées du coté des produits électriques /

électroniques, dénotant ainsi la supériorité de l'intensité des initiatives environnementales implantées par les firmes de ce secteur sur ces trois dimensions. Par contre, les moyennes des dimensions *conception* et *fabrication* ne permettent pas d'établir de différence significative entre les deux secteurs. Toutefois, ce sont les deux dimensions pour lesquelles les moyennes sont les plus élevées lorsque les deux secteurs sont regroupés.

4.2.2.3 Caractéristiques du bloc avantages concurrentiels

Le Tableau 4.3 présente les caractéristiques du bloc de variables nommé *avantages concurrentiels*, pour les deux secteurs regroupés puis par secteur. La variable *score global avantages*, qui intègre les six dimensions de ce bloc en une seule mesure, présente un écart significatif en faveur du secteur des produits électriques / électroniques. Cela permet donc d'affirmer que, pour l'échantillon étudié, l'intensité des avantages concurrentiels découlant de l'implantation d'initiatives environnementales est supérieure pour les produits électriques / électroniques que pour les produits métalliques.

Ensuite, lorsque l'on observe les résultats pour chacune des dimensions prises individuellement, les firmes issues du secteur des produits électriques / électroniques bénéficient de manière significativement plus élevée de *l'expansion des capacités de développement de produit* que les firmes du secteur des produits métalliques. Les firmes du secteur des produits électriques / électroniques retirent également des avantages supérieurs au niveau des dimensions *expansion de l'excellence opérationnelle* et *expansion de la maîtrise des marchés*. Enfin, quoique les trois autres dimensions ne présentent pas de différences significatives entre les secteurs d'activités, ce sont les trois dimensions affichant les moyennes les plus élevées lorsque les produits des deux secteurs sont regroupés.

Tableau 4.3: Avantages concurrentiels

Avantages concurrentiels	Pour les deux secteurs n = 205		Métal $n_1 = 109$		Électrique/ Électronique $n_2 = 96$		p(3)
	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}_1$	σ_1	$\bar{x}_2$	σ_2	
Score global avantages(1)	3,43	1,59	3,21	1,42	3,66	1,73	0,070*
Expansion des capacités de développement de produits(2)	2,98	1,89	2,47	1,76	3,52	1,89	0,000****
Expansion des compétences(2)	3,43	1,84	3,28	1,78	3,58	1,90	0,286
Expansion des capacités manufacturières(2)	3,80	1,59	3,87	1,50	3,72	1,68	0,347
Expansion de l'excellence opérationnelle(2)	3,25	1,89	3,04	1.87	3,48	1,90	0,097*
Expansion de la maîtrise des marchés(2)	3,58	1,72	3,31	1,52	3,87	1,88	0,021**
Expansion de la compétitivité(2)	3,48	1,99	3,26	1,95	3,72	2,03	0,137

(1) Score global pour la variable *Avantages concurrentiels*, variant du maximum 7 au minimum 1.
(2) Mesurée à partir d'une échelle de Likert, variant de (1) *en désaccord*, à (7) *en accord*.
(3) p = niveau de signification du t-test pour les variables continues.
Test bilatéral : * p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

4.2.2.4 Caractéristiques du bloc firme

Le Tableau 4.4 présente les données permettant de décrire les caractéristiques des firmes participant à l'enquête, pour les deux secteurs regroupés puis par secteur.

Tableau 4.4: Caractéristiques de la firme

Caractéristiques de la firme	Pour les deux secteurs n = 205		Métal $n_1 = 109$		Électrique/ Électronique $n_2 = 96$		p(3)
	$\bar{x}$ ou %	σ	$\bar{x}_1$ ou %	σ_1	$\bar{x}_2$ ou %	σ_2	
Taille(1)	139,7	254,4	125,5	231,6	155,9	278,3	0,009***
Système de gestion de la qualité(2)	71,2%	-	64,2%	-	79,2%	-	0,019**

(1) Mesurée en nombre d'employés.
(2) Proportion d'entreprises dotées d'un système de gestion de la qualité.
(3) p = niveau de signification du test des proportions pour la variable dichotomique et du t-test pour l'autre variable continue. Test bilatéral : * p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

Ainsi, les firmes du secteur des produits électriques / électroniques sont de plus grande *taille* que celles du secteur des produits métalliques, avec des moyennes respectives de 155,9 employés et 125,5 employés, un écart significatif de presque 25%. L'autre variable de ce bloc, nommée *système de gestion de la qualité*, présente également un écart significatif de 15 points en faveur des firmes du secteur de produits électriques / électroniques.

En résumé, les firmes du secteurs des produits électriques / électroniques sont de plus grande taille et dotées dans une proportion supérieure de système de gestion de la qualité. Ces caractéristiques influenceront peut-être le type et l'intensité des initiatives environnementales mises de l'avant par les firmes ainsi que les avantages concurrentiels qu'elles seront en mesure d'en retirer.

4.2.2.5 Caractéristiques du bloc stratégies corporatives

Le Tableau 4.5 présente les moyennes obtenues pour le bloc de variables appelé *stratégies corporatives,* pour les deux secteurs regroupés puis par secteur. Ce bloc catégorise les variables en quatre groupes distincts, soit la *stratégie commerciale*, la *stratégie technologique*, la *stratégie environnementale* et la *stratégie ressources humaines.*

Le groupe *stratégie commerciale* comporte deux variables factuelles continues, soit le niveau d'*exportations* et le niveau d'*importations*, ainsi qu'une variable dichotomique, soit *clients corporatifs*, qui permet de différencier les clients corporatifs des clients individuels. Les firmes fabricant des produits électriques / électroniques exportent en moyenne 36,3 % de leurs ventes alors que celles qui fabriquent des produits métalliques n'exportent que 22,1 % de leurs ventes, un écart significatif de 14,2 points. La situation est très similaire au niveau des importations où un écart significatif de 13,9 points existe en faveur des firmes du

secteur des produits électriques / électroniques. Enfin, aucun écart significatif n'a pu être mesuré dans le cas de la variable clients corporatifs. Cependant, lorsque les produits provenant des deux secteurs sont regroupés, 81,5 % de ceux-ci sont destinés à des clients corporatifs.

Tableau 4.5: Stratégies corporatives

	Pour les deux secteurs n = 205		**Métal n_1 = 109**		**Électrique/ Électronique n_2 = 96**		**p(7)**
Stratégie commerciale	%		%		%		
Exportations(1)	28,8%		22,1%		36,3%		0,017**
Importations(2)	21,6%		14,7%		28,6%		0,001***
Clients corporatifs(3)	81,5%		84,4%		78,1%		0,250
Stratégie technologique	$\bar{x}$ ou %	σ	$\bar{x}_1$ ou %	σ_1	$\bar{x}_2$ ou %	σ_2	
Niveau de R&D(4)	2,9%	-	2,6%	-	3,2%	-	0,050*
Stratégie produit(5)	4,59	1,43	4,55	1,43	4,65	1,43	0,754
Stratégie manufacturière(5)	4,62	1,32	4,65	1,26	4,58	1,39	0,337
Veille technologique(5)	3,36	1,21	3,25	1,08	3,48	1,34	0,128
Stratégie environnementale	$\bar{x}$ ou %	σ	$\bar{x}_1$ ou %	σ_1	$\bar{x}_2$ ou %	σ_2	
ISO 14001(6)	33,2%	-	24,8%	-	42,7%	-	0,007***
Politique environnementale formelle(5)	2,76	1,65	2,50	1,51	3,03	1,76	0,030**
Prog. environnemental d'amélioration continue(5)	2,72	1,65	2,43	1,49	3,03	1,75	0,023**
Stratégie ressources humaines	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}_1$	σ_1	$\bar{x}_2$	σ_2	
Acquisition(5)	4,44	1,45	4,25	1,25	4,66	1,63	0,050*
Rétention(5)	2,65	1,40	2,54	1,33	2,78	1,47	0,305

(1) Proportion des ventes réalisées à l'extérieur du Canada.
(2) Proportion des achats provenant de l'extérieur du Canada.
(3) Proportion des clients qui sont des *clients corporatifs* (en opposition aux clients qui sont des *consommateurs*).
(4) Proportion des ventes annuelles brutes consacrée à la R&D.
(5) Mesurée à partir d'une échelle de Likert, variant de (1) *en désaccord*, à (7) *en accord*.
(6) Proportion d'entreprises dotées d'un système de gestion environnementale ISO 14000 (ou en voie de l'être).
(7) p = niveau de signification du test des proportions pour les variables dichotomiques et du t-test pour les autres variables continues. Test bilatéral : * p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

Le groupe *stratégie technologique* comporte quatre variables continues. Il s'agit du niveau d'investissement en R&D ainsi que des trois construits que sont la

stratégie produit, la *stratégie manufacturière et* les activités de *veille technologique.* Dans ce cas-ci, seule la variable *niveau de R&D* présente un écart significatif entre les secteurs d'activités. En effet, les firmes du secteur des produits métalliques consacrent 2,6 % de leurs ventes à la R&D alors que celles du secteur des produits électriques / électroniques y consacrent 3,2 %.

Le groupe *stratégie environnementale* comporte trois variables. Soit la variable dichotomique *ISO 14001* permettant d'identifier les firmes dotées, ou ayant l'intention de se doter, d'un système de gestion environnementale (SGE) conforme avec la norme ISO 14001. Il y a également les deux construits que sont *politique environnementale formelle* et *programme environnemental d'amélioration continue.* Alors que 24,8% des firmes issues du secteur des produits métalliques possèdent, ou ont l'intention d'implanter, un SGE conforme à la norme ISO 14001, cette proportion s'élève à 42,7 % dans le cas des firmes issues de l'autre secteur, ce qui représente un écart significatif de 17,9 points. Il en va de même pour les deux construits, où un écart significatif est relevé mettant ainsi en évidence la supériorité des firmes oeuvrant dans le secteurs des produits électriques / électroniques tant au niveau des *politiques environnementales formelles* qu'au niveau des *programmes environnementaux d'amélioration continue.* Ainsi il est possible d'affirmer que, dans le cas des firmes ayant pris part à l'étude, celles provenant du secteur des produits électriques / électroniques sont plus avancées que celles provenant de l'autre secteur en ce qui concerne l'implantation formelle de SGE conformes à la norme ISO 14001 ou la mise en place d'éléments partiels d'un SGE.

Finalement, le groupe *stratégie ressources humaines* comporte deux construits. Le premier concerne une mesure au niveau de la stratégie d'*acquisition* des ressources humaines alors que le second intègre des éléments relatifs à la stratégie de *rétention* des ressources humaines. Ici, seule la stratégie

d'*acquisition* présente un écart significatif en faveur des firmes issues du secteur des produits électriques / électroniques. Cela signifierait donc que les firmes de ce secteur accorderaient plus d'attention au recrutement de leurs ressources que les firmes du secteur des produits métalliques, alors qu'aucune différence significative n'est relevée en ce qui concerne les stratégies de *rétention* des firmes des deux secteurs.

4.2.2.6 Caractéristiques du bloc environnement concurrentiel

Le Tableau 4.6 présente les données permettant de décrire les caractéristiques du bloc de variables nommé *environnement concurrentiel,* permettant de décrire le contexte dans lequel évoluent les firmes participant à l'enquête. Les moyennes sont présentées pour les deux secteurs regroupés puis par secteur. Ce bloc comporte donc quatre construits, soit le *cadre réglementaire*, les *parties prenantes*, le *niveau de compétitivité* et les *attentes des clients.*

Tableau 4.6: Environnement concurrentiel

Environnement concurrentiel	Pour les deux secteurs n = 205		Métal n_1 = 109		Électrique/ Électronique n_2 = 96		p(3)
	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}_1$	σ_1	$\bar{x}_2$	σ_2	
Cadre réglementaire(1)	3,20	1,88	2,86	1,66	3,55	2,03	0,016**
Parties prenantes(1)	2,40	1,34	2,05	1,10	2,76	1,46	0,001***
Compétitivité(1)	3,53	1,71	3,17	1,35	3,89	1,95	0,004***
Attentes des clients(2)	4,50	1,25	4,42	1.36	4,59	1,12	0,468

(1) Mesurée à partir d'une échelle de Likert, variant de (1) *aucune influence*, à (7) *influence considérable.*
(2) Mesurée à partir d'une échelle de Likert, variant de (1) *en désaccord*, à (7) *en accord.*
(3) p = niveau de signification du t-test pour les variables continues.
Test bilatéral : * p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

Les trois premiers construits présentent tous des écarts significatifs, permettant d'affirmer que, dans le cadre de la présente étude, les firmes oeuvrant dans le secteur des produits électriques / électroniques sont soumises à des contraintes

plus intenses sur les trois dimensions que sont le *cadre réglementaire*, les *parties prenantes* et le niveau de *compétitivité*. Par contre la dimension *attentes des clients* ne présente pas d'écart significatif, laissant entendre que l'intensité de celles-ci soit similaire pour les deux secteurs.

4.3 VÉRIFICATION DES HYPOTHÈSES DE RECHERCHE (H1 ET H2)

Cette section présente les différentes analyses statistiques réalisées dans le but d'effectuer la vérification des hypothèses de recherche H1 et H2 telles qu'illustrées dans la portion supérieure du cadre théorique présenté à la section 2.2.1 (p.54), et repris en partie par la Figure 4.3 ci-dessous.

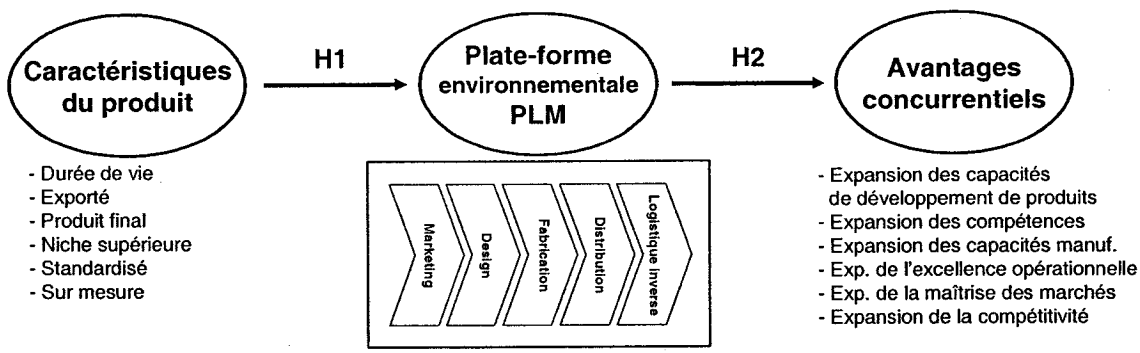


Figure 4.3 : Hypothèses de recherche H1 et H2

L'analyse au moyen de régressions multiples s'avère être la méthode appropriée lorsque la problématique de recherche met en cause une variable dépendante présumée être reliée à plus de deux variables indépendantes (Cohen, 2003). L'objectif de cette méthode d'analyse est d'arriver à prédire les changements que subira la variable dépendante en réponse à des changements observés ou appliqués auprès des variables indépendantes. Cette méthode d'analyse est donc appropriée à l'esprit des hypothèses de recherche H1 et H2.

La prochaine section présente donc les résultats obtenus suite à l'exécution des régressions multiples effectuées dans le but de vérifier l'hypothèse de recherche H1, qui présume de la présence de relations entre les dimensions de la variable dépendante *plate-forme environnementale PLM* et les variables indépendantes du bloc *caractéristiques du produit.*

4.3.1 Vérification de l'hypothèse de recherche H1

Cette section présente les tests effectués afin de vérifier l'hypothèse de recherche H1. Cette hypothèse établit la relation entre le bloc de variables nommé *caractéristiques du produit* et le bloc *plate-forme environnementale PLM.* La relation entre les deux blocs de variables sera mesurée en considérant toutes les variables simultanément, au moyen de régressions multiples. Les résultats regroupant les produits issus des deux secteurs seront d'abord présentés. L'analyse de l'effet sectoriel sera ensuite effectuée[20].

4.3.1.1 Analyse multivariée pour l'hypothèse H1

Le Les résultats du **Erreur ! Référence non valide pour un signet.** permettent d'abord de remarquer que les six variables du bloc *caractéristiques du produit* expliquent 31%**** de la variance observée sur la mesure *score global PLM.* L'analyse des coefficients bêtas standardisés (β) permet aussi d'extraire les informations supplémentaires suivantes : Le fait que le produit soit un produit de *niche supérieure* (β = 0,28****), qu'il soit conçu *sur mesure* (β = 0,25****), et qu'il soit *exporté* (β = 0,23****) sont les trois variables démontrant le potentiel explicatif le plus élevé relativement à la mesure *score global PLM* ; de plus, le fait que le produit soit doté d'une *durée de vie* plus élevée (β = 0,14**), et que le

[20] Les mesures bivariées pour l'hypothèse H1 ainsi qu'une discussion sont présentées à l'Annexe 3.

produit soit fabriqué selon des processus *standardisés* (β = 0,12*) sont également des déterminants significatifs de cette mesure ; enfin, le fait qu'il s'agisse d'un *produit final* ne semble pas avoir d'impact sur la mesure *score global PLM.*

Tableau 4.7 résume les résultats des régressions multiples effectuées entre les variables du bloc *caractéristiques du produit* et les dimensions relatives à la *plate-forme environnementale PLM* pour les deux secteurs regroupés. À titre d'information, les valeurs ***p*** présentées aux Tableaux 4.7 à 4.12 ainsi qu'aux Figures 4.4 à 4.6 représentent le niveau de signification des variables indépendantes lors de la régression multiple ainsi que celui de l'ensemble de la régression (R^2 ajusté). Ainsi, plus la valeur de ***p*** est petite, plus le niveau de signification est élevé, et plus la probabilité que l'hypothèse posée soit vérifiée est élevée.

Les résultats du **Erreur ! Référence non valide pour un signet.** permettent d'abord de remarquer que les six variables du bloc *caractéristiques du produit* expliquent 31%**** de la variance observée sur la mesure *score global PLM.* L'analyse des coefficients bêtas standardisés (β) permet aussi d'extraire les informations supplémentaires suivantes : Le fait que le produit soit un produit de *niche supérieure* (β = 0,28****), qu'il soit conçu *sur mesure* (β = 0,25****), et qu'il soit *exporté* (β = 0,23****) sont les trois variables démontrant le potentiel explicatif le plus élevé relativement à la mesure *score global PLM* ; de plus, le fait que le produit soit doté d'une *durée de vie* plus élevée (β = 0,14**), et que le produit soit fabriqué selon des processus *standardisés* (β = 0,12*) sont également des déterminants significatifs de cette mesure ; enfin, le fait qu'il s'agisse d'un *produit final* ne semble pas avoir d'impact sur la mesure *score global PLM.*

Tableau 4.7: Relations entre les *caractéristiques du produit* et les dimensions relatives à la *plate-forme environnementale PLM* pour les deux secteurs regroupés (régressions multiples)

Caractéristiques du produit	Marketing	Conception	Fabrication	Distribution	Logistique inverse	Score global PLM
(n = 194)	β(1)	β(1)	β(1)	β(1)	β(1)	β(1)
Durée de vie	0,14**	0,21***	0,06	0,05	0,10	0,14**
Exporté	0,18**	0,20***	0,22***	0,15**	0,14**	0,23****
Produit final	0,02	0,13**	0,05	0,30****	-0,21***	0,08
Niche supérieure	0,38****	0,30****	0,15**	0,17**	0,15**	0,28****
Standardisé	0,03	0,14**	0,06	0,13**	0,08	0,12*
Sur mesure	0,03	0,26****	0,25****	0,17**	0,11	0,25****
R^2 ajusté	***0,22**** **	***0,37**** **	***0,18**** **	***0,23**** **	***0,11**** **	***0,31**** **

(1) Niveau de signification des β standardisés et de la fonction de régression (t value).
* p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

Toujours selon le Les résultats du **Erreur ! Référence non valide pour un signet.** permettent d'abord de remarquer que les six variables du bloc *caractéristiques du produit* expliquent 31%**** de la variance observée sur la mesure *score global PLM.* L'analyse des coefficients bêtas standardisés (β) permet aussi d'extraire les informations supplémentaires suivantes : Le fait que le produit soit un produit de *niche supérieure* (β = 0,28****), qu'il soit conçu *sur mesure* (β = 0,25****), et qu'il soit *exporté* (β = 0,23****) sont les trois variables démontrant le potentiel explicatif le plus élevé relativement à la mesure *score global PLM* ; de plus, le fait que le produit soit doté d'une *durée de vie* plus élevée (β = 0,14**), et que le produit soit fabriqué selon des processus *standardisés* (β = 0,12*) sont également des déterminants significatifs de cette mesure ; enfin, le fait qu'il s'agisse d'un *produit final* ne semble pas avoir d'impact sur la mesure *score global PLM.*

Tableau 4.7, l'observation des cinq dimensions prises individuellement apporte un éclairage additionnel. Ainsi, la dimension *conception* est celle pour laquelle les variables du bloc *caractéristiques du produit* permettent d'expliquer le plus haut taux de variance, soit 37%****. Viennent ensuite les dimensions *distribution* (23%****), *marketing* (22%****), *fabrication* (18%****) et *logistique inverse* (11%****). De plus, les coefficients bêtas standards (β) permettent de constater que les six variables du bloc *caractéristiques du produit* sont des déterminants de la dimension *conception*, alors que seule la variable *durée de vie* n'a pas de potentiel explicatif sur la dimension *distribution*.

Également, il est à souligner que la variable *niche supérieure* est le déterminent le plus élevé pour deux des cinq dimensions du bloc *plate-forme environnementale PLM,* soit *marketing* (β = 0,38****) et *conception* (β = 0,30****) ; la variable *sur mesure* est le déterminant le plus élevé de la dimension *fabrication* (β = 0,25****) ; la variable *produit final* est le déterminant le plus élevé des dimensions *distribution* (β = 0,30****) et *logistique inverse* (β = -0,21***). Le fait que ce dernier coefficient bêta soit négatif indique que les initiatives environnementales concernant la *logistique inverse* sont plus importantes lorsqu'il s'agit de produits intermédiaires. Enfin, les variables *exporté* et *niche supérieure* sont des déterminants significatifs au niveau des cinq dimensions du bloc *plate-forme environnementale PLM.*

Ces résultats font en sorte qu'il est possible de conclure que les *caractéristiques du produit*, telles que décomposées dans le présent cadre théorique, ont un potentiel explicatif significatif relativement aux initiatives environnementales mises de l'avant par la firme au niveau des cinq dimensions du concept *plate-forme environnementale PLM.* L'hypothèse de recherche H1 est donc vérifiée lorsque les produits provenant des deux secteurs sont regroupés.

4.3.1.2 Analyse des effets sectoriels sur l'hypothèse H1

Puisque l'approche méthodologique de la présente recherche consiste à cibler deux secteurs d'activités bien spécifiques, cela procure l'occasion de vérifier l'effet sectoriel sur les relations entre les variables impliquées dans l'hypothèse de recherche H1 et donc d'en raffiner la compréhension. Ainsi, le Tableau 4.8 permet d'observer l'effet sectoriel au niveau des régressions multiples effectuées sur l'hypothèse H1, c'est-à-dire lorsque l'on évalue simultanément le pouvoir explicatif des variables du concept *caractéristiques du produit* auprès de chacune des cinq dimensions du concept *plate-forme environnementale PLM*.

Dans un premier temps, l'analyse multivariée fait ressortir le fait que pour les produits des deux secteurs, la caractéristique *produit final* est reliée négativement aux initiatives environnementales mises de l'avant au niveau de la dimension *logistique inverse*. Le fait que les produits finaux soient plus difficiles à récupérer auprès des consommateurs que les produits intermédiaires auprès de clients corporatifs peut expliquer en partie cette situation. De plus, le Tableau 4.8 permet d'affirmer que les pourcentages de variance expliquée par les caractéristiques des produits électriques / électroniques sont systématiquement supérieurs à ceux expliqués par les caractéristiques des produits métalliques.

De plus, il est intéressant de noter que pour les produits métalliques, la dimension *fabrication* ne comprend aucun coefficient bêta (β) significatif. Ainsi, pour les produits de ce secteur, les caractéristiques du produit n'ont pas de pouvoir explicatif au niveau des initiatives environnementales mises de l'avant au niveau des activités de fabrication.

Tableau 4.8: Relations entre les *caractéristiques du produit* et les dimensions relatives à la *plate-forme environnementale PLM* pour les deux secteurs pris séparément (régressions multiples)

Caractéristiques du produit	Marketing	Conception	Fabrication	Distribution	Logistique inverse	Score global PLM
MÉTAL (n_1 = 101)	$\beta^{(1)}$	$\beta^{(1)}$	$\beta^{(1)}$	$\beta^{(1)}$	$\beta^{(1)}$	$\beta^{(1)}$
Durée de vie	0,31***	0,44****	0,13	0,03	0,30***	0,32***
Exporté	-0,02	-0,09	0,12	0,01	0,07	0,03
Produit final	-0,15	0,05	-0,11	0,29***	-0,25**	-0,07
Niche supérieure	0,41****	0,17*	-0,02	0,08	-0,12	0,11
Standardisé	0,13	0,08	-0,04	0,21**	-0,10	0,05
Sur mesure	-0,19**	0,14	0,10	-0,12	0,05	0,05
R^2 ajusté	***30%**** **	***19%**** **	***2%***	***11%** **	***17%**** **	***10%** **
ÉLECT. / ÉLECTRON. (n_2 = 93)	$\beta^{(1)}$	$\beta^{(1)}$	$\beta^{(1)}$	$\beta^{(1)}$	$\beta^{(1)}$	$\beta^{(1)}$
Durée de vie	0,03	0,10	0,05	0,09	0,04	0,08
Exporté	0,44****	0,40****	0,32***	0,28****	0,15	0,38****
Produit final	0,10	0,20***	0,15*	0,13*	-0,17*	0,13*
Niche supérieure	0,05	0,24***	0,14	0,20**	0,25**	0,22***
Standardisé	-0,10	0,04	0,06	-0,12	0,21*	0,04
Sur mesure	0,38****	0,32****	0,32***	0,57***	0,12	0,38****
R^2 ajusté	***41%**** **	***65%**** **	***42%**** **	***64%**** **	***22%**** **	***63%**** **

(1) Niveau de signification des β standardisés et de la fonction de régression (T value)
* p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

En guise de conclusion en ce qui concerne les effets sectoriels sur l'hypothèse de recherche H1, il est juste de mentionner que ceux-ci sont importants. Les produits issus de ces deux secteurs diffèrent grandement au niveau de leurs caractéristiques physiques, de leurs compositions chimiques, de leurs procédés de fabrication, des marchés auxquels ils s'adressent et des réglementations auxquelles ils sont assujettis. L'effet sectoriel s'avère donc un facteur d'analyse important en ce qui concerne le pouvoir explicatif des *caractéristiques du produit*

par rapport au type et à l'intensité des initiatives environnementales mises de l'avant par la firme au niveau de sa *plate-forme environnementale PLM.*

4.3.2 Vérification de l'hypothèse de recherche H2

Cette section présente les tests effectués afin de vérifier l'hypothèse de recherche H2. Cette hypothèse établit la relation entre la *plate-forme environnementale PLM* et les *avantages concurrentiels.* La relation entre les deux blocs de variables sera mesurée en considérant toutes les variables simultanément, au moyen de régressions multiples. Les résultats regroupant les produits issus des deux secteurs seront d'abord présentés. L'analyse de l'effet sectoriel sera ensuite effectuée[21].

4.3.2.1 Analyse multivariée pour l'hypothèse H2

Comme ce fut le cas pour l'hypothèse de recherche H1, l'analyse au moyen de régressions multiples s'avère être la méthode appropriée pour vérifier l'hypothèse de recherche H2, qui vise à mesurer l'effet simultané de plusieurs variables indépendantes sur une variable dépendante. Ainsi, le Tableau 4.9 et le Tableau 4.10 présentent les résultats des régressions multiples effectuées pour l'hypothèse H2. Le Tableau 4.9 présente les régressions pour les dimensions relatives à la *plate-forme environnementale PLM* et les dimensions relatives aux *avantages concurrentiels* pour les deux secteurs regroupés. La variable *score global PLM* a dû être traitée séparément car elle intègre les cinq dimensions relatives à la *plate-forme environnementale PLM* (Tableau 4.10).

---

[21] Les mesures bivariées pour l'hypothèse H2 ainsi qu'une discussion sont présentées à l'Annexe 4.

Tableau 4.9: Relations entre les dimensions relatives à la *plate-forme environnementale PLM* et les dimensions relatives aux *avantages concurrentiels* pour les deux secteurs regroupés (régressions multiples)

Dimensions de la plate-forme environnementale PLM	Exp. des capacités de dév. Produit	Exp. des compétences	Exp. des capacités manufact.	Exp. de l'excellence opér.	Exp. de la maîtrise des marchés	Exp. de la compétitivité	Score global avantages concur.
(n = 192)	β(1)	β(1)	β(1)	β(1)	β(1)	β(1)	β(1)
Marketing	0,42****	0,28****	0,07	0,14*	0,26****	0,33****	0,30****
Conception	-0,17*	0,01	0,17*	0,05	0,03	0,03	0,01
Fabrication	0,33****	0,22**	0,30***	0,27***	0,21**	0,16*	0,28***
Distribution	0,21***	0,20***	0,11	0,23***	0,30****	0,24***	0,24****
Logistique inverse	0,04	0,19***	0,17**	0,04	0,20***	0,07	0,13**
R^2 ajusté	***48%**** **	***46%**** **	***42%**** **	***33%**** **	***57%**** **	***43%**** **	***57%**** **

(1) Niveau de signification des β standardisés et de la fonction de régression (T value).
* p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

Tableau 4.10: Relations entre le *score global PLM* et les dimensions relatives aux *avantages concurrentiels* pour les deux secteurs regroupés (régressions multiples)

	Exp. des capacités de dév. Produit	Exp. des compétences	Exp. des capacités manufact.	Exp. de l'excellence opér.	Exp. de la maîtrise des marchés	Exp. de la compétitivité	Score global avantages concur.
(n = 195)	β(1)	β(1)	β(1)	β(1)	β(1)	β(1)	β(1)
Score global PLM	0,58****	0,64****	0,65****	0,55****	0,71****	0,59****	0,71****
R^2 ajusté	***34%**** **	***40%**** **	***42%**** **	***30%**** **	***51%**** **	***34%**** **	***50%**** **

(1) Niveau de signification des β standardisés et de la fonction de régression (T value).
* p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

Une première analyse des résultats présentés au Tableau 4.9 permet d'affirmer que les cinq dimensions du concept *plate-forme environnementale PLM* expliquent 57% de la variance de la mesure *score global avantages concurrentiels* (dernière colonne). Aussi, si l'on se fie aux coefficients bêtas standardisés (β), c'est la dimension *marketing* (β = 0,30****) qui s'avère le déterminant le plus fort de la mesure *score global avantages concurrentiels*,

suivie de la dimension *fabrication* (β = 0,28***), puis de *distribution* (β = 0,24****), et enfin de *logistique inverse* (β = 0,13**). Seule la dimension *conception* n'a pas de pouvoir explicatif sur la mesure *score global avantages concurrentiels.*

Ensuite, l'observation individuelle des six dimensions du concept *avantages concurrentiels* révèle les faits additionnels suivants :

- La variance des six dimensions du concept *avantages concurrentiels* est expliquée de manière très significative par les cinq dimensions du concept *plate-forme environnementale PLM* (dernière ligne) ;
- La dimension *expansion de la maîtrise des marchés* est celle dont la variance est la plus fortement expliquée (57%****), alors que la *dimension expansion de l'excellence opérationnelle* est celle dont la variance est le plus faiblement expliquée (33%****), ce qui demeure tout de même relativement élevé.

De plus, les coefficients bêtas standardisés (β) font ressortir les faits additionnels suivants :

- La dimension *marketing* est le déterminant le plus fort par rapport aux trois dimensions *expansion des capacités de développement de produit* (β = 0,42****), *expansion des compétences* (β = 0,28****), et *expansion de la compétitivité* (β = 0,33****) ;
- La dimension *fabrication* est le déterminant le plus fort par rapport aux deux dimensions *expansion des capacités manufacturières* (β = 0,30***), et *expansion de l'excellence opérationnelle* (β = 0,27***) ;
- La dimension *distribution* est le déterminant le plus fort par rapport à la dimension *expansion de la maîtrise des marchés* (β = 0,30****) ;

- La dimension *fabrication* a un potentiel explicatif significatif auprès des six dimensions du concept *avantages concurrentiels* ;
- Les dimensions *marketing* et *distribution* ont un potentiel explicatif significatif auprès de cinq des six dimensions du concept *avantages concurrentiels.* Seule la dimension *expansion des capacités manufacturières* leur échappe ;
- La dimension *logistique inverse* a un potentiel explicatif significatif auprès de trois des six dimensions du concept *avantages concurrentiels* ;
- La dimension *conception* n'a de potentiel explicatif significatif qu'auprès de deux des six dimensions du concept *avantages concurrentiels.* En ce qui concerne la dimension *expansion des capacités de développement de produit,* la relation est négative (β = -0,17*). Cela peut signifier que les coûts relatifs aux initiatives environnementales déployées au niveau de la conception des produits surpassent les bénéfices obtenus jusqu'à présent par les firmes. Il s'agit peut-être ici d'investissements sur du long terme.

Quant à lui, le Tableau 4.10 permet de faire ressortir que lorsque considérée de manière isolée, la variable *score global PLM* peut expliquer 50%**** de la variance de la variable *score global avantages concurrentiels* (dernière colonne), ce qui est considérable. La variable *score global PLM* explique également une forte proportion de la variance au niveau des six dimensions relatives aux *avantage concurrentiels*, les R^2 variant de 30%**** à 51%****.

Les discussions qui précèdent font en sorte qu'il est possible de conclure que les initiatives environnementales mises de l'avant par la firme au niveau des cinq dimensions du concept *plate-forme environnementale PLM,* de même que le *score global PLM,* ont un pouvoir explicatif significatif relativement aux *avantages concurrentiels* que la firme sera ensuite en mesure de développer, et

ce au niveau des six dimensions sous-jacentes à ce concept ainsi qu'au niveau du *score global avantages concurrentiels.* L'hypothèse de recherche H2 est donc vérifiée lorsque les produits provenant des deux secteurs sont regroupés.

4.3.2.2 Analyse des effets sectoriels sur l'hypothèse H2

Tel que mentionné plus tôt, et comme pour l'hypothèse de recherche H1, l'approche méthodologique sélectionnée rend possible l'analyse de l'effet sectoriel sur les relations entre les variables impliquées dans l'hypothèse de recherche H2. Ainsi, le Tableau 4.11 et le Conséquemment, les effets sectoriels sur l'hypothèse de recherche H2 s'avèrent significatifs, tout comme ce fut le cas pour l'hypothèse de recherche H1. Cependant, alors que dans le cas de H1 les *caractéristiques du produit* déterminent le type et l'intensité des initiatives environnementales mises de l'avant au niveau des *plates-formes environnementales PLM*, dans le cas de l'hypothèse H2 ce sont ces *plates-formes environnementales PLM* qui déterminent les *avantages concurrentiels* dont les firmes bénéficient.
Tableau 4.12 permettent donc d'observer l'effet sectoriel au niveau des régressions multiples effectuées sur l'hypothèse H2. Le Tableau 4.11 présente les régressions pour les cinq dimensions relatives à la *plate-forme environnementale PLM* et les six dimensions relatives aux *avantages concurrentiels.*

Ainsi, l'observation du Tableau 4.11 révèle plusieurs faits. Dans un premier temps, les pourcentages de variance expliquée par les *plates-formes environnementales PLM* des produits électriques / électroniques, relativement à chacune des six dimensions du concept *avantages concurrentiels,* sont systématiquement supérieurs aux pourcentages de variance expliquée par les *plates-formes environnementales PLM* des produits métalliques (R^2 ajusté).

Ensuite, pour le secteur des produits électriques / électroniques, c'est la dimension *logistique inverse* qui démontre un pouvoir explicatif significatif auprès des six dimensions du concept *avantages concurrentiels,* ainsi qu'auprès de la mesure *score global avantages concurrentiels.* Cela pourrait impliquer que, pour ce secteur d'activités, des efforts environnementaux significatifs sont réalisés au niveau de la *logistique inverse.* Toujours pour ce même secteur, la dimension *conception* n'a aucun pouvoir explicatif auprès des dimensions du concept *avantages concurrentiels.* Cela peut indiquer que très peu d'efforts environnementaux sont déployés à ce niveau jusqu'à présent, ou encore que ces initiatives sont encore exclusivement perçues comme des sources de coûts.

Tableau 4.11: Relations entre les dimensions relatives à la *plate-forme environnementale PLM* et les dimensions relatives aux *avantages concurrentiels* pour les deux secteurs pris séparément (régressions multiples)

Dimensions de la plate-forme environnementale PLM	Exp. des capacités de dév. Produit	Exp. des compétences	Exp. des capacités manufact.	Exp. de l'excellence opér.	Exp. de la maîtrise des marchés	Exp. de la compétitivité	Score global Avantages concur.
MÉTAL ($n_1 = 98$)	$\beta^{(1)}$	$\beta^{(1)}$	$\beta^{(1)}$	$\beta^{(1)}$	$\beta^{(1)}$	$\beta^{(1)}$	$\beta^{(1)}$
Marketing	0,29***	0,19**	0,06	0,13	0,15*	0,23**	0,22**
Conception	-0,19*	0,04	0,16	0,15	0,06	0,09	0,05
Fabrication	0,48***	0,57****	0,49****	0,51****	0,28**	0,35**	0,54****
Distribution	0,13	0,12	0,06	0,13	0,39****	0,19**	0,21**
Logistique inverse	-0,01	-0,14	-0,07	-0,33**	0,09	-0,21	-0,15
R^2 ajusté	***24%****	***36%****	***30%****	***24%****	***44%****	***23%****	***41%****
ÉLECT. / ÉLECTRON. ($n_2 = 94$)	$\beta^{(1)}$	$\beta^{(1)}$	$\beta^{(1)}$	$\beta^{(1)}$	$\beta^{(1)}$	$\beta^{(1)}$	$\beta^{(1)}$
Marketing	0,51****	0,42****	0,17*	0,04	0,45****	0,46****	0,38****
Conception	0,01	0,02	0,07	-0,07	0,15	-0,03	0,03
Fabrication	0,10	-0,06	0,22*	0,17	0,17	0,08	0,13
Distribution	0,20	0,28**	0,20	0,46***	-0,03	0,23*	0,23*
Logistique inverse	0,14*	0,33****	0,29***	0,24**	0,29****	0,24***	0,27****
R^2 ajusté	***65%****	***65%****	***58%****	***48%****	***68%****	***65%****	***71%****

(1) Niveau de signification des β standardisés et de la fonction de régression (T value).
* p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

Toujours à partir des valeurs présentées au Tableau 4.11, pour le secteur des produits métalliques, la dimension *fabrication* démontre un pouvoir explicatif significatif auprès des six dimensions du concept *avantages concurrentiels,* ainsi qu'auprès de la mesure *score global avantages concurrentiels.* Cela peut signifier que, pour ce secteur d'activités, les efforts environnementaux se concentrent au niveau de la fabrication. Par ailleurs, la dimension *conception* a un pouvoir explicatif négatif auprès de la dimension *expansion des capacités de développement de produit*, démontrant le peu de pertinence accordée aux initiatives environnementales mises de l'avant lors de la conception par les acteurs de ce secteur, comme si les efforts déployés à ce niveau étaient strictement imposés et n'auraient aucune complémentarité avec les compétences de la firme. Enfin, et toujours pour ce même secteur, la dimension *logistique inverse* a un pouvoir explicatif négatif auprès de la dimension *expansion de l'excellence opérationnelle.* Cela peut signifier que les efforts environnementaux déployés à ce niveau n'ont pas permis de réaliser des réductions de coûts jusqu'à présent, et contribuent plutôt à leur accroissement.

Quant à lui, le Conséquemment, les effets sectoriels sur l'hypothèse de recherche H2 s'avèrent significatifs, tout comme ce fut le cas pour l'hypothèse de recherche H1. Cependant, alors que dans le cas de H1 les *caractéristiques du produit* déterminent le type et l'intensité des initiatives environnementales mises de l'avant au niveau des *plates-formes environnementales PLM*, dans le cas de l'hypothèse H2 ce sont ces *plates-formes environnementales PLM* qui déterminent les *avantages concurrentiels* dont les firmes bénéficient.

Tableau 4.12 permet de confirmer la pertinence de l'analyse de l'effet sectoriel en observant de manière isolée le rôle explicatif de la variable *score global PLM* envers les dimensions relatives aux *avantages concurrentiels* ainsi que le *score*

global avantages concurrentiels. En effet, les pourcentages de variance expliquée (R^2 ajusté) du secteur des produits électriques / électroniques sont parfois plus de trois fois supérieurs à ceux du secteur des produits métalliques, comme dans les cas des dimensions *expansion des capacités de développement de produit* et *expansion de la compétitivité*. Quoique de moindre amplitude, les mêmes relations sont observées au niveau des coefficients β standardisés.

Conséquemment, les effets sectoriels sur l'hypothèse de recherche H2 s'avèrent significatifs, tout comme ce fut le cas pour l'hypothèse de recherche H1. Cependant, alors que dans le cas de H1 les *caractéristiques du produit* déterminent le type et l'intensité des initiatives environnementales mises de l'avant au niveau des *plates-formes environnementales PLM*, dans le cas de l'hypothèse H2 ce sont ces *plates-formes environnementales PLM* qui déterminent les *avantages concurrentiels* dont les firmes bénéficient.

Tableau 4.12: Relations entre le *score global PLM* et les dimensions relatives aux *avantages concurrentiels* pour les deux secteurs pris séparément (régressions multiples)

	Exp. des capacités de dév. Produit	Exp. des compétences	Exp. des capacités manufact.	Exp. de l'excellence opér.	Exp. de la maîtrise des marchés	Exp. de la compétitivité	Score global Avantages concur.
MÉTAL (n_1 = 100)	**β(1)**	**β(1)**	**β(1)**	**β(1)**	**β(1)**	**β(1)**	**β(1)**
Score global PLM	0,38****	0,54****	0,54****	0,40****	0,59****	0,40****	0,57****
R^2 ajusté	***14%****	***28%****	***28%****	***15%****	***34%****	***15%****	***32%****
ÉLECT. / ÉLECTRON. (n_2 = 95)	**β(1)**	**β(1)**	**β(1)**	**β(1)**	**β(1)**	**β(1)**	**β(1)**
Score global PLM	0,73****	0,71****	0,75****	0,66****	0,79****	0,73****	0,79****
R^2 ajusté	***53%****	***50%****	***56%****	***43%****	***61%****	***52%****	***62%****

(1) Niveau de signification des β standardisés et de la fonction de régression (T value).
* p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

Ainsi, ne serait-il pas pertinent d'avancer que les *caractéristiques du produit* ont un effet positif ou négatif sur les *avantages concurrentiels* pouvant découler d'initiatives environnementales les concernant ? Cette question sera abordée plus en détails à la section 4.5.

La prochaine section présente l'analyse de l'effet modérateur de trois blocs de variables sur les relations préalablement mesurées par les hypothèses H1 et H2.

4.4 ANALYSE DE L'EFFET DES VARIABLES MODÉRATRICES (H3 ET H4)

Cette section présente les différentes analyses statistiques réalisées dans le but d'effectuer la vérification des hypothèses de recherche H3 et H4. La section 4.4.1 présente tout d'abord une brève description de l'effet modérateur. Ensuite, la section 4.4.2 présente les analyses de régressions hiérarchiques (*stepwise*) au moyen desquelles sont sélectionnées les variables composant les modèles de régressions finaux pour chaque hypothèse. La section 4.4.3 discute des effets modérateurs observés dans chaque modèle. Finalement, la section 4.4.4 analyse l'impact du secteur d'activité sur l'effet modérateur.

4.4.1 Description de l'effet modérateur

Le concept de variable modératrice peut, dans certaines situations, comporter d'importantes implications au niveau de la compréhension des relations étudiées. Ainsi, l'effet modérateur se manifeste lors de situations où la relation entre une variable indépendante et une variable dépendante est subordonnée à la présence d'une troisième variable dite modératrice (Sharma et al., 1981; Aiken et al., 1996). Ce phénomène est observé lorsqu'une variable dite modératrice, qui est en fait une seconde variable indépendante, modifie la forme

de la relation entre la première variable indépendante et la variable dépendante. L'effet modérateur est également connu sous le nom d'*effet d'interaction*, et s'avère pertinent à l'étude des initiatives en matière d'innovation lorsque appliquée au contexte particulier des PME (Lefebvre et al., 1997).

L'effet modérateur le plus couramment utilisé lors de régressions multiples est appelé l'effet *quasi modérateur*. Graphiquement, cet effet est illustré par la variation de la pente de la relation entre une variable indépendante (X_1) et une variable dépendante (Y) en fonction des valeurs prises par la variable modératrice (X_2) (Jaccard et al., 1990). Techniquement, le facteur modérateur, aussi appelé facteur d'interaction, est représenté par le produit de X_1 et de la variable modératrice X_2, soit un terme de la forme bX_1X_2, qui est introduit dans le modèle de régression. La comparaison des modèles de régression avant et après l'introduction du facteur d'interaction permet de déterminer s'il y a un effet modérateur statistiquement significatif (Sharma et al., 1981; Aiken et al., 1996). Toutefois, cette méthode nécessite une démarche en deux étapes, soit une première étape permettant d'identifier les variables indépendantes pertinentes à l'analyse de l'effet modérateur, puis une deuxième étape permettant ensuite de mesurer l'intensité et le taux de signification de cet effet.

4.4.2 Régressions hiérarchiques

La première étape consiste en l'exécution de régressions hiérarchiques de type *stepwise,* qui ont été effectuées pour identifier, parmi les groupes de variables indépendantes et modératrices, celles qui contribuent de manière significative au modèle de régression. Cette méthode d'estimation séquentielle est d'ailleurs parmi les approches de sélection de variables les plus utilisées (Hair et al., 1998). Selon cette approche, la variable indépendante ayant le coefficient de corrélation le plus élevé par rapport à la variable dépendante est la première à

être introduite dans le modèle. Les autres variables sont ensuite introduites une à une, en fonction de la contribution additionnelle qu'elles apportent au modèle. À chaque itération, le modèle est recalculé, permettant de réévaluer si toutes les variables en présence affichent toujours une contribution significative au modèle. Ainsi, des variables préalablement introduites dans le modèle peuvent être retirées suite à l'introduction d'autres variables. La procédure prend donc fin lorsque toutes les variables indépendantes et modératrices ont été traitées.

Il est important de souligner ici le fait que le cadre théorique de la présente recherche comporte plusieurs variables dépendantes (et plusieurs variables résultantes), ce qui pourrait poser certains problèmes. Afin de maintenir les analyses statistiques subséquentes à un niveau de complexité raisonnable, il a été décidé par le chercheur que les régressions hiérarchiques soient effectuées par rapport à la variable dépendante *score global PLM* dans le cas de H3 et par rapport à la variable résultante *score global avantages concurrentiels* dans le cas de H4a et H4b. Dans ces trois cas (H3, H4a, H4b) la procédure a été effectuée sur l'échantillon complet comprenant les produits issus des deux industries.

Par ailleurs, les méthodes séquentielles de sélection de variables, telles que les régressions hiérarchiques, sont particulièrement sensibles aux relations de multicolinéarité qui pourraient s'immiscer parmi les variables indépendantes et modératrices (Hair et al., 1998). De fait, une vérification de la présence de relations de multicolinéarité est fortement judicieuse, afin de valider que la représentativité du modèle final obtenu ne soit pas altérée. Ainsi, les figures 4.4, 4.5 et 4.6 présentent les variables retenues, leur coefficient de régression standardisé (β), leur valeur de tolérance ainsi que le coefficient de détermination

ajusté (R^2) pour les trois modèles de régressions de base représentant les hypothèses H3, H4a et H4b respectivement[22].

La Figure 4.4 illustre le modèle de régression de base développé pour l'hypothèse de recherche H3, au moyen des régressions hiérarchiques décrites ci-dessus. Ce modèle comporte un coefficient de détermination (R^2) élevé et fortement significatif de 72,0%****.

Également, l'on remarque que parmi le groupe de variables prédictives *caractéristiques du produit*, seules les variables *exporté* et *sur mesure* ont été retenues. D'autre part, un total de huit variables a été retenu parmi le groupe de variables modératrices, dont aucune ne provenant du groupe de variables *firme*. Enfin, les valeurs de tolérance présentées pour chacune des variables retenues sont supérieures au seuil de 0,10 recommandé dans la littérature (Hair et al., 1998).

---

[22] Les coefficients de régression standardisés pour l'ensemble des équations supportant les hypothèses H3, H4a et H4b préalablement à l'introduction des facteurs d'interaction sont présentés en annexe.

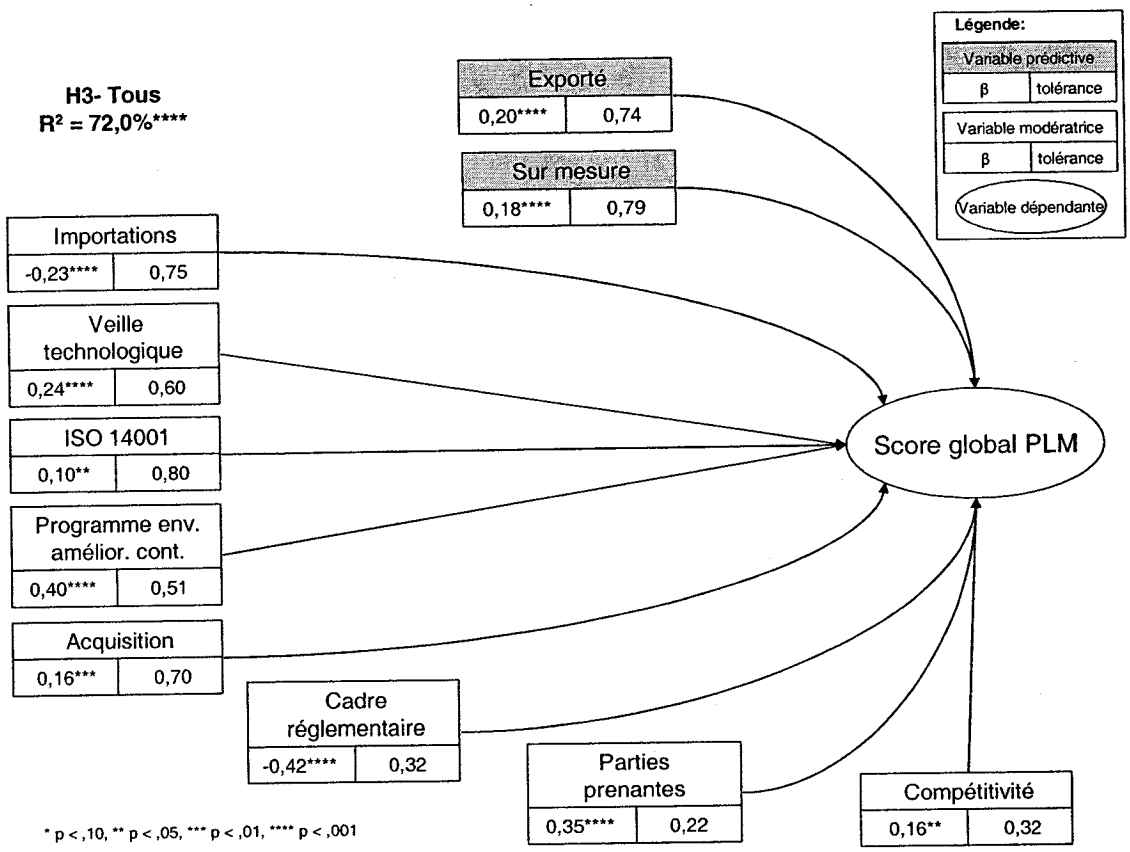


Figure 4.4 : Variables indépendantes et modératrices retenues suite aux régressions hiérarchiques pour l'hypothèse H3 pour les deux secteurs regroupés

La Figure 4.5 illustre le modèle de régression de base développé pour l'hypothèse de recherche H4a. Ce modèle comporte un coefficient de détermination (R^2) élevé et fortement significatif de 73,5%****. L'hypothèse H4a traite la variable prédictive *score global PLM* de manière isolée par rapport aux cinq dimensions de la *plate-forme environnementale PLM* afin d'éviter les problèmes de multicolinéarité. D'autre part, un total de six variables a été retenu parmi le groupe de variables modératrices. Enfin, les valeurs de tolérance les plus faibles sont observées pour les variables *politique environnementale formelle* (0,13) et *programme environnemental d'amélioration continue* (0,12). Ces valeurs sont toutefois supérieures au seuil prescrit de 0,10.

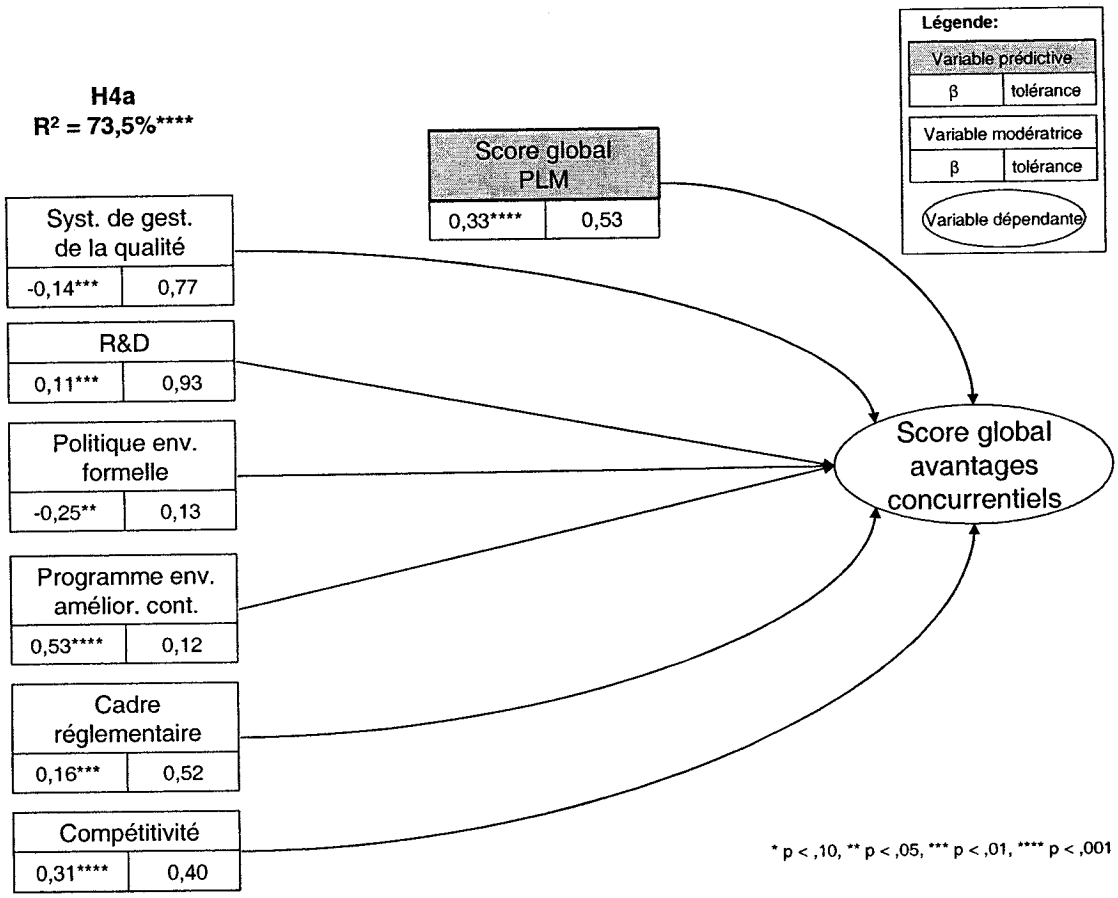


Figure 4.5 : Variables indépendantes et modératrices retenues suite aux régressions hiérarchiques pour l'hypothèse H4a pour les deux secteurs regroupés

La Figure 4.6 illustre le modèle de régression de base développé pour l'hypothèse de recherche H4b. Ce modèle comporte le coefficient de détermination (R^2) le plus élevé des trois modèles de régression de base soit 75,8%****. L'hypothèse H4b traite les cinq dimensions de la *plate-forme environnementale PLM* séparément du *score environnemental PLM* qui intègre ces cinq dimensions. De fait, seule les dimensions *marketing* et *distribution* ont été retenues en tant que variables prédictives. D'autre part, un total de sept variables a été retenu parmi le groupe de variables modératrices. Enfin, tout comme dans le cas de H4a, les valeurs de tolérance les plus faibles sont observées pour les variables *politique environnementale formelle* (0,13) et

programme environnemental d'amélioration continue (0,12). Ces valeurs sont toutefois supérieures au seuil prescrit de 0,10.

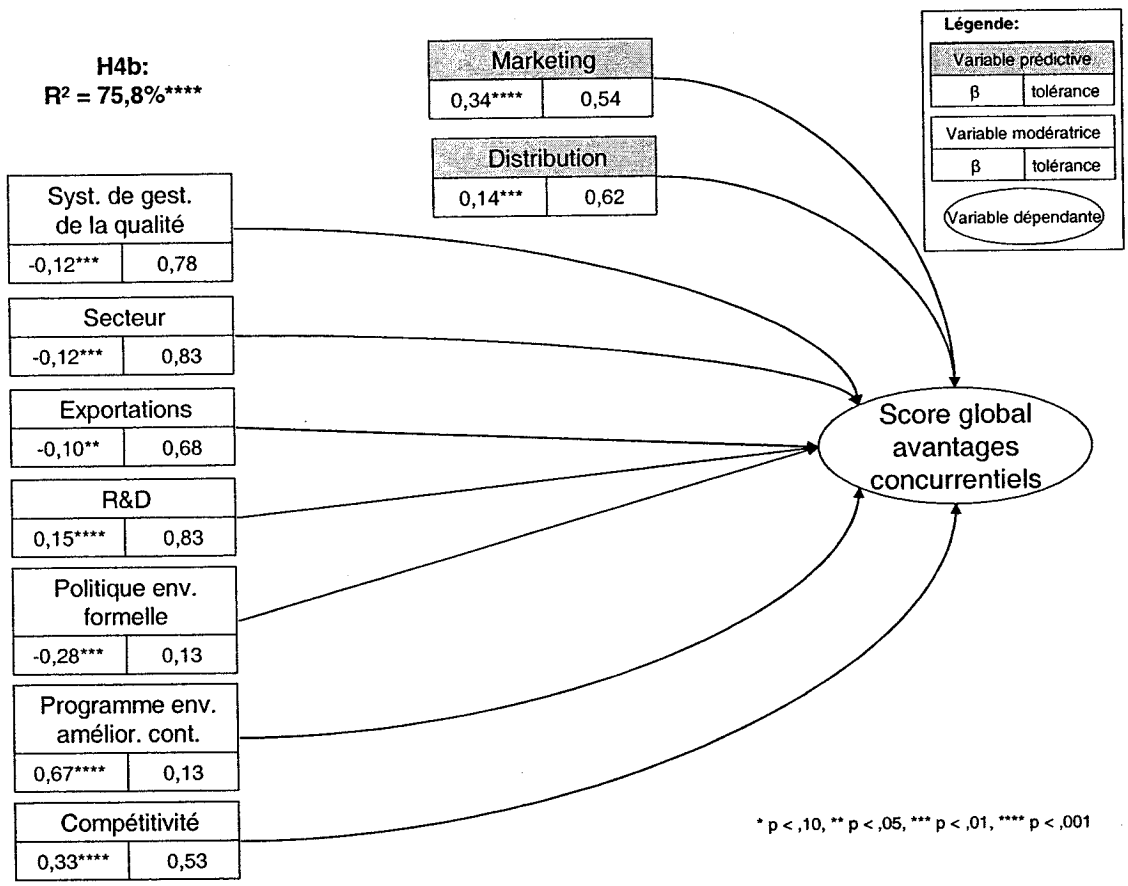


Figure 4.6 : Variables indépendantes et modératrices retenues suite aux régressions hiérarchiques pour l'hypothèse H4b pour les deux secteurs regroupés

Par conséquent, les trois modèles de régression de base retenus comportent de forts coefficients de détermination ajustés (R^2) ainsi que de faibles niveaux de multicolinéarité parmi les variables qui les composent (valeurs de tolérance supérieures à 0,10). Ces modèles sont donc considérés adéquats pour supporter l'analyse des effets modérateurs représentés par les hypothèses H3, H4a et H4b. Des informations complémentaires relatives aux modèles de régressions obtenus pour chacune de ces trois hypothèses sont présentées de

l'Annexe 5 à l'Annexe 13. Le Tableau 4.13 ci-dessous a pour but de guider le lecteur dans la consultation de ces annexes.

Tableau 4.13 : Correspondance des informations complémentaires présentées en annexe pour les hypothèse H3, H4a et H4b

Hypothèse	Annexe	Secteur	Description	Figure
H3	Annexe 5	Tous	Modèle de régression de base pour le *score global PLM*	Figure 4.4
			Modèles de régression pour les dimensions relatives à la *plate-forme environnementale PLM*	-
H3	Annexe 6	Métal	Modèles de régression pour le *score global PLM* et pour les dimensions relatives à la *plate-forme environnementale PLM*	-
H3	Annexe 7	Élect./électron.	Modèles de régression pour le *score global PLM* et pour les dimensions relatives à la *plate-forme environnementale PLM*	-
H4a	Annexe 8	Tous	Modèle de régression de base pour le *score global avantages concurrentiels*	Figure 4.5
			Modèles de régression pour les dimensions relatives aux *avantages concurrentiels*	-
H4a	Annexe 9	Métal	Modèles de régression pour le score global avantages concurrentiels et pour les dimensions relatives aux *avantages concurrentiels*	-
H4a	Annexe 10	Élect./électron.	Modèles de régression pour le score global avantages concurrentiels et pour les dimensions relatives aux *avantages concurrentiels*	-
H4b	Annexe 11	Tous	Modèle de régression de base pour le *score global avantages concurrentiels*	Figure 4.6
			Modèles de régression pour les dimensions relatives aux *avantages concurrentiels*	-
H4b	Annexe 12	Métal	Modèles de régression pour le score global avantages concurrentiels et pour les dimensions relatives aux *avantages concurrentiels*	-
H4b	Annexe 13	Élect./électron.	Modèles de régression pour le score global avantages concurrentiels et pour les dimensions relatives aux *avantages concurrentiels*	-

4.4.3 Analyse des effets modérateurs

Dans une deuxième étape, des analyses de régressions multiples modérées ont pu être effectuées à partir des modèles de régression de base développés ci-dessus. Cette méthode consiste d'abord à combiner, sous forme de produits croisés appelés facteurs d'interaction, les variables modératrices retenues avec les variables indépendantes retenues. Ensuite, cette méthode évalue si ces produits croisés apportent une contribution additionnelle significative à la capacité explicative du modèle de régression élaboré jusque là. On est alors en mesure d'identifier les facteurs d'interaction ayant un effet modérateur significatif sur les relations analysées.

À cet égard, une vérification, appelée F-test, est effectuée afin de déterminer le niveau de signification des effets modérateurs observés. Le F-test est exécuté au moyen de la formule suivante[23] :

$$F = \frac{\Delta R^2 / M}{(1 - R^2) / (n - k - 1)}$$

Selon cette formule, R^2 représente le taux de variance expliqué par les variables indépendantes dans le modèle de régression final, calculé suite à l'introduction des facteurs modérateurs. ΔR^2 représente la variation du taux de variance expliqué suite à l'introduction du facteur modérateur dans le modèle de régression, M représente le nombre de facteurs d'interaction introduits jusque là dans le modèle de régression, n représente la taille de l'échantillon (c'est-à-dire le nombre de produits provenant des deux secteurs d'activités), et k le nombre total de variables présentes dans le modèle lors de l'exécution de la régression

modérée finale. Le niveau de signification des résultats des F-test sont représentés par les valeurs ***p*** calculées pour les ΔR^2 des Tableaux 4.14 à 4.21 et des Figures 4.8, 4.10 et 4.11. Plus les valeurs ***p*** des F sont petits, plus les effets modérateurs sont importants.

Dans un premier temps, les analyses seront effectuées en regroupant les produits issus des deux secteurs d'activités. L'effet sectoriel sera analysé dans un second temps. Cette démarche est valable pour les hypothèses de recherche H3, H4a et H4b.

4.4.3.1 Vérification de l'hypothèse de recherche H3

L'intention initiale de l'hypothèse de recherche H3, telle qu'illustrée à la Figure 4.7, consiste à démontrer que les relations entre le concept *plate-forme environnementale PLM,* et ses déterminants du bloc *caractéristiques du produit,* sont modérées par les trois blocs de variables modératrices *firme*, *stratégies corporatives* et *environnement concurrentiel.*

Puisque le concept *plate-forme environnementale PLM* comporte les cinq dimensions *marketing*, *conception*, *fabrication*, *distribution* et *logistique inverse* ainsi qu'une mesure composite nommée *score global PLM* qui intègre ces cinq dimensions, cela fait en sorte que l'effet des variables modératrices doit être évalué pour un ensemble de six relations pour chaque déterminant.

Cependant, comme il en a été discuté à la section 4.4.2, l'exécution de régressions hiérarchiques aura permis de réduire l'envergure de ce modèle de départ comme l'illustre la Figure 4.8.

---

[23] Cette formule est applicable à toutes les analyses régressives modérées concernant les hypothèses de recherche H3, H4a, et H4b.

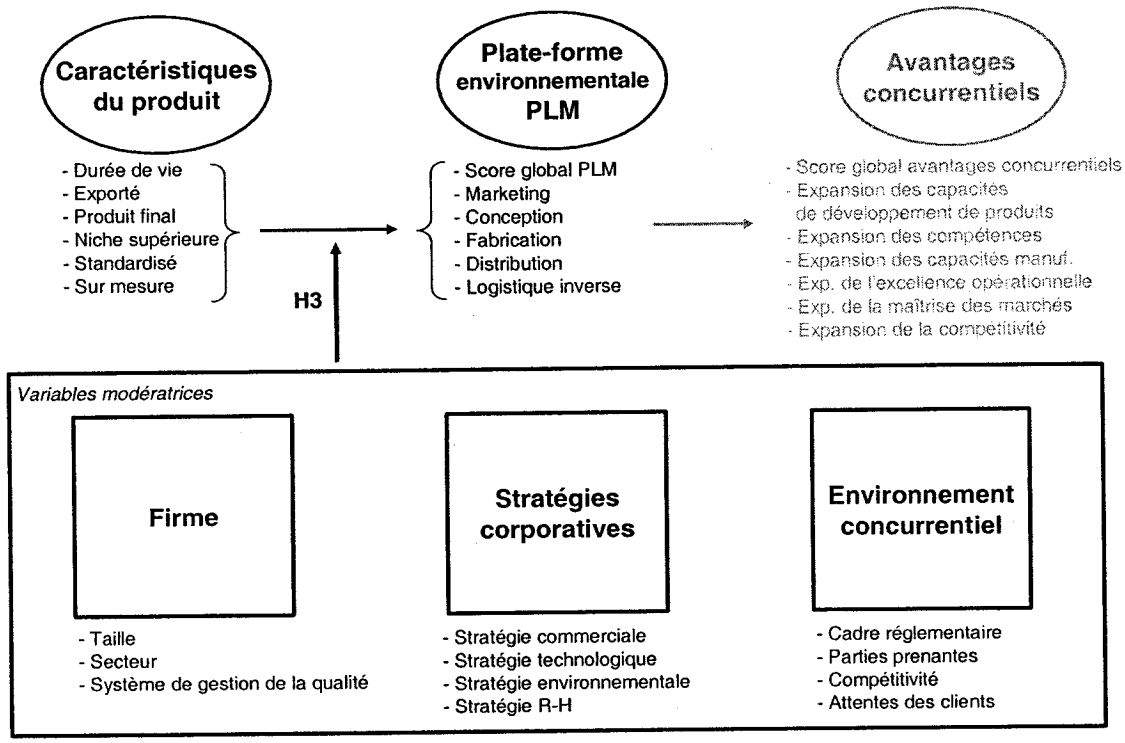


Figure 4.7 : Modèle de départ pour l'hypothèse de recherche H3

En guise de repère, il est à noter que les valeurs de ΔR^2 présentées à la Figure 4.8 sont les mêmes que celles que l'on retrouve à la dernière ligne du Tableau 4.14. L'observation de la Figure 4.8 permet de représenter les interactions significatives qui apparaissent lorsque les relations impliquant les dimensions *marketing*, *conception*, *fabrication* et le *score global PLM* avec les variables prédictives *exporté* et *sur mesure* sont exposées aux variables modératrices retenues.

Par contre, il est également possible d'observer qu'aucun effet modérateur significatif n'est relevé pour les relations impliquant les dimensions *distribution* et *logistique inverse* (ΔR^2 non significatifs).

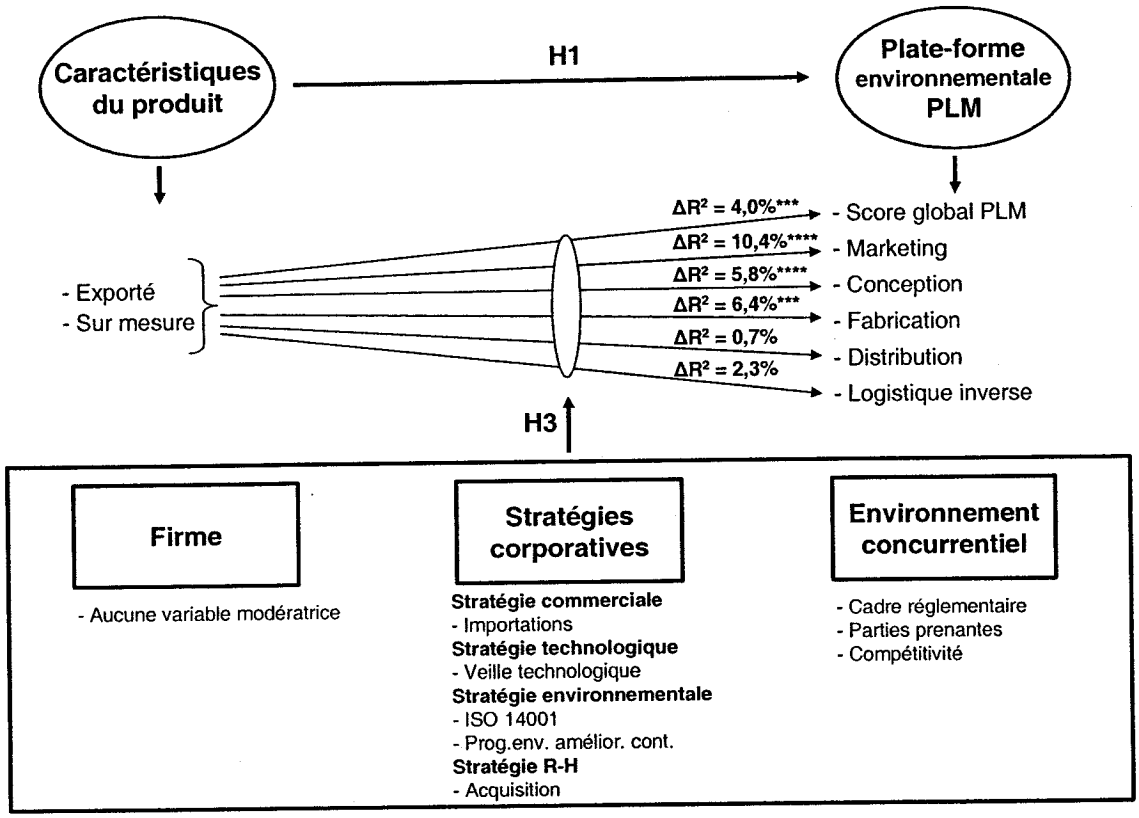


Figure 4.8 : Vérification de l'hypothèse de recherche H3

Le Tableau 4.14 démontre que la relation concernant la dimension *marketing* est celle pour laquelle les interactions sont les plus importantes (ΔR^2 = 10,4%***), faisant passer la variance totale expliquée R^2 à 53,0%****. De plus, les interactions observées auprès des relations impliquant les dimensions *fabrication* (ΔR^2 = 6,4%***), *conception* (ΔR^2 = 5,8%****) et le *score global PLM* (ΔR^2 = 4,0%***) sont significatives quoique de moindre importance. Il est à noter que les valeurs de R^2 préalables à l'introduction des facteurs d'interaction étaient élevées, et que cela limite donc l'envergure potentielle de la contribution additionnelle de ces facteurs d'interaction.

Tableau 4.14 : Facteurs d'interaction pour l'hypothèse H3 pour les deux secteurs regroupés

Facteurs d'interaction	Marketing	Conception	Fabrication	Distribution	Logistique inverse	Score global PLM
N = 166	β	β	β	β	β	β
(1.1) sur mesure X importations	-	-0,53***	-0,39*	-	-	-0,41**
(1.2) sur mesure X veille technologique	-	-	-	-	-	-
(1.3) sur mesure X ISO14001	-	-	-	-	0,61**	-
(1.4) sur mesure X prog. env. d'amélior. continue	-	-	-	-	-	-
(1.5) sur mesure X acquisition	0,67*	0,69**	-	-	-	0,51*
(1.6) sur mesure X cadre réglementaire	0,81*	-0,93**	-	-	-	-
(1.7) sur mesure X parties prenantes	0,88*	0,80**	0,82*	0,89*	-	0,76**
(1.8) sur mesure X compétitivité	-1,42***	-0,96***	-	-	0,79*	-0,69**
(2.1) exporté X importations	-	-	-	-	-	-
(2.2) exporté X veille technologique	-	-	-	-	-	-
(2.3) exporté X ISO14001	-	-	-	-	-	-
(2.4) exporté X prog. env. d'amélior. continue	0,52*	-	-	-	-	-
(2.5) exporté X acquisition	-	-0,56*	-	-	-	-
(2.6) exporté X cadre réglementaire	-0,72**	-	-0,79**	-	-	-0,43*
(2.7) exporté X parties prenantes	-	-	-	-	-	-
(2.8) exporté X compétitivité	-	-	-	-0,69**	-	-
R^2 ajusté cumulatif	***53,0%****	***69,1%****	***61,6%****	***52,2%****	***50,5%****	***76,0%****
ΔR^2 ajusté	***10,4%****	***5,8%****	***6,4%****	***0,7%***	***2,3%***	***4,0%****

* p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

En théorie, la présence de telles interactions significatives indique que des variables modératrices modifient la forme de la relation entre la variable dépendante et ses déterminants (Sharma et al., 1981; Christmann, 2000; Lefebvre et al., 1997). Par contre, le fait de devoir analyser les interactions impliquant quatre variables dépendantes, deux variables prédictives et huit variables modératrices peut compliquer l'examen détaillé des facteurs d'interaction présentés au Tableau 4.14. Afin de préserver le sens des résultats

obtenus, il est proposé d'analyser ceux-ci verticalement, par rapport aux dimensions de la *plate-forme environnementale PLM.*

Ainsi, la dimension *marketing* comporte 6 facteurs d'interaction significatifs. La variable *cadre réglementaire* modère la forme de la relation entre *marketing* et ses deux déterminants *sur mesure* et *exporté* (facteurs d'interaction 1.6 et 2.6). Cependant, le facteur d'interaction 2.6 est relié de manière négative à la dimension *marketing.* Les autres variables qui modèrent la forme de la relation entre la dimension *marketing* et son déterminant *sur mesure* sont *acquisition (1.5), parties prenantes (1.7)* et *compétitivité (1.8).* La variable *programme environnemental d'amélioration continue* modère aussi la forme de la relation entre la dimension *marketing* et son déterminant *exporté (2.4).*

La dimension *conception* comporte aussi six facteurs d'interaction significatifs. La variable *acquisition* modère la forme de la relation entre *conception* et ses deux déterminants *sur mesure* et *exporté* (facteurs d'interaction 1.5 et 2.5). Cependant, le facteur d'interaction 2.5 est relié de manière négative à la dimension *conception.* Les autres variables qui modèrent la forme de la relation entre la dimension *conception* et son déterminant *sur mesure* sont *importations (1.1), cadre réglementaire (1.6), parties prenantes (1.7)* et *compétitivité (1.8).*

La dimension *fabrication* comporte seulement trois facteurs d'interaction significatifs. Les variables *importations (1.1)* et *parties prenantes (1.7)* modèrent la forme de la relation entre la dimension *fabrication* et son déterminant *sur mesure.* La variable *cadre réglementaire* modère quant à elle la forme de la relation entre cette dimension et le déterminant *exporté* (2.6).

Enfin, cinq facteurs d'interaction significatifs sont relevés pour le *score global PLM.* Les variables *importations (1.1), acquisition (1.5), parties prenantes (1.7)*

et *compétitivité (1.8)* modèrent la forme de la relation entre le *score global PLM* et son déterminant *sur mesure*. La variable *cadre réglementaire (2.6)* est la seule à modérer la relation entre le *score global PLM* et le déterminant *exporté*.

Il est à noter que les relations impliquant le déterminant *sur mesure* sont plus fréquemment sujettes à des interactions de la part des variables modératrices que les relations impliquant le déterminant *exporté*. Il est également à noter que la variable *parties prenantes* interagit le plus fréquemment auprès des relations impliquant le déterminant *sur mesure (1.7)*, alors que dans le cas des relations impliquant le déterminant *exporté* c'est la variable modératrice *cadre réglementaire (2.6)* qui présente les interactions significatives les plus fréquentes. Dans ce dernier cas, les interactions sont toutefois négatives.

Préalablement à l'introduction des variables modératrices, l'hypothèse de recherche H1 a démontré que le type et l'intensité des initiatives environnementales mises de l'avant par la firme au niveau de la *plate-forme environnementale PLM* peuvent être expliqués par les déterminants du bloc *caractéristiques du produit* (Les résultats du **Erreur ! Référence non valide pour un signet.** permettent d'abord de remarquer que les six variables du bloc *caractéristiques du produit* expliquent 31%**** de la variance observée sur la mesure *score global PLM*. L'analyse des coefficients bêtas standardisés (β) permet aussi d'extraire les informations supplémentaires suivantes : Le fait que le produit soit un produit de *niche supérieure* (β = 0,28****), qu'il soit conçu *sur mesure* (β = 0,25****), et qu'il soit *exporté* (β = 0,23****) sont les trois variables démontrant le potentiel explicatif le plus élevé relativement à la mesure *score global PLM* ; de plus, le fait que le produit soit doté d'une *durée de vie* plus élevée (β = 0,14**), et que le produit soit fabriqué selon des processus *standardisés* (β = 0,12*) sont également des déterminants significatifs de cette

mesure ; enfin, le fait qu'il s'agisse d'un *produit final* ne semble pas avoir d'impact sur la mesure *score global PLM.*

Tableau 4.7, p.168). Par contre, l'introduction des variables modératrices retenues, illustrées à la Figure 4.8, vient modérer la forme des relations prévalant entre la *plate-forme environnementale PLM* et ses déterminants. Ces interactions ne sont toutefois significatives que pour les dimensions *marketing, conception, fabrication* et le *score global PLM.* De plus, seuls les déterminants *sur mesure* et *exporté* interagissent de manière significative avec les variables modératrices retenues. Dans le cas du déterminant *sur mesure*, il est intéressant de souligner le fait que, bien qu'il n'ait pas de pouvoir explicatif significatif auprès de la dimension *marketing* (Les résultats du **Erreur ! Référence non valide pour un signet.** permettent d'abord de remarquer que les six variables du bloc *caractéristiques du produit* expliquent 31%**** de la variance observée sur la mesure *score global PLM.* L'analyse des coefficients bêtas standardisés (β) permet aussi d'extraire les informations supplémentaires suivantes : Le fait que le produit soit un produit de *niche supérieure* (β = 0,28****), qu'il soit conçu *sur mesure* (β = 0,25****), et qu'il soit *exporté* (β = 0,23****) sont les trois variables démontrant le potentiel explicatif le plus élevé relativement à la mesure *score global PLM* ; de plus, le fait que le produit soit doté d'une *durée de vie* plus élevée (β = 0,14**), et que le produit soit fabriqué selon des processus *standardisés* (β = 0,12*) sont également des déterminants significatifs de cette mesure ; enfin, le fait qu'il s'agisse d'un *produit final* ne semble pas avoir d'impact sur la mesure *score global PLM.*

Tableau 4.7, p.168), ce déterminant entretient cependant des relations synergiques avec certaines variables modératrices (facteurs 1.5, 1.6, 1.7, 1.8 du Tableau 4.14), de telle sorte que des interactions se développent et viennent modérer significativement la forme des relations entre la dimension *marketing* et

ses déterminants. Cela met donc en évidence l'importance de l'effet modérateur dans ce cas particulier et vient complémenter notre compréhension du phénomène observé. L'hypothèse de recherche H3 est donc partiellement vérifiée.

4.4.3.2. Analyse de l'effet sectoriel sur l'hypothèse de recherche H3

Une vérification de l'effet sectoriel pour l'hypothèse de recherche H3 est maintenant présentée, comme ce fut le cas pour les hypothèses H1 et H2. Le Tableau 4.15 présente les facteurs d'interaction significatifs pour les produits issus du secteur des produits métalliques, alors que le Tableau 4.16 fait de même pour les produits issus du secteur des produits électriques / électroniques.

Une première comparaison de ces deux tableaux fait ressortir que les facteurs d'interaction significatifs sont beaucoup plus nombreux pour les produits électriques / électroniques. En effet, le Tableau 4.16 permet de dénombrer 24 facteurs d'interaction significatifs pour les produits électriques / électroniques, alors que le Tableau 4.15 permet d'en dénombrer seulement 16 pour les produits métalliques.

De plus, en ce qui concerne les produits métalliques (Tableau 4.15), les dimensions pour lesquelles des effets modérateurs significatifs sont observés sont *marketing* ($\Delta R^2 = 20{,}3^{***}$), *fabrication* ($\Delta R^2 = 19{,}3^{***}$), *logistique inverse* ($\Delta R^2 = 11{,}4^{**}$) et le *score global PLM* ($\Delta R^2 = 9{,}8^{**}$). Dans le cas des produits électriques / électroniques (Tableau 4.16), ce sont les mêmes dimensions qu'à la section précédente où les produits des deux secteurs étaient considérés simultanément, soit *marketing* ($\Delta R^2 = 15{,}2^{****}$), *conception* ($\Delta R^2 = 8{,}5^{****}$), *fabrication* ($\Delta R^2 = 6{,}8^{***}$) et le *score global PLM* ($\Delta R^2 = 4{,}8^{***}$).

Tableau 4.15 : Facteurs d'interaction pour l'hypothèse H3 pour le secteur des produits métalliques

Facteurs d'interaction	Marketing	Conception	Fabrication	Distribution	Logistique inverse	Score global PLM
(n_1 = 77)	β	β	β	β	β	β
(1.1) sur mesure **X** importations	-	-	-	-	-	-
(1.2) sur mesure **X** veille technologique	-	-	-	-	-	-
(1.3) sur mesure **X** ISO14001	-	-	-	-1,33*	1,18*	-
(1.4) sur mesure **X** prog. env. d'amélior. continue	-	2,60**	-	-	-	-
(1.5) sur mesure **X** acquisition	-	-	-	-	-	-
(1.6) sur mesure **X** cadre réglementaire	1,90**	-	-	-	-	-
(1.7) sur mesure **X** parties prenantes	-	-	-	-	-	-
(1.8) sur mesure **X** compétitivité	-	-1,87***	-	-	-	-1,21*
(2.1) exporté **X** importations	-	-	-	-	-	-
(2.2) exporté **X** veille technologique	-	-	-0,91*	-	-	-
(2.3) exporté **X** ISO14001	-	-	0,65***	-	-	0,41**
(2.4) exporté **X** prog. env. d'amélior. continue	-	-	-	-	-	-
(2.5) exporté **X** acquisition	-1,57*	-	-	-	-	-
(2.6) exporté **X** cadre réglementaire	-1,39**	-1,35**	-1,67***	-	-1,50**	-1,86***
(2.7) exporté **X** parties prenantes	-	-	0,72*	-	-	-
(2.8) exporté **X** compétitivité	-	-	-	-	-	-
R^2 ajusté cumulatif	***42,8%****	***55,0%****	***62,4%****	***39,4%****	***51,5%****	***62,7%****
ΔR^2 ajusté	***20,3%****	***8,9%**	***19,3%****	***-1,0%***	***11,4%***	***9,8%***

* p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

Aussi, l'observation de ces deux tableaux fait ressortir que le déterminant *exporté* joue un rôle plus important lorsque les secteurs sont analysés séparément. La dimension *marketing* est celle pour laquelle les relations avec ses déterminants sont sujettes aux interactions les plus significatives, quelque soit le secteur, comme en font foi les valeurs de ΔR^2. Par contre, à l'opposé, les

relations de la dimension *distribution* avec ses déterminants ne subissent aucune interaction significative, quelque soit le secteur.

Tableau 4.16 : Facteurs d'interaction pour l'hypothèse H3 pour le secteur des produits électriques / électroniques

Facteurs d'interaction	Marketing	Conception	Fabrication	Distribution	Logistique inverse	Score global PLM
(n_2 = 89)	β	β	β	β	β	β
(1.1) sur mesure **X** importations	-	-0,84***	-0,81**	-	-	-0,72***
(1.2) sur mesure **X** veille technologique	-1,07**	-	-	-	-	-
(1.3) sur mesure **X** ISO14001	-	-0,39*	-0,73**	-	-	-0,43**
(1.4) sur mesure **X** prog. env. d'amélior. continue	-	-	-	-	1,68*	-
(1.5) sur mesure **X** acquisition	-	-	-	-	-	-
(1.6) sur mesure **X** cadre réglementaire	2,05**	-2,10***	-	-	-	-1,07*
(1.7) sur mesure **X** parties prenantes	-	-	-	-	-	-
(1.8) sur mesure **X** compétitivité	-2,51***	-	-	-	-	-
(2.1) exporté **X** importations	-	0,76**	-	-	-	0,49*
(2.2) exporté **X** veille technologique	-	1,01**	-	-	-	0,76*
(2.3) exporté **X** ISO14001	-	-	-	-	-	-
(2.4) exporté **X** prog. env. d'amélior. continue	0,88**	0,54*	-	-	-	0,53**
(2.5) exporté **X** acquisition	-	-0,73*	-	-	-	-
(2.6) exporté **X** cadre réglementaire	-	-	-	-	-	-
(2.7) exporté **X** parties prenantes	-1,97*	-2,42***	-	-	-	-1,70**
(2.8) exporté **X** compétitivité	-	1,32*	-	-	-	-
R^2 ajusté cumulatif	***73,0%****	***85,8%****	***75,7%****	***82,5%****	***59,2%****	***89,3%****
ΔR^2 ajusté	***15,2%****	***8,5%****	***6,8%****	***1,7%***	***0,9%***	***4,8%****

* p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

Du coté des produits métalliques, c'est la dimension *fabrication* qui semble la plus sensible à la présence de variables modératrices, puisqu'elle comporte le plus grand nombre de facteurs d'interaction significatifs pour ce secteur

(facteurs 2.2, 2.3, 2.6, 2.7 du Tableau 4.15). Toutefois, ces facteurs dépendent exclusivement de la contribution du déterminant *exporté*. En ce qui concerne les produits électriques / électroniques, c'est la dimension *conception* qui est la plus sensible aux variables modératrices, puisqu'on y observe neuf facteurs d'interaction (facteurs 1.1, 1.3, 1.6, 2.1, 2.2, 2.4, 2.5, 2.7, 2.8 du Tableau 4.16).

Finalement, la séparation de l'échantillon en deux groupes relatifs à chacun des secteurs aura permis de faire ressortir le rôle de certaines variables modératrices dont la contribution est annihilée lorsque les produits des deux secteurs sont analysés simultanément. Effectivement, les variables modératrices suivantes ne présentent aucune interaction significative au Tableau 4.14, alors que c'est le cas soit au Tableau 4.15 ou au Tableau 4.16 : *importations* (1.1, 2.1), *veille technologique* (1.2, 2.2), *ISO 14001* (1.3, 2.3), *programme environnemental d'amélioration continue* (2.4), *parties prenantes* (2.7).

L'analyse des résultats élaborée ci-dessus confirme donc que l'effet des variables modératrices auprès des relations impliquant la *plate-forme environnementale PLM* et ses déterminants *sur mesure* et *exporté* peut fluctuer en fonction du secteur selon lequel proviennent les produits étudiés.

4.4.3.3. Vérification de l'hypothèse de recherche H4

L'intention de l'hypothèse de recherche H4, telle qu'illustrée à la Figure 4.9, consiste à démontrer que les relations entre les dimensions du concept *avantages concurrentiels* et leurs déterminants du bloc *plate-forme environnementale PLM* sont modérées par les trois blocs de variables modératrices *firme, stratégies corporatives* et *environnement concurrentiel.* Cependant, cette hypothèse de recherche doit être étudiée en deux étapes, afin

de permettre le traitement séparé de la variable composite *score global PLM* (H4a) par rapport à celui des cinq dimensions qu'elle intègre soit *marketing, conception, fabrication, distribution* et *logistique inverse* (H4b).

Ainsi, le concept *avantages concurrentiels* se décompose en six dimensions en plus de comprendre une mesure composite nommée *score global avantages concurrentiels* qui intègre ces six dimensions. Il y a donc un ensemble de sept relations pour lesquelles doit être évalué l'effet des variables modératrices pour chaque déterminant retenu, tant pour H4a que pour H4b.

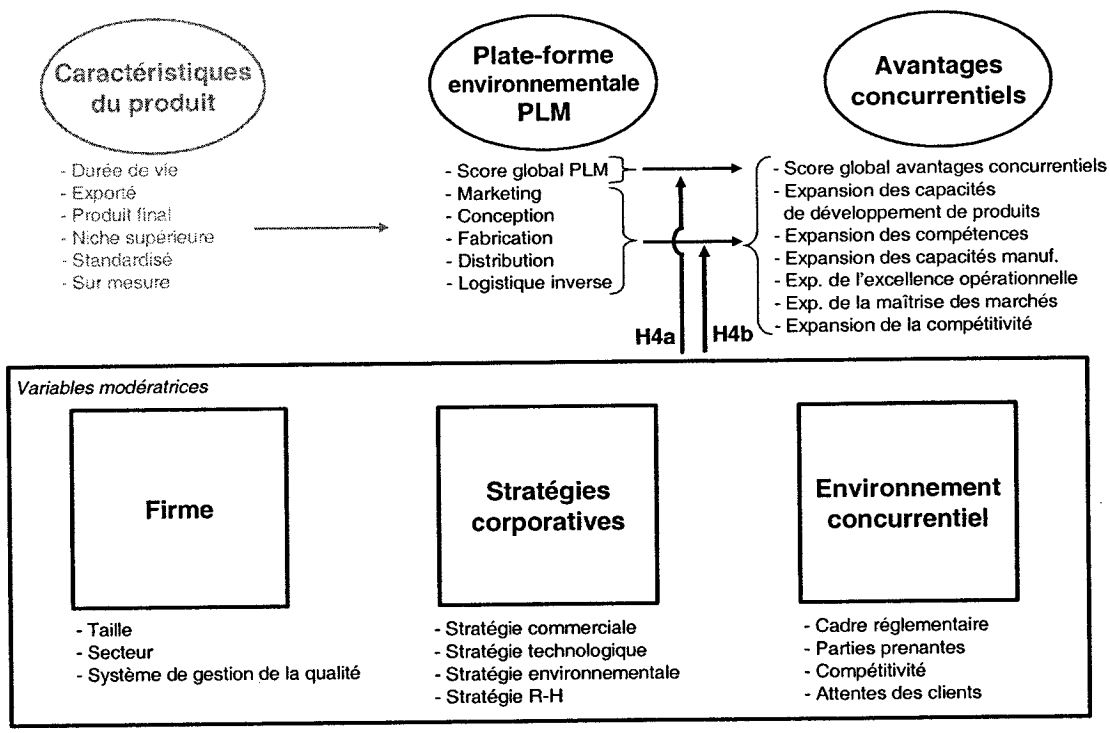


Figure 4.9 : Modèle de départ pour les hypothèses de recherche H4a et H4b

Cependant, comme il en a été discuté à la section 4.4.2, l'exécution de régressions hiérarchiques aura permis de réduire l'envergure de ce modèle de départ comme l'illustre la Figure 4.10 dans le cas de l'hypothèse H4a et la Figure 4.11 dans le cas de l'hypothèse H4b. Les deux prochaines sous-sections

présentent les analyses des résultats obtenus pour les hypothèses de recherche H4a et H4b respectivement.

4.4.3.3.1 Hypothèse de recherche H4a

En ce qui concerne les relations illustrées à la Figure 4.10 entre *score global PLM* et le bloc *avantages concurrentiels* (H4a), les interactions de la part des variables modératrices s'avèrent relativement faibles, et ne sont significatives que pour les trois dimensions *expansion des capacités de développement de produit* (ΔR^2 = 3,2%), *expansion des capacités manufacturières* (ΔR^2 = 1,9%) et *expansion de l'excellence opérationnelle* (ΔR^2 = 3,2%). Si l'on considère que, pour les relations prévalant entre le *score global PLM* et ces trois dimensions, les niveaux initiaux de variance expliquée étaient de R^2 = 59,6%, 50,9% et 55,3% respectivement, ces contributions additionnelles s'avèrent donc mineures.

Ainsi, un effet modérateur significatif mais relativement faible se manifeste au niveau de la forme de ces relations. L'effet explicatif du déterminant *score global PLM* auprès des trois dimensions du bloc *avantages concurrentiels* identifiées ci-dessus est donc nuancé lorsque ces relations sont exposées aux conditions décrites par les variables modératrices retenues.

En guise de repaire, il est à noter que les valeurs de ΔR^2 présentées à la Figure 4.10 sont les mêmes que celles qui figurent à la dernière ligne du Tableau 4.17.

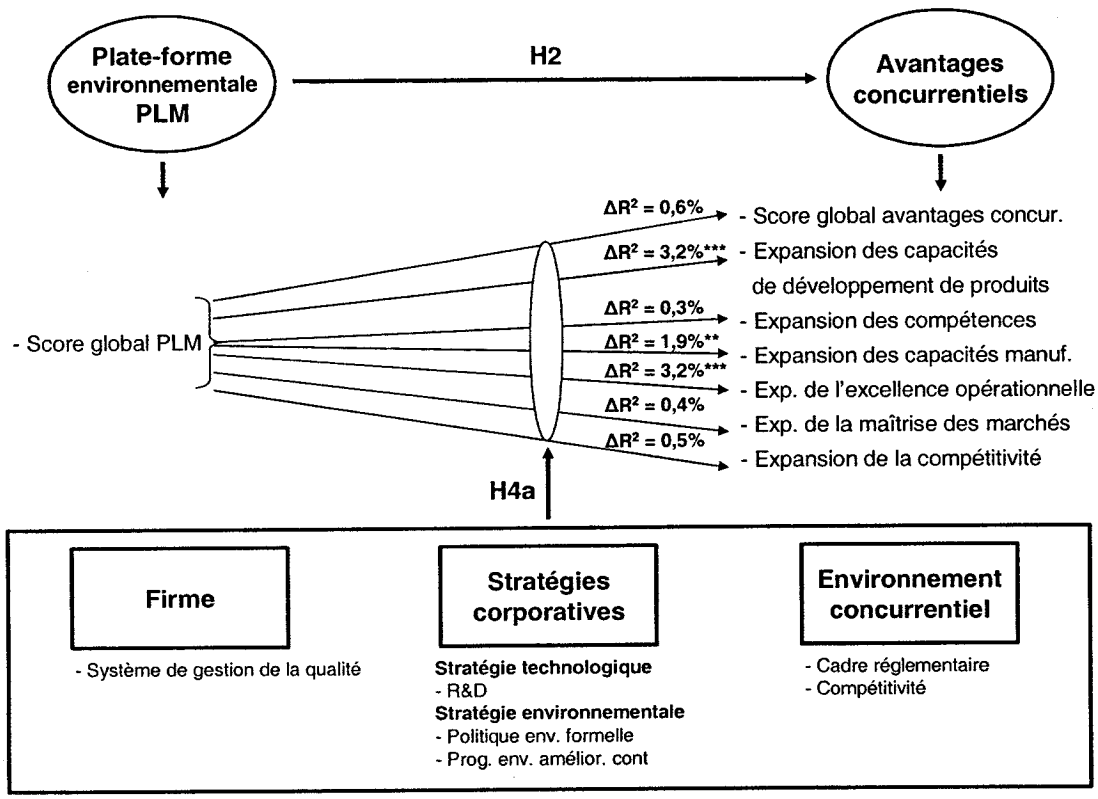


Figure 4.10 : Vérification de l'hypothèse de recherche H4a

Ainsi, le Tableau 4.17 présente les facteurs d'interaction significatifs au niveau des relations prévalant entre les dimensions du bloc *avantages concurrentiels* et leur déterminant *score global PLM*. De fait, la dimension *expansion de l'excellence opérationnelle* comporte quatre facteurs d'interaction significatifs. Cependant, le facteur d'interaction 1.1 qui combine le déterminant *score global PLM* et la variable modératrice *système de gestion de la qualité* interagit de manière négative. Les autres variables qui modèrent la forme de la relation entre cette dimension et son déterminant *score global PLM* sont *R&D (1.2)*, *politique environnementale formelle (1.3)* et *cadre réglementaire (1.5)*.

La dimension *expansion des capacités de développement de produit* comporte quant à elle trois facteurs d'interaction significatifs. Les facteurs d'interaction qui combinent le déterminant *score global PLM* et les variables modératrices

politiques environnementale formelle (1.3) et *compétitivité* (1.6) interagissent positivement alors que le facteur impliquant la variable modératrice *programme environnemental d'amélioration continue* (1.4) interagit négativement.

La dimension *expansion des capacités manufacturières* est la dernière dont la relation avec le déterminant *score global PLM* démontre des effets modérateurs significatifs en relation avec deux facteurs d'interaction. Ainsi, l'exposition de la variable modératrice *systèmes de gestion de la qualité* au déterminant *score global PLM* crée des interactions négatives, alors que lorsque la variable modératrice *cadre réglementaire* est mise en présence de ce même déterminant, des interactions positives se manifestent au niveau de la forme de la relation entre la dimension *expansion des capacités manufacturières* et son déterminant *score global PLM.*

Tableau 4.17 : Facteurs d'interaction pour l'hypothèse H4a pour les deux secteurs regroupés

Facteurs d'interaction	Exp. des capacités de dév. Produit	Exp. des compétences	Exp. des capacités manufact.	Exp. de l'excellence opér.	Exp. de la maîtrise des marchés	Exp. de la compétitivité	Score global Avantages concur.
(n = 185)	β	β	β	β	β	β	β
(1.1) score global PLM **X** syst. de gestion de la qualité	-	-	-0,63**	-0,49**	-	-0,45*	-0,42**
(1.2) score global PLM **X** R&D	-	-	-	0,72**	0,52**	-	-
(1.3) score global PLM **X** politique env. formelle	1,60***	1,37*	-	1,24*	-	-	-
(1.4) score global PLM **X** prog. env. d'amélior. continue	-2,05**	-1,50*	-	-	-	-	-
(1.5) score global PLM **X** cadre réglementaire	-	-	1,17***	0,73*	-	-	0,61**
(1.6) score global PLM **X** compétitivité	1,04**	-	-	-	-	-	-
R^2 ajusté cumulatif	***62,8%****	***57,9%****	***52,8%****	***58,5%****	***74,4%****	***61,0%****	***74,1%****
ΔR^2 ajusté	***3,2%****	***0,3%***	***1,9%****	***3,2%****	***0,4%***	***0,5%***	***0,6%***

* p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

Toutefois, la forme des relations concernant les trois autres dimensions du bloc *avantages concurrentiels,* de même que celle des relations impliquant la variable composite *score global avantages concurrentiels*, n'est pas sujette à de tels effets modérateurs. La constatation que le nombre et l'intensité des interactions impliquant le déterminant *score global PLM* soient limités peut s'expliquer par le fait qu'il s'agit d'une mesure composite qui intègre un grand nombre de variables, ce qui peut atténuer les interactions individuelles de ces variables. Cela procure donc un support partiel pour l'hypothèse de recherche H4a.

4.4.3.3.2 Hypothèse de recherche H4b

En ce qui concerne l'hypothèse de recherche H4b, la Figure 4.11 permet de constater que les relations entre les dimensions du bloc avantages concurrentiels et ses déterminants *marketing* et *distribution* subissent des interactions de la part de toutes les variables modératrices retenues (les ΔR^2 varient de manière significative entre 2,3% et 7,6%). Les deux dimensions pour lesquelles les effets modérateurs sont les plus significatifs sont *expansion des compétences* (7,6%****) et *expansion des capacités manufacturières* (7,3%****).

En guise de repaire, il est à noter que ces valeurs de ΔR^2 sont les mêmes que celles qui figurent à la dernière ligne du Tableau 4.18. D'ailleurs, le Tableau 4.18 présente les facteurs d'interaction significatifs au niveau des relations prévalant entre les dimensions du bloc *avantages concurrentiels* et leurs déterminants *marketing* et *distribution.* Ainsi, la dimension *expansion des compétences* comporte neuf facteurs d'interaction significatifs, ce qui est considérable. Les deux autres dimensions qui sont influencées par le plus grand nombre de facteurs d'interaction sont *expansion des capacités manufacturières* (sept

facteurs d'interaction) et *expansion de l'excellence opérationnelle* (5 facteurs d'interaction).

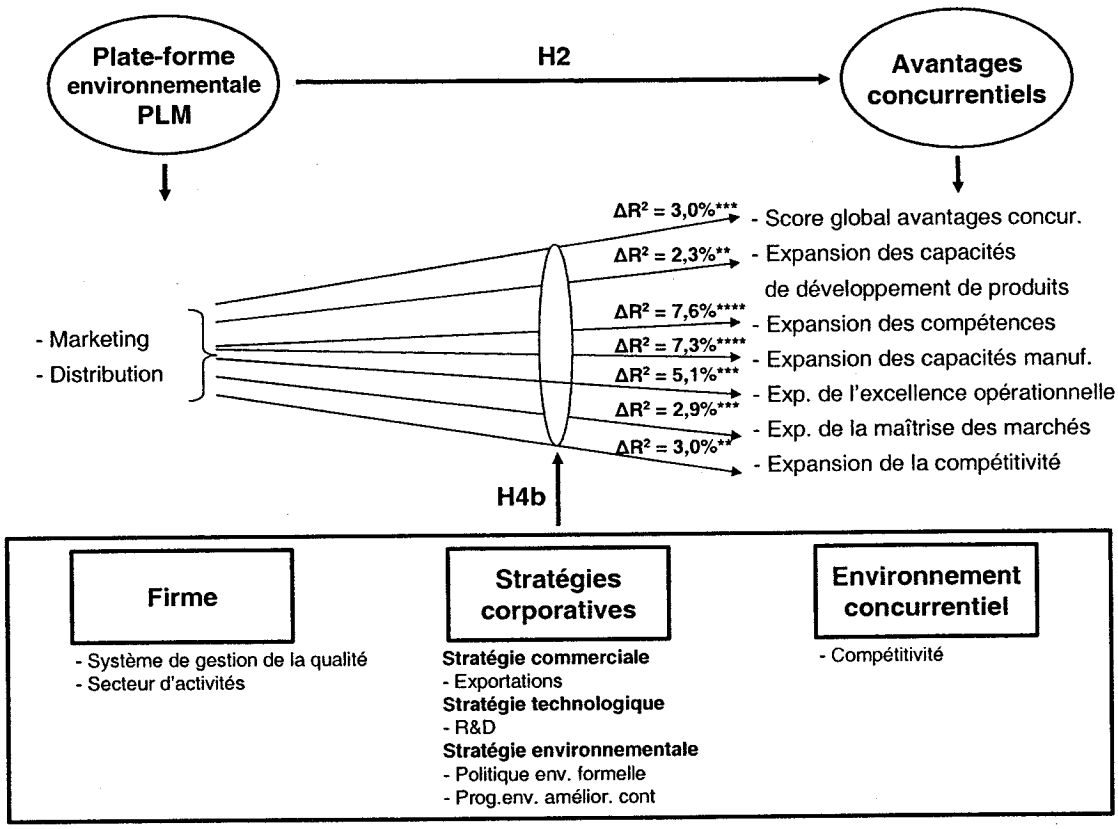


Figure 4.11 : Vérification de l'hypothèse de recherche H4b

Le Tableau 4.18 permet également d'observer que la variable modératrice *système de gestion de la qualité* est toujours impliquée dans la génération d'effets modérateurs positifs, tant auprès de la dimension *marketing* que de la dimension *distribution* (facteurs 1.1 et 2.1). Il en va de même pour la variable modératrice *programme environnemental d'amélioration continue*, à la différence que cette dernière suscite des interactions négatives (facteurs 1.6 et 2.6). De plus, toujours en se basant sur le Tableau 4.18, l'on remarque que le déterminant *marketing* est vraiment très actif. En effet, avec les variables modératrices *secteur* (1.2), *exportation* (1.3) et *compétitivité* (1.7), il contribue à

des facteurs d'interaction qui modèrent significativement la forme des relations impliquant un total de cinq variables dépendantes. Finalement, il est à souligner que chacune des sept variables modératrices retenues interagit significativement au moins une fois avec les deux déterminants *marketing* et *distribution.*

Tableau 4.18 : Facteurs d'interaction pour l'hypothèse H4b pour les deux secteurs regroupés

Facteurs d'interaction	Exp. des capacités de dév. Produit	Exp. des compétences	Exp. des capacités manufact.	Exp. de l'excellence opér.	Exp. de la maîtrise des marchés	Exp. de la compétitivité	Score global Avantages concur.
(n = 183)	β	β	β	β	β	β	β
(1.1) marketing X syst. de gestion de la qualité	-	0,30*	-	-	-	0,34*	-
(1.2) marketing X secteur	0,56***	0,46**	0,36*	-	0,65****	-	0,42***
(1.3) marketing X exportations	-0,41***	-0,54****	-0,67****	-0,29*	-	-	-0,35***
(1.4) marketing X R&D	-	0,29*	0,42**	0,50***	-	-	0,21*
(1.5) marketing X politique env. formelle	1,21**	1,09**	-	-	0,69*	-	-
(1.6) marketing X prog. env. d'amélior. continue	-	-1,32**	-	-	-		-
(1.7) marketing X compétitivité	-	-0,73**	-0,71*	-1,07***	-	-1,13***	-0,81***
(2.1) distribution X syst. de gestion de la qualité	-	-	-	-	0,41**		-
(2.2) distribution X secteur	-	-	-	-	-0,33**	-0,39**	-
(2.3) distribution X exportations	-	0,63***	0,81****	0,51**	-		0,45***
(2.4) distribution X R&D	-	-	-	-0,56**	-		-
(2.5) distribution X politique env. formelle	-	-1,11**	-1,59**	-	-		-
(2.6) distribution X prog. env. d'amélior. continue	-	-	-	-	-1,09**		-
(2.7) distribution X compétitivité	-	-	0,87*	-	0,58*	0,67*	0,66**
R^2 ajusté cumulatif	***67,3%**** **	***67,8%**** **	***57,7%**** **	***59,8%**** **	***78,2%**** **	***68,9%**** **	***78,8%**** **
ΔR^2 ajusté	***2,3%*** **	***7,6%**** **	***7,3%**** **	***5,1%*** **	***2,9%*** **	***3,0%*** **	***3,0%*** **

* p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

En guise de conclusion en ce qui concerne l'hypothèse de recherche H4b, il est raisonnable d'affirmer que lorsque l'on observe les relations entre les

déterminants *marketing* et *distribution* et les six dimensions du bloc *avantages concurrentiels*, incluant la variable composite *score global avantages concurrentiels*, en présence des variables modératrices retenues, telles qu'illustrées au Tableau 4.18, un effet modérateur significatif se manifeste au niveau de la forme de ces relations. De plus, les deux variables *marketing* et *distribution* n'avaient pas de pouvoir explicatif significatif sur la dimension *expansion des capacités manufacturières* préalablement à l'introduction des variables modératrices retenues dans le modèle (Tableau 4.9, p.173). C'est donc dire que les variables *marketing* et *distribution* entretiennent des synergies avec certaines variables modératrices. Ces synergies viennent modérer la forme de relations pour lesquelles ces deux déterminants n'ont aucun pouvoir explicatif à prime abord. Cela témoigne de l'importance de l'effet modérateur dans ce cas particulier. Suite à ces résultats, il est donc possible de conclure que l'hypothèse de recherche H4b est vérifiée.

4.4.3.4 Analyse de l'effet sectoriel sur les hypothèses de recherche H4a et H4b

Une vérification de l'effet sectoriel pour les hypothèses de recherche H4a et H4b est maintenant présentée, comme ce fut le cas pour l'hypothèse H3. Dans le cas de l'hypothèse H4a, le Tableau 4.19 présente les facteurs d'interaction significatifs pour les produits issus du secteur des produits métalliques, alors que le Dans le cas des produits électriques / électroniques (**Erreur ! Référence non valide pour un signet.**), c'est justement la dimension *expansion de l'excellence opérationnelle* qui est la seule à être sujette à un effet modérateur significatif (ΔR^2 = 4,8***). Dans ce cas, seul le facteur d'interaction 1.3 est significatif. Ainsi, la variable modératrice *politique environnementale formelle* modère la forme de la relation entre la dimension *expansion de l'excellence opérationnelle* et son déterminant *score global PLM*.

Tableau 4.20 fait de même pour les produits tirés du secteur des produits électriques / électroniques.

Une première comparaison de ces deux tableaux fait ressortir que les facteurs d'interaction significatifs sont beaucoup plus nombreux pour les produits métalliques (Tableau 4.19) que pour les produits électriques / électroniques (Dans le cas des produits électriques / électroniques (**Erreur ! Référence non valide pour un signet.**), c'est justement la dimension *expansion de l'excellence opérationnelle* qui est la seule à être sujette à un effet modérateur significatif ($\Delta R^2 = 4{,}8^{***}$). Dans ce cas, seul le facteur d'interaction 1.3 est significatif. Ainsi, la variable modératrice *politique environnementale formelle* modère la forme de la relation entre la dimension *expansion de l'excellence opérationnelle* et son déterminant *score global PLM.*

Tableau 4.20). Dans le cas des produits métalliques, les relations entre toutes les dimensions du bloc *avantages concurrentiels* ainsi que le *score global avantages concurrentiels* et leur déterminant *score global PLM* sont sujettes à des effets modérateurs significatifs. La dimension *expansion de la maîtrise des marchés* est celle qui comprend le plus grand nombre de facteurs d'interaction significatifs, soit cinq, et le ΔR^2 le plus élevé ($10{,}8^{****}$). Dans ce cas, seule la variable modératrice *R&D* ne présente pas de synergie avec le déterminant *score global PLM.* Par contre, la variable modératrice *cadre réglementaire* entretient des synergies avec le déterminant *score global PLM,* ce qui vient modérer la forme des relations de chacune des six dimensions de la variable dépendante, ainsi que pour le *score global avantages concurrentiels.* L'effet modérateur le moins significatif est relevé pour la dimension *expansion de l'excellence opérationnelle* ($\Delta R^2 = 4{,}1^{*}$), qui ne présente qu'un seul facteur d'interaction significatif.

Tableau 4.19 : Facteurs d'interaction pour l'hypothèse H4a pour le secteur des produits métalliques

Facteurs d'interaction	Exp. des capacités de dév. Produit	Exp. des compétences	Exp. des capacités manufact.	Exp. de l'excellence opér.	Exp. de la maîtrise des marchés	Exp. de la compétitivité	Score global Avantages concur.
(n_1 = 92)	β	β	β	β	β	β	β
(1.1) score global PLM X syst. de gestion de la qualité	-	-	-	-	-0,66*	-	-
(1.2) score global PLM X R&D	-	-	-	-		-	-
(1.3) score global PLM X politique env. formelle	-	2,03**	-	-	-2,05**	-	-
(1.4) score global PLM X prog. env. d'amélior. continue	-3,43***	-2,68**	-3,43***	-	1,84*	-	-
(1.5) score global PLM X cadre réglementaire	0,97*	1,69***	1,88***	1,85***	1,53***	1,72***	1,91****
(1.6) score global PLM X compétitivité	1,98***	-	-	-	-1,76***	-1,33*	-
R^2 ajusté cumulatif	***55,0%**** **	***52,1%**** **	***42,0%**** **	***49,4%**** **	***66,5%**** **	***60,8%**** **	***69,0%**** **
ΔR^2 ajusté	***9,0%**** **	***4,4%*** **	***10,1%**** **	***4,1%** **	***10,8%**** **	***4,5%*** **	***6,1%**** **

* p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

Dans le cas des produits électriques / électroniques (**Erreur ! Référence non valide pour un signet.**), c'est justement la dimension *expansion de l'excellence opérationnelle* qui est la seule à être sujette à un effet modérateur significatif (ΔR^2 = 4,8***). Dans ce cas, seul le facteur d'interaction 1.3 est significatif. Ainsi, la variable modératrice *politique environnementale formelle* modère la forme de la relation entre la dimension *expansion de l'excellence opérationnelle* et son déterminant *score global PLM.*

Tableau 4.20 : Facteurs d'interaction pour l'hypothèse H4a pour le secteur des produits électriques / électroniques

Facteurs d'interaction	Exp. des capacités de dév. Produit	Exp. des compétences	Exp. des capacités manufact.	Exp. de l'excellence opér.	Exp. de la maîtrise des marchés	Exp. de la compétitivité	Score global Avantages concur.

(n_2 = 93)	β	β	β	β	β	β	β
(1.1) score global PLM **X** syst. de gestion de la qualité	-	-	-	-	-	-	-
(1.2) score global PLM **X** R&D	-	-	-	-	-	-	-
(1.3) score global PLM **X** politique env. formelle	-	-	-	2,23**	-	-	-
(1.4) score global PLM **X** prog. env. d'amélior. continue	-	-	-	-	-	-	-
(1.5) score global PLM **X** cadre réglementaire	-	-	-	-	-	-	-
(1.6) score global PLM **X** compétitivité	1,49*	-	-	-	1,01*	-	-
R^2 ajusté cumulatif	***70,7%****	***65,1%****	***74,0%****	***74,5%****	***83,8%****	***69,1%****	***82,1%****
ΔR^2 ajusté	***0,5%***	***-2,0%***	***1,2%***	***4,8%****	***0,4%***	***-1,1%***	***0,4%***

* p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

Pour ce qui est de l'hypothèse H4b, le Tableau 4.21 présente les facteurs d'interaction significatifs pour les produits issus du secteur des produits métalliques, alors que le Tableau 4.22 fait de même pour les produits provenant du secteur des produits électriques / électroniques. Ici les résultats obtenus pour les deux secteurs sont plus homogènes.

Tableau 4.21 : Facteurs d'interaction pour l'hypothèse H4b pour le secteur des produits métalliques

Facteurs d'interaction	Exp. des capacités de dév. Produit	Exp. des compétences	Exp. des capacités manufact.	Exp. de l'excellence opér.	Exp. de la maîtrise des marchés	Exp. de la compétitivité	Score global Avantages concur.
(n_1 = 90)	β	β	β	β	β	β	β
(1.1) marketing **X** syst. de gestion de la qualité	-0,35*						-
(1.2) marketing **X** secteur							-
(1.3) marketing **X** exportations	-1,06****	-0,54***					-0,40**
(1.4) marketing **X** R&D		0,25*					-
(1.5) marketing **X** politique env. formelle		1,05*			-1.19*		-
(1.6) marketing **X** prog. env. d'amélior. continue					1,92**		-
(1.7) marketing **X** compétitivité		-1,22**			-1,35***	-1.04**	-1,05**
(2.1) distribution **X** syst. de gestion de la qualité		0,74***					0,45*

(2.2) distribution **X** secteur							-
(2.3) distribution **X** exportations		1,12****	1,18****	0,66**		0,74***	0,73***
(2.4) distribution **X** R&D							-
(2.5) distribution **X** politique env. formelle	-1,97**						-
(2.6) distribution **X** prog. env. d'amélior. continue					-2,17**		-
(2.7) distribution **X** compétitivité		0,82*				0,97**	-
R^2 ajusté cumulatif	***59,2%****	***64,9%****	***47,6%****	***47,9%****	***59,2%****	***67,4%****	***71,2%****
ΔR^2 ajusté	***13,5%****	***22,6%****	***22,3%****	***3,4%***	***5,8%****	***7,6%****	***10,1%****

* p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

Dans le cas des produits métalliques (Tableau 4.21), seule la dimension *expansion de l'excellence opérationnelle* est exempte d'effet modérateur, alors que dans le cas des produits électriques / électroniques (Tableau 4.22), des effets modérateurs sont relevés pour toutes les dimensions de la variable dépendante *avantages concurrentiels* ainsi que pour le *score global avantages concurrentiels*. De plus, les valeurs de ΔR^2 sont généralement plus fortes pour les produits métalliques que pour les produits électriques / électroniques. Toutefois, dans le cas des produits électriques / électroniques (Tableau 4.22), les valeurs de R^2 cumulatifs sont toutes supérieures à 80% et vont parfois au-delà de 90%. C'est donc dire que pour ce secteur, les taux de variance expliquée était déjà très élevés préalablement à l'introduction des facteurs d'interaction, limitant le potentiel d'une contribution additionnelle de leur part.

Tableau 4.22 : Facteurs d'interaction pour l'hypothèse H4b pour le secteur des produits électriques / électroniques

Facteurs d'interaction	Exp. des capacités de dév. Produit	Exp. des compétences	Exp. des capacités manufact.	Exp. de l'excellence opér.	Exp. de la maîtrise des marchés	Exp. de la compétitivité	Score global Avantages concur.
(n_2 = 93)	β	β	β	β	β	β	β
(1.1) marketing **X** syst. de gestion de la qualité		0,82**				0,97***	
(1.2) marketing **X** secteur							

(1.3) marketing X exportations			-0,51*				
(1.4) marketing X R&D			0,70**	0,96***	-0,32*	0,68***	0,38**
(1.5) marketing X politique env. formelle	2,12*	2,75**			1,55*		1,58*
(1.6) marketing X prog. env. d'amélior. continue	-2,76**	-4,36***			-1,93**		-2,25**
(1.7) marketing X compétitivité							
(2.1) distribution X syst. de gestion de la qualité				-0,72*		-0,74**	
(2.2) distribution X secteur							
(2.3) distribution X exportations	-0,56**					-0,51*	
(2.4) distribution X R&D			-0,63*	-1,10***		-0,53*	
(2.5) distribution X politique env. formelle		-2,82***	-1,83*				-1,38**
(2.6) distribution X prog. env. d'amélior. continue	2,23**	4,62****	2,67**			2,39**	2,39***
(2.7) distribution X compétitivité							
R^2 ajusté cumulatif	***85,3%**** **	***83,4%**** **	***80,0%**** **	***80,3%**** **	***91,3%**** **	***86,1%**** **	***90,9%**** **
ΔR^2 ajusté	***3,4%**** **	***7,6%**** **	***6,8%**** **	***8,3%**** **	***1,8%**** **	***5,3%**** **	***2,3%**** **

* p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

Finalement, pour les produits métalliques (Tableau 4.21), les dimensions *expansion des compétences* (ΔR^2 = 22,6****) et *expansion des capacités manufacturières* (ΔR^2 = 22,3****) sont celles qui sont sujettes aux effets modérateurs les plus importants. Dans ce dernier cas, il est à noter que cet accroissement du taux de variance expliquée est dû à un seul facteur d'interaction, soit celui impliquant la variable modératrice *exportations* et le déterminant *distribution* (facteur 2.3). Du coté des produits électriques / électroniques (Tableau 4.22), les deux dimensions assujetties aux effets modérateurs les plus importants sont *expansion de l'excellence opérationnelle* (ΔR^2 = 8,3****) et *expansion des compétences* (ΔR^2 = 7,6****).

L'analyse des résultats élaborée ci-dessus confirme donc que l'effet des variables modératrices auprès des relations impliquant les variables du bloc *avantages concurrentiels* et leurs déterminants *marketing* et *distribution* peut fluctuer en fonction du secteur selon lequel proviennent les produits étudiés.

4.5 ANALYSE COMPLÉMENTAIRE

Cette section présente les résultats obtenus suite à l'exécution d'une analyse de classification hiérarchique (traduction libre de *cluster analysis*) effectuée sur l'échantillon complet, i.e. en regroupant simultanément les produits issus des deux secteurs d'activités étudiés et dont les résultats sont présentés à la Figure 4.12.

Cette technique autorise la création de sous-ensembles d'*individus* (dans le cas présent il s'agit de *produits*) mutuellement exclusifs à partir de caractéristiques communes aux dits individus (Hair et al., 1998). Alors que les analyses effectuées jusqu'ici se sont concentrées sur les dimensions sous jacentes aux variables du modèle théorique, la présente analyse de classification hiérarchique propose de décortiquer l'échantillon de produits en fonction de certaines particularités de ceux-ci.

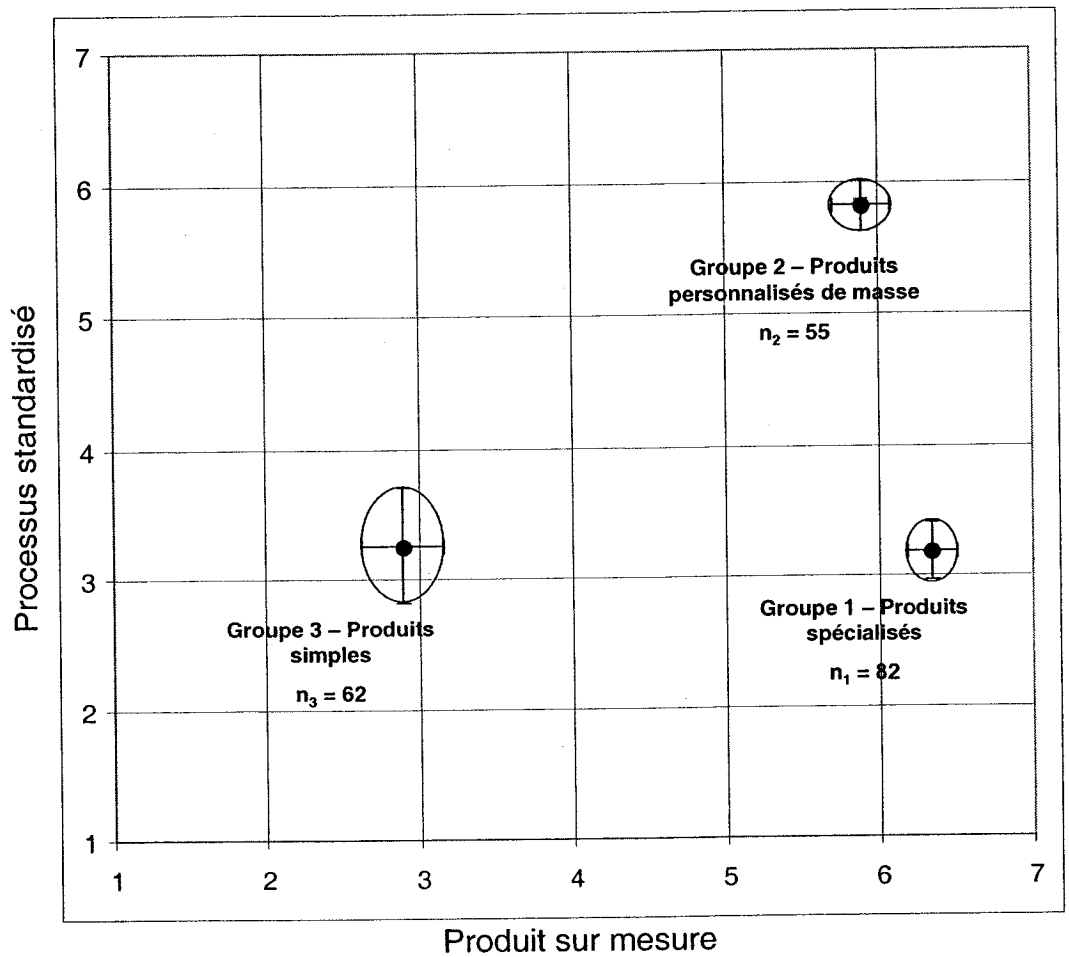


Figure 4.12 : Analyse de regroupement pour les variables sur mesure et standardisé

Pour ce faire, les variables processus *standardisé* et produit *sur mesure*[24] ont été sélectionnées pour l'exécution de cette analyse complémentaire, à cause de leur pertinence par rapport au contexte de la problématique générale décrit au premier chapitre. De plus, il s'agit de deux variables continues, opérationnalisées à partir d'échelles de Likert à sept points d'ancrage, ce qui devrait faire en sorte qu'elles se prêtent bien à cet exercice. Ainsi, l'exécution de

[24] La variable *standardisé* signifie *produit fabriqué selon des processus standardisés*, alors que la variable *sur mesure* signifie *produit fabriqué sur mesure*.

cette analyse de classification hiérarchique a permis d'identifier trois groupes distincts de produits, tels qu'illustrés à la Figure 4.12[25] :

- Le Groupe 1, qui englobe 82 produits pour lesquels les processus de fabrication sont relativement peu standardisés (y_1=3,18)[26] alors que les produits sont conçus pour répondre à des besoins spécifiques des clients (x_1=6,34). Il pourrait donc s'agir de produits spécialisés ou conçus sur commande (*customized products* en anglais).
- Le Groupe 2, qui rassemble 55 produits pour lesquels les processus de fabrication sont fortement standardisés (y_2=5,82) alors que les produits répondent tout de même à des besoins spécifiques des clients (x_2=5,89). Une telle combinaison pourrait correspondre à des produits développés selon une stratégie de personnalisation de masse (*mass customization* en anglais).
- Enfin, le Groupe 3, qui réunit 62 produits dont les processus de fabrication sont relativement peu standardisés (y_3=3,26), et qui démontrent relativement peu de variabilité au niveau des demandes des clients (x_3=2,89). Cela pourrait caractériser un ensemble de produits uniformes ou relativement simples.

Les trois groupes de produits rassemblés de cette façon forment des nuages de points très nettement distincts les uns des autres, comme le démontre la Figure 4.12 ainsi que les deux premières lignes du Tableau 4.23 (différences significatives relevées au niveau des deux variables retenues pour la classification hiérarchique, soit produit *sur mesure* et processus *standardisé* avec p = 0,000 dans les deux cas). De plus, ces trois groupes peuvent être associés à trois catégories de produits soit le Groupe 1 – produits spécialisés, le

---

[25] Analyse de classification hiérarchique (cluster analysis) effectuée selon la méthode Ward-Chebychev
[26] Les coordonnées du centroïde du groupe i = (x_i;y_i)

Groupe 2 – produits personnalisés de masse et le Groupe 3 – produits simples. L'identification de ces trois groupes de produits offre donc une opportunité d'analyse complémentaire tout à fait intéressante. Cependant, afin de ne pas surcharger l'analyse, le bloc de variables modératrices sera laissé de coté, permettant ainsi de concentrer les efforts sur les blocs *caractéristiques du produit*, *plate-forme environnementale PLM* et *avantages concurrentiels,* qui représentent en fait le cœur du modèle théorique de la présente thèse.

Le Tableau 4.23 présente également les proportions obtenues pour chacun des trois groupes de produits par rapport aux autres *caractéristiques du produit* (*durée de vie*, *exporté*, *produit final*, produits de *niche supérieure*). Les analyses de ces valeurs sont présentées ci-dessous.

Tableau 4.23 : Analyse des caractéristiques des produits en fonction des trois groupements identifiés

Variable	Produits spécialisés (n_1 = 82)	Produits personnalisés de masse (n_2 = 55)	Produits simples (n_3 = 62)	p[1]
Variables retenues pour la classification hiérarchique				
Processus standardisé[2]	3,18	5,82	3,26	0,000
Produit sur mesure[2]	6,34	5,89	2,89	0,000
Autres caractéristiques des produits				
Durée de vie (années)	17,4	15,5	11,2	0,000
Exporté[3]	0,78	0,84	0,61	0,015
Produit final[4]	0,59	0,71	0,73	0,149
Niche supérieure[5]	4,22	4,08	4,00	0,602

[1] Test de Kruskall-Wallis (ANOVA non paramétrique) * p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001.
[2] Mesurées à partir d'une échelle de Likert, variant de (1) *en désaccord*, à (7) *en accord.*
[3] Proportion des produits qui sont exporté, variant entre 0 et 1.
[4] Proportion des produits qui sont des produits finaux (en opposition à produits intermédiaires).
[5] Mesurées à partir d'une échelle de Likert, variant de (1) *inférieur*, à (7) *supérieur.*

La caractéristique *durée de vie* présente des valeurs moyennes qui diffèrent de manière significative pour chacun des trois groupes (p = 0,000). Ainsi, les *produits simples* auraient en moyenne la durée de vie la plus courte (11,2 ans), alors que les *produits spécialisés* auraient en moyenne la durée de vie la plus

longue (17,4 ans). Les *produits personnalisés de masse* auraient une durée de vie moyenne qui se situe entre les deux autres groupes (15,5 ans). Les produits dotés d'une durée de vie plus longue justifieraient donc des investissements supplémentaires requis pour supporter la satisfaction des besoins spécifiques des clients, ainsi que l'adoption d'une stratégie orientée vers la personnalisation de masse. Par conséquent, la durée de vie d'un produit pourrait être associée à la notion de valeur.

La variable *exporté* présente également des valeurs moyennes qui diffèrent significativement pour chacun des trois groupes (p = 0,015). Par contre, les moyennes des trois groupes sont relativement rapprochées les unes des autres. Il est toutefois possible d'affirmer que les *produits simples* (0,61) seraient moins sujets à être exportés que les produits *personnalisés de masse* (0,84), qui seraient plus sujets à être exportés que les *produits spécialisés* (0,78).

Les variables *produit final* et *niche supérieure* ne présentent cependant pas de différences significatives au niveau des valeurs moyennes des trois groupes.

Le

Deuxièmement, pour les cinq autres variables, l'on observe la répétition d'une tendance faisant en sorte que le groupe *produits personnalisés de masse* affiche toujours les valeurs moyennes supérieures, le groupe *produits spécialisés* affiche toujours les valeurs moyennes centrales, et le groupe *produits simples* affiche toujours les valeurs moyennes inférieures. Les *produits personnalisés de masse* sembleraient donc faire l'objet d'une attention particulière pour ce qui est des initiatives environnementales. Les *produits spécialisés* affichent toutefois des valeurs moyennes centrales qui sont toujours plus près des moyennes supérieures affichées par le groupe *produits*

personnalisés de masse. Cela indiquerait qu'une attention significative leur est également accordée sur le plan environnemental. Les *produits simples* sont ceux pour lesquels les initiatives environnementales seraient les moins importantes. Cela peut être interprété comme découlant du fait que la valeur relativement plus faible de ces produits justifierait plus difficilement la mise de l'avant d'efforts environnementaux tels que ceux consacrés aux produits des deux autres groupes.

Tableau 4.24 présente les valeurs moyennes obtenues pour les trois groupes de produits par rapport aux dimensions de la *plate-forme environnementale PLM* et le *score global PLM.*

Premièrement, on y remarque que seule la dimension *marketing* ne comporte pas de différences significatives selon ces regroupements (p = 0,329).

Deuxièmement, pour les cinq autres variables, l'on observe la répétition d'une tendance faisant en sorte que le groupe *produits personnalisés de masse* affiche toujours les valeurs moyennes supérieures, le groupe *produits spécialisés* affiche toujours les valeurs moyennes centrales, et le groupe *produits simples* affiche toujours les valeurs moyennes inférieures. Les *produits personnalisés de masse* sembleraient donc faire l'objet d'une attention particulière pour ce qui est des initiatives environnementales. Les *produits spécialisés* affichent toutefois des valeurs moyennes centrales qui sont toujours plus près des moyennes supérieures affichées par le groupe *produits personnalisés de masse.* Cela indiquerait qu'une attention significative leur est également accordée sur le plan environnemental. Les *produits simples* sont ceux pour lesquels les initiatives environnementales seraient les moins importantes. Cela peut être interprété comme découlant du fait que la valeur relativement plus faible de ces produits justifierait plus difficilement la mise de

l'avant d'efforts environnementaux tels que ceux consacrés aux produits des deux autres groupes.

Tableau 4.24 : Analyse des variables de la plate-forme environnementale PLM en fonction des trois groupements identifiés

Variable	Produits spécialisés (n_1 = 82)	Produits personnalisés de masse (n_2 = 55)	Produits simples (n_3 = 62)	P[1]
Marketing	3,64	3,35	3,12	0,329
Conception	4,55	4,66	3,57	0,000
Fabrication	4,28	4,31	3,22	0,000
Distribution	4,01	4,58	3,38	0,001
Logistique inverse	3,18	3,33	2,34	0,008
Score global PLM	59,4	61,2	46,5	0,000

[1] Test de Kruskall-Wallis (ANOVA non paramétrique) * p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

Le Tableau 4.25 présente quant à lui les valeurs moyennes obtenues pour ces trois mêmes groupes de produits par rapport aux dimensions de la variable *avantages concurrentiels* et le *score global avantages concurrentiels.* Premièrement, on y remarque que seule la dimension *expansion de la maîtrise des marchés* ne comporte pas de différences significatives entre les valeurs moyennes selon ces regroupements (p = 0,312). Cela semble cohérent avec le fait que, dans le cas de la *plate-forme environnementale PLM* (

Deuxièmement, pour les cinq autres variables, l'on observe la répétition d'une tendance faisant en sorte que le groupe *produits personnalisés de masse* affiche toujours les valeurs moyennes supérieures, le groupe *produits spécialisés* affiche toujours les valeurs moyennes centrales, et le groupe *produits simples* affiche toujours les valeurs moyennes inférieures. Les *produits personnalisés de masse* sembleraient donc faire l'objet d'une attention particulière pour ce qui est des initiatives environnementales. Les *produits*

spécialisés affichent toutefois des valeurs moyennes centrales qui sont toujours plus près des moyennes supérieures affichées par le groupe *produits personnalisés de masse*. Cela indiquerait qu'une attention significative leur est également accordée sur le plan environnemental. Les *produits simples* sont ceux pour lesquels les initiatives environnementales seraient les moins importantes. Cela peut être interprété comme découlant du fait que la valeur relativement plus faible de ces produits justifierait plus difficilement la mise de l'avant d'efforts environnementaux tels que ceux consacrés aux produits des deux autres groupes.

Tableau 4.24), c'est la dimension *marketing* qui ne présente pas de différences significatives parmi ces groupes.

Tableau 4.25 : Analyse des variables du bloc avantages concurrentiels en fonction des trois groupements identifiés

Variable	Produits spécialisés (n_1 = 82)	Produits personnalisés de masse (n_2 = 55)	Produits simples (n_3 = 62)	p[1]
Expansion des capacités de développement de produits	3,30	2,91	2,64	0,019
Expansion des compétences	3,79	3,55	2,88	0,079
Expansion des capacités manufacturières	4,20	3,85	3,22	0,017
Expansion de l'excellence opérationnelle	3,44	3,35	2,95	0,003
Expansion de la maîtrise des marchés	3,92	3,80	2,91	0,312
Expansion de la compétitivité	3,75	3,65	3,03	0,002
Score global avantages concurrentiels	3,75	3,52	2,94	0,063

[1] Test de Kruskall-Wallis (ANOVA non paramétrique) * p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

L'observation approfondie des données du Tableau 4.25 permet à nouveau l'identification d'une tendance qui se répète au niveau de toutes les variables pour lesquelles les différences entre les valeurs moyennes des trois groupes

sont significatives. En effet dans ce cas-ci, les *produits spécialisés* affichent constamment les valeurs moyennes supérieures, les *produits personnalisés de masse* présentent les valeurs moyennes centrales, alors que les *produits simples* proposent constamment les valeurs moyennes inférieures. Cela pourrait signifier que les efforts investis dans les initiatives environnementales procureraient les plus forts bénéfices dans le cas des *produits spécialisés*, alors que dans le cas des *produits personnalisés de masse* les bénéfices seraient de moindre importance quoique supérieurs à ceux obtenus de la part des *produits simples.* Cette dernière constatation pourrait être attribuable au fait que les PME soient plus familières avec des stratégies manufacturières orientées vers la fabrication et la commercialisation de produits spécialisés, et qu'elles sont à se familiariser avec les stratégies de personnalisation de masse. Autrement dit, le rapport coût / bénéfice serait encore, à ce stade-ci d'évolution des PME, plus favorable dans le cas des *produits spécialisés.*

4.6 DISCUSSION ET INTERPRÉTATIONS DES RÉSULTATS OBTENUS

Les résultats de la présente recherche auront permis de mieux comprendre les efforts environnementaux des PME canadiennes, au moins pour celles provenant du secteur des produits métalliques et celles du secteur des produits électriques / électroniques. Considérant que les entreprises sollicitées pour l'enquête devraient normalement être parmi celles qui sont sensibles aux problématiques environnementales, les moyennes obtenues pour les dimensions de la *plate-forme environnementale PLM* ainsi que pour la mesure *score global PLM* se sont avérées relativement basses (Tableau 4.2, p.159).

Ces résultats sont donc éloquents quant au niveau d'avancement plutôt limité des PME canadiennes (et nord-américaines) en matière de gestion environnementale, et sont en quelque sorte cohérents avec les statistiques

relatives à la diffusion internationale de la norme ISO 14001 selon lesquelles le Canada accuse un retard important comparativement aux leaders (Corbett et Kirsch, 2001; ISO, 2004).

Les sections qui suivent présentent une interprétation détaillée des résultats obtenus quant aux hypothèses de recherche H1, H2, H3 et H4 ainsi qu'une discussion portant sur les effets sectoriels observés dans la présente recherche.

4.6.1 Interprétation des résultats concernant l'hypothèse de recherche H1

Une des contributions pratiques et intéressantes des résultats de la présente recherche consiste en la démonstration d'un pouvoir explicatif de la part des *caractéristiques du produit* quant aux efforts environnementaux déployés par la firme (Les résultats du **Erreur ! Référence non valide pour un signet.** permettent d'abord de remarquer que les six variables du bloc *caractéristiques du produit* expliquent 31%**** de la variance observée sur la mesure *score global PLM*. L'analyse des coefficients bêtas standardisés (β) permet aussi d'extraire les informations supplémentaires suivantes : Le fait que le produit soit un produit de *niche supérieure* (β = 0,28****), qu'il soit conçu *sur mesure* (β = 0,25****), et qu'il soit *exporté* (β = 0,23****) sont les trois variables démontrant le potentiel explicatif le plus élevé relativement à la mesure *score global PLM* ; de plus, le fait que le produit soit doté d'une *durée de vie* plus élevée (β = 0,14**), et que le produit soit fabriqué selon des processus *standardisés* (β = 0,12*) sont également des déterminants significatifs de cette mesure ; enfin, le fait qu'il s'agisse d'un *produit final* ne semble pas avoir d'impact sur la mesure *score global PLM*.

Tableau 4.7, p.168)[27]. Ainsi, les caractéristiques permettant de décrire le produit comme étant *exporté* et / ou *de niche supérieure* sont celles qui ont un pouvoir explicatif auprès des initiatives environnementales mises de l'avant au niveau de **toutes** les dimensions de la *plate-forme environnementale PLM.* Les implications de ces résultats sont intéressantes. Premièrement, les produits de *niche supérieure* peuvent, d'une part, répondre à des exigences environnementales particulières des clients ou à celles d'autres parties prenantes, et peuvent d'autre part autoriser l'application d'une prime de la part du fabricant, permettant ainsi à ce dernier de récupérer les coûts supplémentaires associés au rehaussement de la performance environnementale de ses produits. Si l'on admet que le niveau d'adoption des pratiques environnementales demeure relativement peu avancé chez les PME canadiennes, la mise en place d'initiatives environnementales sur l'ensemble du cycle de vie d'un produit pourrait rehausser leurs coûts opérationnels, forçant ces PME à augmenter le prix du dit produit afin d'équilibrer leurs coûts, faisant ainsi de ce dernier un produit de gamme supérieure.

Ainsi, l'adoption par la firme de changements visant à améliorer la performance environnementale de ses produits peut accroître ses coûts opérationnels, ou peut affecter d'autres attributs comme la commodité des produits. Cependant, les clients sensibles à la performance environnementale des produits seraient

---

[27] Cette section interprète les résultats du Les résultats du **Erreur ! Référence non valide pour un signet.** permettent d'abord de remarquer que les six variables du bloc *caractéristiques du produit* expliquent 31%**** de la variance observée sur la mesure *score global PLM.* L'analyse des coefficients bêtas standardisés (β) permet aussi d'extraire les informations supplémentaires suivantes : Le fait que le produit soit un produit de *niche supérieure* (β = 0,28****), qu'il soit conçu *sur mesure* (β = 0,25****), et qu'il soit *exporté* (β = 0,23****) sont les trois variables démontrant le potentiel explicatif le plus élevé relativement à la mesure *score global PLM* ; de plus, le fait que le produit soit doté d'une *durée de vie* plus élevée (β = 0,14**), et que le produit soit fabriqué selon des processus *standardisés* (β = 0,12*) sont également des déterminants significatifs de cette mesure ; enfin, le fait qu'il s'agisse d'un *produit final* ne semble pas avoir d'impact sur la mesure *score global PLM.*

prêts à faire des compromis au niveau de ces autres attributs et seraient également prêts à payer plus, ce qui permettrait ainsi à la firme d'équilibrer ses coûts.

Deuxièmement, le rôle significatif des produits *exportés* peut être interprété comme suit. Puisque le commerce international s'avère être une réalité incontournable dans plusieurs industries, les PME exportatrices se doivent de demeurer à l'affût de l'évolution des exigences environnementales sur la scène mondiale. Comme le démontrent les résultats de cette recherche, le fait qu'un produit soit *exporté* semble inciter les firmes à prendre en charge les impacts environnementaux de plusieurs de leurs activités et processus touchant l'ensemble du cycle de vie de leurs produits. Toutefois, les résultats ne permettent pas de déterminer si les PME exportatrices accordent le même niveau d'attention à la performance environnementale des produits destinés aux marchés locaux que celle accordée aux produits exportés. L'exportation serait donc un mécanisme important qui permettrait de stimuler l'adoption de pratiques et technologies de classe mondiale, du moins en ce qui concerne la gestion environnementale.

Par contre, lorsque l'on s'y attarde un peu, le nombre de PME disposant d'un certificat *ISO 14001* demeure très bas. Si l'on considère que cette norme fait l'objet d'une diffusion rapide auprès des grandes multinationales actives à l'échelle mondiale et que ces dernières imposent cette norme de plus en plus fréquemment en tant que critère pour la sélection de leurs fournisseurs, les PME nord-américaines auraient intérêt à se familiariser davantage avec cette norme et à en observer attentivement les développements ainsi que leurs implications.

Tableau 4.7, p.168, sauf si autrement indiqué.

La *durée de vie* des produits démontre un pouvoir explicatif significatif seulement pour les initiatives environnementales mises de l'avant au niveau des dimensions *marketing* et *conception*. Ainsi, le fait qu'un produit ait une durée de vie plus longue justifierait le déploiement d'initiatives environnementales au stade de la conception. D'autre part, ces efforts pourraient justement avoir pour objectif d'accroître la durée de vie du produit. Enfin, une firme dont le produit serait doté d'une durée de vie supérieure à celle d'un produit concurrent serait encline à faire la promotion de cette situation, ou encore à fournir une information adéquate à ses clients afin que la durée de vie du produit soit maximisée. Par contre, la *durée de vie* des produits ne démontre aucun pouvoir explicatif significatif auprès des dimensions *fabrication*, *distribution* et *logistique inverse*. Cela laisserait présager que fabriquer, distribuer et recycler[28] un produit de durée de vie plus ou moins longue reviendrait au même.

Le fait qu'un *produit soit final*, par opposition à intermédiaire, démontre un pouvoir explicatif significatif auprès des dimensions *conception* et *distribution*. Dans le cas de la dimension *conception*, cela pourrait s'interpréter par le fait que le fabricant d'un produit final est généralement en contact assez étroit avec le marché, et est donc en mesure de répondre aux besoins des utilisateurs finaux. Des initiatives environnementales pourraient donc être plus sujettes à être entamées de cette façon que de la part d'un fournisseur de produits intermédiaires qui ne serait pas en contact direct avec le client final. Pour la dimension *distribution*, le fait qu'un produit final bénéficie d'une grande visibilité auprès du public ferait en sorte que l'on puisse anticiper que des attentions particulières soient accordées aux problématiques environnementales suscitées, entre autres, par les emballages. Aussi, dans le but de rejoindre un grand bassin de population, un produit final peut être distribué sur de grands

---

[28] En plus du recyclage, la dimension logistique inverse considère les infrastructures de récupération et la gestion des matières dangereuses.

territoires, ce qui soulèverait des défis au niveau des réseaux de distribution et des transports. Il est également intéressant de constater que les présents résultats démontrent que les efforts environnementaux déployés au niveau de la dimension *logistique inverse* sont négativement associés au fait qu'il s'agisse d'un *produit final* et ce, pour les produits provenant des deux secteurs d'activités (Tableau 4.8, p.171). Cela implique donc que plus d'efforts environnementaux sont déployés par les firmes au niveau des activités de logistique inverse lorsqu'il s'agit d'un produit intermédiaire. Cela s'expliquerait par le fait que la récupération des produits finaux, qui implique en grande partie les consommateurs, s'avèrerait plus ardue et moins répandue que la récupération des produits intermédiaires, qui concerne des entreprises. Ainsi, la récupération des produits finaux repose encore grandement sur l'intervention des municipalités, au moins en ce qui a trait à l'étape de la collecte, alors que les produits intermédiaires peuvent être gérés au niveau des relations d'affaires interentreprises. De toute évidence, une nette distinction est à faire entre les processus d'affaires interentreprises et ceux qui entrent en relation directe avec le consommateur. Enfin, il est intrigant de constater que les *produits finaux* n'ont pas de pouvoir explicatif significatif auprès des initiatives environnementales de la dimension *marketing*. Cela pourrait signifier que peu importe qu'il s'agisse d'un produit final ou intermédiaire, les firmes publicisent les aspects environnementaux de leurs produits lorsque cela s'applique, ce qui annulerait l'effet de cette variable par rapport à la dimension *marketing*.

Les produits fabriqués au moyen de procédés *standardisés* et les produits fabriqués *sur mesure* démontrent un pouvoir explicatif auprès des initiatives environnementales entreprises au niveau des dimensions *conception* et *distribution*. C'est donc dire que le fait qu'une entreprise accorde de l'importance à la standardisation de ses processus manufacturiers est un déterminant de la mise en œuvre d'initiatives environnementales au niveau de la conception et de

la distribution des produits ainsi fabriqués. La standardisation des processus de fabrication, dans le but de supporter des volumes élevés de production, pourrait donc être vue comme précurseur de l'intention de bien faire les choses sur le plan environnemental aux stades de *conception* et *distribution*. De plus, le fait qu'un produit soit conçu pour répondre à des besoins spécifiques des clients (*sur mesure*) est aussi un déterminant de l'implantation d'initiatives environnementales aux stades de la *conception* et de la *distribution*, que ces initiatives soient dictées ou non par les clients. Par contre, il est intéressant de constater que les produits fabriqués *sur mesure* démontrent un pouvoir explicatif auprès de la dimension *fabrication*, alors que ce n'est pas le cas pour les produits fabriqués de façon *standardisée*. Dans le cas des produits *sur mesure*, les initiatives environnementales déployées lors de la *fabrication* pourraient s'avérer être imposées par des exigences spécifiques de la part des clients. Dans le cas de l'absence de pouvoir explicatif significatif pour les produits fabriqués au moyen de procédés *standardisés* par rapport aux initiatives environnementales mises de l'avant lors du stade de *fabrication*, cela pourrait indiquer que les dirigeants de PME se concentreraient alors exclusivement sur les questions d'accroissement des volumes et de la productivité, et qu'ils considéreraient les initiatives environnementales comme étant secondaires, voire contre productives par rapport à leurs objectifs.

4.6.2 Interprétation des résultats concernant l'hypothèse de recherche H2

Les résultats de la présente recherche permettent également d'établir un lien empirique fort entre la mise de l'avant par la firme d'initiatives environnementales et les divers avantages concurrentiels qui en résultent. De fait, les résultats démontrent que lorsque prises individuellement (corrélations bivariées, Annexe 4, p. 300), les initiatives environnementales mises de l'avant par la firme, au niveau des différentes dimensions de la *plate-forme*

environnementale PLM, ont toutes un pouvoir explicatif significatif auprès de chacune des dimensions du bloc *avantages concurrentiels.*

Cependant, lorsque que considérées simultanément dans le contexte du concept de *plate-forme environnementale PLM* proposé (régressions multiples, Tableau 4.9, p.173)[29], il est possible d'observer que certaines initiatives environnementales ressortent comme étant plus bénéfiques sur le plan concurrentiel que d'autres. Ainsi, considérant le stade d'évolution où en étaient les PME au moment où l'étude fut menée, ce sont les initiatives environnementales au niveau des dimensions *fabrication*, *marketing* et *distribution* qui démontrent un pouvoir explicatif significatif auprès du plus grand nombre de dimensions du bloc *avantages concurrentiels.* D'ailleurs, la Figure 4.13 propose une récapitulation des initiatives environnementales les plus prisées de la part des PME ayant participé à l'étude par rapport à ces trois dimensions qui démontrent le pouvoir explicatif le plus significatif relativement aux variables du bloc *avantages concurrentiels.*

L'interprétation de ces résultats pourrait mener à la conclusion que les PME seraient plus familières avec les initiatives environnementales déployées au niveau de ces trois ensembles de processus, sur lesquels elles auraient, possiblement, travaillé depuis un certain temps déjà. Un niveau de maîtrise et une maturité relativement élevés quant à ces trois dimensions feraient de ces initiatives environnementales des déterminants significatifs auprès des avantages concurrentiels.

D'autre part, les initiatives environnementales mises de l'avant au niveau des deux autres dimensions que sont la *conception* et les activités de *logistique inverse,* pourraient avoir été introduites plus récemment par les PME, seraient

ainsi moins maîtrisées par celles-ci, et seraient donc moins sujettes à se traduire en avantages concurrentiels. D'ailleurs, le fait que les activités de *conception* soient associées de manière négative à l'*expansion des capacités de développement de produit* vient supporter cette interprétation. En effet, les PME étant relativement peu avancées en ce qui concerne l'intégration des préoccupations environnementales au niveau des activités de conception, cela ferait en sorte que les pratiques comme la conception axée sur l'environnement (DfE), ou l'analyse de cycle de vie (ACV) selon ISO 14040 seraient peu connues de la part des PME canadiennes (nord-américaines) et pourraient être perçues comme des entraves. Cela pourrait s'expliquer par le fait qu'il s'agit là d'un nouveau domaine d'expertise peu accessible aux PME, et qui demeure, encore à ce jour, quasi exclusif aux grandes entreprises. Les PME ne seraient donc pas encore rendues au stade où elles pourraient associer les initiatives environnementales mises de l'avant à l'étape de la conception avec des améliorations tangibles au niveau du concept, de la qualité, de la sécurité et / ou de la variété des produits qu'elles fabriquent.

---

[29] Cette section interprète les résultats du Tableau 4.9, p.173, sauf si autrement indiqué.

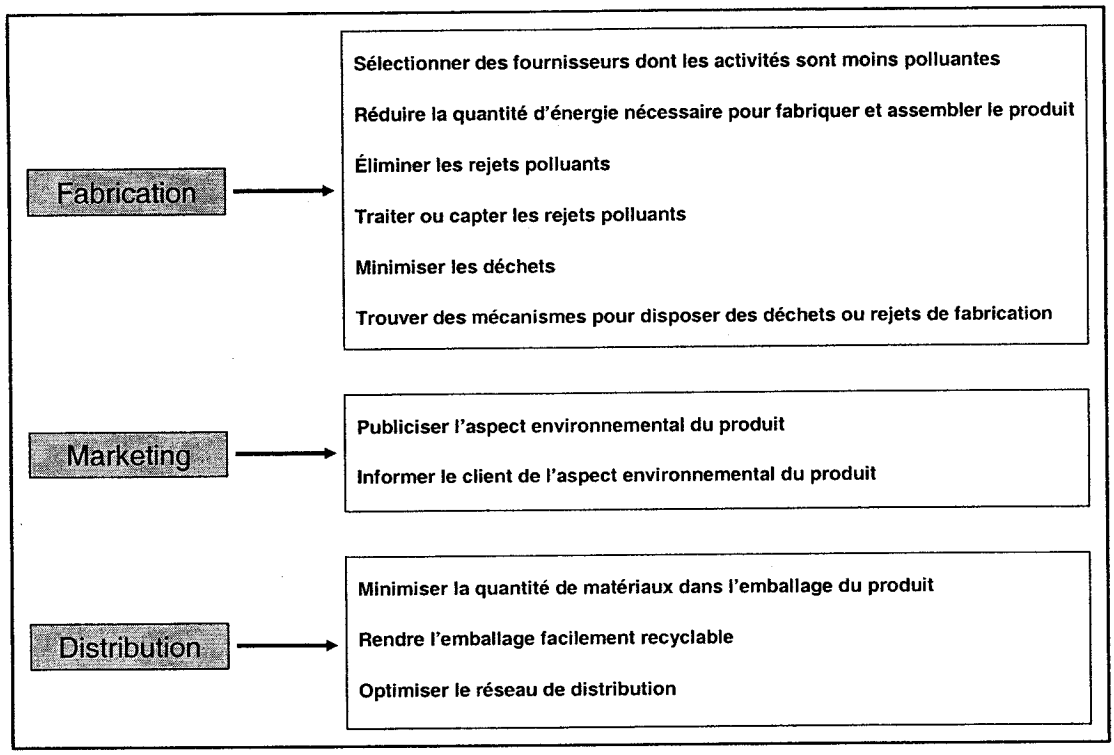


Figure 4.13 : Initiatives environnementales les plus fréquentes dans les PME étudiées

Les PME auraient donc tendance à se concentrer sur les initiatives environnementales qui leur sont carrément imposées par leurs clients, ou encore sur celles qui sont plus à leur portée. Tel que mentionné ci-dessus, il s'agirait plutôt d'initiatives environnementales concernant la *fabrication*, le *marketing* et la *distribution*, et qui seraient plus répandues, plus faciles à mettre en pratique ou dont le recouvrement des coûts serait plus rapide que pour les initiatives reposant sur les techniques comme la DfE et l'ACV.

Parmi les six dimensions du concept *avantages concurrentiels*, c'est au niveau de l'*expansion de la maîtrise des marchés* que le taux de variance expliquée est le plus élevé (0,57****). Par conséquent, ce sont les initiatives environnementales déployées au niveau des activités de *marketing*, *fabrication*, *distribution* et *logistique inverse* qui obtiennent le plus fort consensus autour des

avantages concurrentiels réalisés par rapport aux quatre notions suivantes, qui constituent la dimension *expansion de la maîtrise des marchés,* soit :

- une meilleure compréhension des exigences environnementales des marchés;
- une meilleure connaissance des technologies et équipements environnementaux;
- une réduction des risques de poursuite;
- une amélioration de l'image corporative.

En contre partie, c'est *l'expansion de l'excellence opérationnelle*, qui concerne principalement la réduction de certains coûts d'opération, qui présente le taux de variance expliquée le plus bas, quoique que celui-ci soit tout de même assez bon (33% ****). Ainsi, comparativement aux autres dimensions du concept *avantages concurrentiels,* l'obtention de réductions de coûts au niveau des opérations manufacturières serait donc plus difficile à associer aux diverses initiatives environnementales examinées par la présente recherche.

4.6.3 Interprétation des résultats concernant les hypothèses de recherche H3 et H4

L'hypothèse de recherche H3 avait pour objectif de déterminer si des effets modérateurs significatifs entraient en action lorsque les relations prévalant entre les variables du bloc *plate-forme environnementale PLM* et leurs déterminants du bloc *caractéristiques du produit* étaient observées en présence d'un groupe de variables modératrices présélectionnées. L'hypothèse de recherche H4 avait quant à elle un objectif similaire, applicable à l'observation des relations prévalant entre les variables du bloc *avantages concurrentiels* et leurs déterminants du bloc *plate-forme environnementale PLM* lorsque mises en

présence d'un groupe de variables modératrices. Les résultats de ces analyses s'avèrent intéressants à plusieurs égards, et permettent d'exposer la complexité du phénomène étudié.

De fait, dans le cas de l'hypothèse de recherche H3, les relations impliquant les dimensions *conception*, *fabrication* et *distribution* avec leurs déterminants *sur mesure* et *exporté* présentent des synergies avec certaines des variables modératrices retenues (Tableau 4.14, p.191). Ces deux déterminants ont comme point commun de souligner les interactions de la firme avec le monde extérieur, c'est-à-dire avec le client dans le cas des produits fabriqués *sur mesure*, et entre autres avec les agences de douanes et les autorités étrangères dans le cas des produits *exportés*. Ces deux variables pourraient donc être des indicateurs d'une complexité accrue du réseau d'interlocuteurs avec lesquels la firme entretient des relations, d'où la présence d'effets modérateurs significatifs.

De même, pour l'hypothèse de recherche H4 (il est ici question de H4b, Tableau 4.18, p.204), les relations concernant les six dimensions du bloc *avantages concurrentiels* avec leurs déterminants *marketing* et *distribution* présentent des synergies avec certaines des variables modératrices. Ces deux déterminants représentent les interfaces traditionnelles de la firme avec ses clients, ce qui pourrait justifier que leur pouvoir explicatif quant aux *avantages concurrentiels* réalisés par la firme soit plus sensible à des effets modérateurs.

Il est intéressant de souligner que les variables modératrices sont rassemblées selon trois groupes, soit les groupes *firme* et *stratégies corporatives* qui rassemblent des concepts internes à l'entreprise, et le groupe *environnement concurrentiel* qui rassemble quant à lui des concepts externes à l'entreprise (Figure 4.7, p.189 ou Figure 4.9, p.198). En ce qui concerne les concepts

internes rassemblés sous les groupes *firme* et *stratégies corporatives,* ceux-ci peuvent être associés à la notion d'actifs complémentaires (traduction libre de *complementary assets*), dont l'effet modérateur au niveau des relations entre les meilleures pratiques en gestion environnementale (*plate-forme environnementale PLM*) et l'avantage concurrentiel a déjà été souligné (Christmann, 2000). Toutefois, la présente recherche va plus loin dans l'analyse de ce phénomène. D'une part, des facteurs externes à l'entreprise faisant partie du groupe de variables modératrices *environnement concurrentiel* sont pris en compte en plus des actifs complémentaires. D'autre part, la présente recherche analyse les effets modérateurs présents au niveau des relations entre les meilleures pratiques environnementales et leurs déterminants que sont les *caractéristiques du produit.* Cela procure donc un portrait plus complet de la situation.

Les validations des hypothèses H3 et H4 ne sont toutefois pas clairement tranchées. Le fait qu'un grand nombre de variables ait été considéré dans le cadre théorique peut expliquer cette situation, du moins en partie. Si un nombre plus restreint de variables avait été utilisé, il est probable que le support, ou le rejet, de ces hypothèses aurait été beaucoup plus net. Par contre, une telle approche, que l'on pourrait qualifier de réductionniste, aurait imposé que des variables soient exclues. Ces exclusions auraient pu présenter des problèmes de crédibilité quant à leur justification, et auraient également pu donner des résultats plus approximatifs. Ainsi, le chercheur aura opté pour l'inclusion d'un grand nombre de variables dont la pertinence aura préalablement été soigneusement établie. Cela aura donc permis de développer un modèle conceptuel riche, qui procure une représentation plus fidèle du contexte de la gestion environnementale telle qu'elle est pratiquée par les PME canadiennes.

4.6.4 Effets sectoriels

Les résultats de la présente recherche permettent également de constater clairement l'importance de l'effet sectoriel par rapport à la problématique de la gestion environnementale. Que ce soit au niveau des statistiques descriptives, des analyses bivariées présentées à l'Annexe 3 et à l'Annexe 4, des régressions multiples effectuées pour les hypothèses H1 et H2, ou encore pour les régressions modératrices effectuées pour les hypothèses H3 et H4, des différences significatives ont été observées à chaque fois entre les résultats obtenus pour les produits métalliques et ceux des produits électriques / électroniques.

En effet, les caractéristiques des produits déterminent les initiatives environnementales déployées par la firme, alors que les efforts ayant pour but de rehausser la performance environnementale des produits semblent susciter différents types d'avantages concurrentiels selon les industries. Les firmes dont les produits sont confrontés à des marchés hostiles ont plus de difficultés à tirer bénéfices de leurs initiatives environnementales. Par contre, lorsque les conditions de marché s'avèrent plus attrayantes, il est alors plus facile de mettre de l'avant une stratégie de différentiation des produits à partir de leurs caractéristiques environnementales, pour ensuite en exiger un prix supérieur.

Le taux de croissance de l'industrie, qui n'a pas été considéré dans la présente étude, serait aussi un facteur modérateur (Russo et Fouts, 1997). Les industries dont le taux de croissance est faible, et qui sont généralement peuplées d'entreprises matures et de produits standardisés, offriraient un contexte moins favorable aux innovations environnementales que les industries à fort taux de croissance, qui sont généralement peuplées de jeunes entreprises à structures plus organiques et de nouveaux entrants, et où les règles de la concurrence sont

encore floues. Il faut donc faire preuve de prudence lors de l'interprétation des comparaisons intersectorielles concernant la performance environnementale des produits.

4.7 LIMITES ET CONTRAINTES

Les résultats de cette recherche se doivent d'être interprétés à la lumière de certaines limites et contraintes propres à la stratégie de recherche développée dans le cadre de la présente thèse. De fait, toute stratégie de recherche est confrontée à des compromis devant être faits entre la simplicité, la généralisation ou la précision des résultats qu'elle sera en mesure de fournir (Weick, 1979; Lefebvre et al., 1997). Ainsi les deux prochaines sections exposent les limites d'ordre méthodologique et d'ordre conceptuel caractérisant la stratégie de recherche retenue.

4.7.1 Limites d'ordre méthodologique

« *Le sondage est né d'une impossibilité pratique: interroger individuellement toute une population à laquelle on s'intéresse (ou contrôler la totalité d'une production), et d'une possibilité statistique : décrire le tout par la partie.* » (Grawitz, 1993). Toujours selon cette auteure et de manière générale, les enquêtes par sondages sont adaptées à l'étude de populations nombreuses et suffisamment fractionnées. Par contre, elles sont sans intérêt dans le cas de populations réduites, et elles sont délicates lorsque les individus composant la population sont de tailles très inégales. Ces exigences minimales ont été prises en compte dans la mesure du possible, puisque la présente recherche se concentre sur les PME manufacturières, des entreprises dont la taille est normalement inférieure à 500 employés. Cela devrait avoir permis d'assurer un minimum d'homogénéité à l'échantillon.

De plus, puisque les sondages reposent sur la loi des grands nombres, les extrapolations en découlant doivent être réalisées à partir d'échantillons de taille suffisante (Grawitz, 1993). Comme l'illustre la Figure 4.14, l'échantillon analysé dans le cadre de la présente recherche a été conçu selon la méthode des quotas, faisant en sorte que les sujets de l'échantillon reproduisent le plus possible les caractéristiques de la population totale des *PME manufacturières canadiennes.* Alors, avec une taille totale de 205 produits, dont 109 provenant du secteur des produits métalliques et 96 provenant du secteur des produits électriques / électroniques, la taille de l'échantillon est donc suffisante pour procéder aux analyses multivariées qui ont permis certaines inférences statistiques auprès de la population totale, représentée par les rectangles blancs de la Figure 4.14 (PME manufacturières canadiennes des secteurs métalliques et électriques/électroniques). Dans certains cas, les inférences statistiques pourront même être valides auprès de la population totale élargie, représentée par les rectangles gris pâle (PME manufacturières canadiennes et PME manufacturières nord-américaines). Toutes inférences impliquant des firmes provenant d'autres populations comme les grandes entreprises (plus de 500 employés), les firmes de d'autres secteurs d'activités que ceux étudiés, ou encore des firmes provenant d'autres régions géographiques comme l'Asie sont inapplicables ou doivent être faites avec précautions.

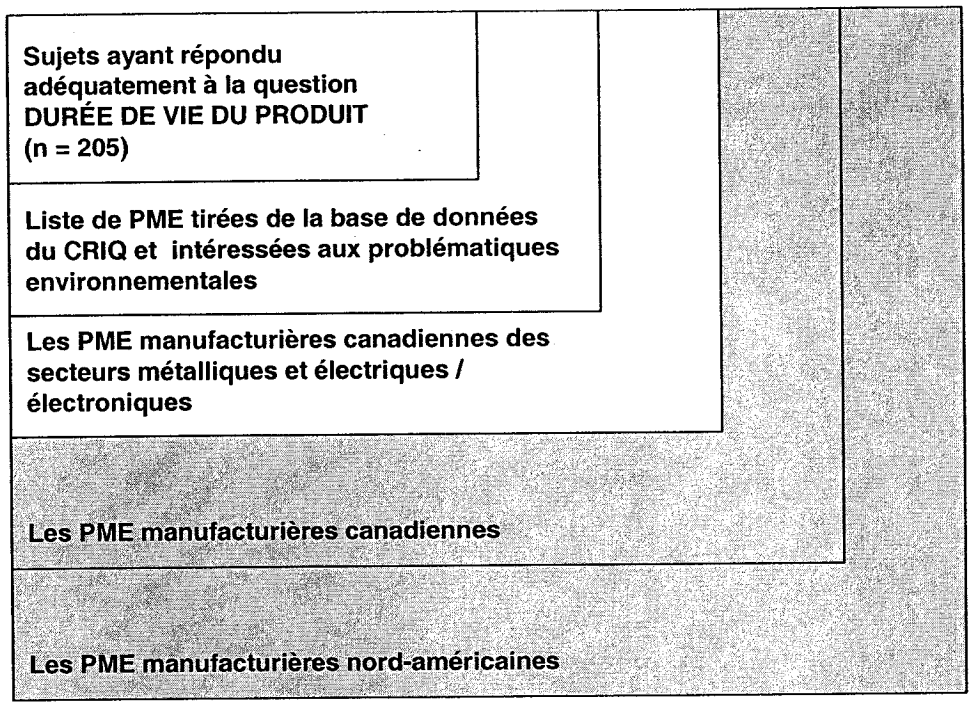


Figure 4.14 : Description de l'échantillon et de la population totale représentée

Quoique acceptable avec 205 répondants, la taille de l'échantillon aurait cependant pu être plus grande considérant le nombre de variables composant le modèle de recherche. Ainsi un échantillon composé de 350 à 400 sujets aurait contribué à rehausser la puissance statistique des tests effectués ainsi que la validité et la fiabilité des résultats obtenus, compte tenu que les analyses de l'effet sectoriel imposent la fragmentation de l'échantillon en deux sous-groupes de plus petite taille.

Il est à souligner que la présente recherche n'implique que des produits provenant de deux secteurs d'activités. Quoique très utile pour donner un avant goût des effets sectoriels, le prolongement de l'étude à des produits provenant de d'autres secteurs manufacturiers pourrait en rehausser la validité externe.

Également, en plus de s'assurer que les répondants soient disposés à participer au sondage, il faut que ceux-ci soient en mesure de répondre de manière fiable aux questions, c'est-à-dire qu'ils soient compétents en la matière (Babbie, 2001). Dans le but de satisfaire à cette exigence, une lettre explicative accompagnant chaque questionnaire indiquait que ce dernier s'adressait soit au dirigeant, soit au responsable de la production, soit au responsable du marketing de la firme. Cependant, bien que des précautions appropriées aient été prises à cet égard, le fait qu'il s'agissait de questionnaires auto administrés, le chercheur n'avait aucun contrôle sur l'administration des questionnaires une fois l'envoi postal effectué. De plus, malgré tous les efforts et l'attention accordés au développement du questionnaire et à la formulation des questions, le fait que l'étude repose sur un questionnaire auto administré par les répondants ouvre la porte à la possibilité que certaines questions aient été incomprises, ou encore interprétées dans un sens autre que celui initialement envisagé par le chercheur.

Il est aussi important de noter que des firmes sensibles aux préoccupations environnementales ont été volontairement ciblées par la présente recherche[30]. Cela aura fort probablement contribué à introduire un biais, rehaussant ainsi les moyennes des scores environnementaux par rapport à la moyenne totale qui aurait été obtenue pour l'ensemble des PME des deux secteurs étudiés. La présente recherche est donc en quelque sorte privée des perceptions négatives des PME qui accordent peu d'importance aux problématiques environnementales. Quoique leurs points de vue soient importants, l'intention de départ n'était pas de brosser un portrait des efforts environnementaux des PME. En effet, les objectifs de recherche visaient uniquement les PME qui avaient entrepris diverses initiatives environnementales. Cela aura permis de mieux

---

[30] L'enveloppe d'envoi comprenait une indication claire à l'effet qu'il s'agissait d'une étude portant sur les pratiques de gestion environnementale.

comprendre les facteurs pouvant stimuler la performance environnementale des produits, ainsi que les liens que ces facteurs entretiennent avec l'amélioration de la situation concurrentielle de l'entreprise. Par contre, le chercheur reconnaît que le biais ainsi introduit dans l'étude aura mené à tracer un portrait plus optimiste qu'il ne l'est en réalité au sujet des pratiques environnementales des PME manufacturières canadiennes.

L'enquête menée ici est de nature ponctuelle et aura permis d'obtenir un portrait de certains aspects de la gestion environnementale des PME à un moment particulier dans le temps, ce qui représente une limitation. L'observation, la comparaison et l'analyse de différentes stratégies environnementales telles qu'appliquées à plusieurs produits sur l'ensemble de leur cycle de vie, partant de la conception et allant jusqu'à la fin de leur vie utile, seraient bien adaptées à des études longitudinales.

Enfin, rapellons que l'enquête menée dans le cadre de la présente thèse ne concernait que l'analyse de l'attitude des PME face au concept de plate-forme environnementale PLM. Considérant que l'architecture et les orientations stratégiques de telles plates-formes puissent être fortement influencées par les grands donneurs d'ordres, cela représente une limite importante. De futures recherches gagneraient à être conçues de manière à rendre possible l'observation conjointe des petites et grandes entreprises dans le contexte des plates-formes environnementales PLM.

4.7.2 Limites d'ordre conceptuel

Sur le plan conceptuel, une première limitation découle du fait que le concept de plate-forme environnementale PLM a été inspiré à partir d'une revue de littérature ainsi que de l'observation de pratiques en émergence chez de

grandes entreprises considérées comme des leaders en terme de gestion environnementale. Cela fait en sorte que certaines des initiatives environnementales inclues dans le modèle peuvent ne pas être adaptées au contexte des PME étudiées. Les répondants peuvent ainsi s'être senti imposer un carcan mal ajusté à leurs problématiques.

Aussi, il est à noter que sur le plan conceptuel d'autres dimensions auraient pu être ajoutées au concept de *plate-forme environnementale PLM*, comme par exemple, les mesures ayant pour objectif la réduction des déchets et des émissions (comme les efforts de réduction des émissions de gaz à effet de serre). Cependant, en plus d'être difficiles à obtenir, de telles mesures devront préalablement franchir une étape de normalisation, non seulement à l'intérieur d'un secteur mais également de manière intersectorielle, afin d'en rendre possible les comparaisons. Également, une dimension concernant la phase d'utilisation, ou durée de vie utile, des produits aurait pu être intégrée au cadre théorique. Cependant, si l'on considère que les PME disposent d'excessivement peu d'information au sujet de leurs produits une fois que ceux-ci ont été vendus et qu'ils se retrouvent entre les mains de leurs clients, l'ajout de cette dimension aurait donc été peu concluant. De toutes façons, telle que conçue, la présente recherche n'était pas en mesure de tenir compte de manière satisfaisante de cette phase du cycle de vie des produits.

Le rôle des fournisseurs, en ce qui concerne les initiatives environnementales mises de l'avant par la firme, est couvert de manière très limitée. En fait, considérant le pouvoir d'influence réduit des PME au sein des réseaux de collaboration auxquels elles prennent part (Hall, 2000), celles-ci ne peuvent prétendre imposer des critères environnementaux stricts à leurs fournisseurs qui sont, dans certains cas, des entreprises multinationales. Ainsi, le pouvoir des PME se limite à choisir de faire affaires avec des fournisseurs qui, à leur avis, semblent démontrer une performance environnementale supérieure.

Enfin, bien que le cadre théorique de la présente recherche tenait compte de la dimension *logistique inverse* ainsi que des infrastructures de récupération, aucune typologie de classification de ces infrastructures n'était proposée. Par exemple, une typologie permettant de catégoriser les activités de transport des produits récupérés et les activités de recyclage selon qu'elles sont menées par un consortium monopolistique ou dans le contexte d'une structure concurrentielle (Toffel, 2003), aurait pu permettre de nuancer les résultats de l'étude.

CONCLUSION

En guise de conclusion, ce dernier chapitre effectue d'abord un retour sur les objectifs de recherche. Une discussion sur les contributions et la portée des résultats est ensuite présentée. Finalement quelques nouvelles voies de recherche sont suggérées.

Retour sur les objectifs de recherche

Le premier objectif de recherche visait à démontrer que la performance environnementale des produits puisse découler d'un ensemble d'initiatives environnementales mises de l'avant par la firme. Les initiatives considérées ont été intégrées autour de l'unité d'analyse qu'est le produit, et ont été appliquées à diverses étapes du cycle de vie de celui-ci. Une revue de littérature ainsi que des études de cas multiples menées auprès d'entreprises manufacturières européennes, considérées comme des chef de file en matière de gestion environnementale, auront supporté l'élaboration du concept central de la présente recherche appelé *plate-forme environnementale PLM*.

Le second objectif de recherche avait pour but d'établir empiriquement l'existence de relations d'interdépendance entre les initiatives environnementales déployées par la firme dans le cadre de la *plate-forme environnementale PLM* et leurs déterminants appelés *caractéristiques du produit*. L'hypothèse de recherche H1, qui incarne ces relations, a été validée, démontrant ainsi le pouvoir explicatif significatif des *caractéristiques du produit* vis-à-vis du type et de l'intensité des initiatives environnementales mises de l'avant par la firme à divers stade du cycle de vie de ses produits.

Le troisième objectif de cette thèse tentait de déterminer empiriquement la nature de la relation prévalant entre les initiatives environnementales mises de l'avant par la firme dans le cadre de la *plate-forme environnementale PLM* et les *avantages concurrentiels* pouvant découler de ceux-ci. Ces relations ont été mesurées au moyen de l'hypothèse de recherche H2 qui a été validée. Ainsi, il aura été clairement démontré que les initiatives environnementales déployées par la firme au sein de la *plate-forme environnementale PLM* ont un pouvoir explicatif significatif vis-à-vis des avantages concurrentiels que la firme parvient à développer.

Finalement, les hypothèses de recherche H3 (partiellement validée) et H4 (H4a partiellement validée, H4b validée) auront permis de démontrer la complexité du phénomène étudié et d'en accentuer notre compréhension. De fait, l'introduction des variables modératrices aura mis au jour la présence de synergies qui se manifestent entre celles-ci et certaines des relations prévalant d'une part, entre les dimensions de la *plate-forme environnementale PLM* et leurs déterminants du bloc *caractéristiques du produit*, et d'autre part, entre les dimensions du bloc *avantages concurrentiels* et leurs déterminants du bloc *plate-forme environnementale PLM*. Selon les présents résultats, ces synergies se concentreraient en des points où la firme interagit intensément avec des interlocuteurs externes, et plus particulièrement avec ses clients. En plus de rehausser notre compréhension du phénomène étudié, ces analyses auront permis de rehausser la validité des résultats obtenus.

Par conséquent, il est possible d'affirmer que l'ensemble des objectifs de recherche de la présente thèse a été atteint.

Contributions et portée des résultats

Les implications des résultats de la présente recherche sont d'ordre théorique et pratique Tout d'abord, du point de vue théorique, les résultats illustrent la pertinence de faire du produit l'unité d'analyse principale en ce qui a trait à l'étude des pratiques en gestion environnementale. L'intégration des initiatives environnementales analysées de manière structurée autour des cinq dimensions du concept de *plate-forme environnementale PLM*, lui-même inspiré du concept de chaîne de valeur, s'avère un outil puissant, qui aura permis de démontrer que le type et l'intensité des initiatives environnementales mises de l'avant par la firme varient en fonction de ces dimensions et qu'elles peuvent être expliquées par les déterminants que sont les *caractéristiques du produit*.

De plus, le développement à partir de ces cinq dimensions, d'une mesure intégrée appelée *score global PLM*, qui aura permis des comparaisons intersectorielles au niveau de la performance environnementale des firmes, s'avère aussi une avancée significative. Bien qu'il ne s'agisse pas ici d'une panacée, cela peut toutefois présenter des pistes de réflexion pour les autorités responsables du développement d'indicateurs de performance environnementale.

Par ailleurs, le fait que les entreprises composant l'échantillon de l'étude affichent des pointages relativement bas au niveau du *score global PLM* est une indication de préoccupations environnementales limitées dans les PME manufacturières canadiennes. Cela devrait normalement interpeller les différentes autorités gouvernementales dans leur rôle de diffuseurs d'information de manière à accentuer la sensibilisation des gestionnaires à cet égard, de même que celle des consommateurs afin que des pressions plus fortes pour des produits verts puissent provenir des marchés.

Le fait que les plus faibles pointages aient été obtenus au niveau des initiatives environnementales relatives à la logistique inverse comporte également des implications. Cela pose d'une part des défis au niveau du développement d'infrastructures de récupération performantes et modernes afin faciliter la rentabilisation de ces activités. Cependant, la conception des produits axée sur le recyclage pourrait contribuer de manière significative à faciliter l'extraction de la valeur résiduelle des produits à la fin de leur vie utile. Par contre, comme semble le démontrer les présents résultats, les PME accordent relativement peu de considération à la valeur de leurs produits en fin de vie. Ainsi, considérant la complexité des notions requises et des compromis devant être effectués afin de tenir compte de manière adéquate de la fin de vie des produits dès leur phase de conception, les autorités gouvernementales pourraient mettre de sur pied des programmes de sensibilisation auprès des gestionnaires et ingénieurs afin de développer leurs compétences et de stimuler leur intérêt envers les opportunités reliées à l'exploitation de la valeur résiduelle des produits.

Également, les universités pourraient voir à l'éveil des jeunes cadres en devenir, et plus particulièrement des jeunes ingénieurs qui sont souvent appelés à jouer un rôle stratégique dans le développement de nouveaux produits, face aux problématiques environnementales afin qu'ils soient mieux préparés à les affronter.

Les caractéristiques des produits entretiennent des liens significatifs avec le type et l'intensité des initiatives environnementales déployées par la firme. Cela viendrait donc proposer des pistes de réflexions pour les gestionnaires de PME lors de l'élaboration de leurs stratégies corporatives, commerciales ou technologiques. De plus les initiatives environnementales mises de l'avant au niveau des cinq phases du cycle de vie, telles que définies dans le présent

modèle de recherche, entretiennent toutes des liens significatifs et positifs avec l'amélioration de diverses composantes de la compétitivité de la firme. Les autorités gouvernementales de concert avec les associations industrielles devraient donc répandre une nouvelle attitude visant à faire plus que de simplement se conformer aux réglementations, et voulant que les efforts environnementaux puissent procurer des bénéfices tangibles et intangibles pour l'organisation et que ceux-ci ne représentent pas seulement des coûts supplémentaires. En introduisant et en démontrant la pertinence du concept de *plate-forme environnementale PLM*, la présente recherche aura aussi contribué à faire du cycle de vie du produit une unité d'analyse stratégique, non seulement à l'égard de l'amélioration de la performance environnementale des produits mais également pour ce qui est d'identifier des opportunités d'amélioration de la compétitivité des firmes. Les approches qui tiennent compte de l'ensemble du cycle de vie des produits présentent un potentiel très prometteur en ce qui concerne l'atteinte des objectifs de développement durable sur le plan environnemental, qui commandent des changements structuraux importants (Ryan, 1998; Allenby, 2004). Justement, le terme « plate-forme » a été employé pour attirer l'attention sur le fait qu'il ne doit pas s'agir d'efforts individuels de la part de la firme, mais qu'il s'agit plutôt d'efforts concertés de la part de l'ensemble des contributeurs au cycle de vie du produit.

Cette notion de « plate-forme » englobe donc les efforts déployés à divers niveaux, soit la R&D, les technologies produit, les technologies manufacturières, les processus d'affaires, les technologies de l'information, de communication et de collaboration, les systèmes de gestion et les pratiques managériales. Une telle plate-forme pourrait être à la base du concept de « produit intelligent » (traduction libre de *intelligent product systems*), et serait en mesure de supporter l'exploitation des fonctions des produits sous forme de services sans avoir à vendre les produits comme tel (Reiskin et al., 1999; Fishbein et al., 2000;

Mont, 2004; Mont et Lindhqvist, 2003). En plus de présenter un potentiel de gains importants sur le plan environnemental, les « produits intelligents » offrent de nouvelles opportunités d'affaires (Mont, 2001). Cependant, la composante *service* du concept de « produit intelligent » comprend une dimension informationnelle riche et complexe, et doit donc être supportée par des plates-formes technologiques solides.

Les résultats démontrent aussi que l'impact des initiatives environnementales au niveau des processus qui prennent place de part et d'autre de la chaîne de valeur, aux interfaces avec les fournisseurs et les clients, sont plus sujettes à être influencées par des effets modérateurs émanant de diverses conditions internes et externes à l'organisation. Le concept de plate-forme environnementale PLM, tel que définit dans ces pages, implique justement le rassemblement des divers contributeurs au cycle de vie d'un produit. Ainsi, les responsables de la mise en place de telles plates-formes devront faire en sorte que les participants soient suffisamment évolués sur le plan environnemental et sur le plan technologique afin de garantir le succès des plates-formes en tant que système ainsi que celui des firmes participantes en tant qu'entités individuelles.

Le défi du gestionnaire reviendrait donc à trouver la combinaison optimale d'initiatives environnementales, sur l'ensemble du cycle de vie des produits, qui permettraient un cumul d'avantages concurrentiels. Ainsi, pour un produit spécifique évoluant dans un environnement déterminé, la façon d'être le plus compétitif pour la firme consiste en l'adoption de la stratégie la plus appropriée. Cela n'est pas sans rappeler la notion de cohésion (traduction libre de *fit*) avancée par Porter. Alors que l'efficacité opérationnelle consiste à atteindre l'excellence au niveau des activités (ou fonctions) individuelles, la stratégie consiste en la *combinaison* d'activités (Porter, 1996). Cette notion de cohésion

est cruciale car les activités s'influencent entre elles. Bien que certaines catégories de cohésions soient génériques et mises en application par plusieurs entreprises, l'essentiel pour la firme consiste à harmoniser ses activités selon une combinaison qui soit unique, consolidant ainsi sa position concurrentielle. Cependant, si l'on considère l'envergure et l'aspect multidisciplinaire des problématiques environnementales auxquelles sont confrontées les entreprises manufacturières, la complexité de la tâche est grande. Le concept de plate-forme environnementale PLM proposé par la présente recherche peut donc s'avérer un outil d'analyse utile pour supporter les efforts des gestionnaires à cet égard.

Nouvelles voies de recherche

La présente recherche aura concentré son attention sur l'influence des caractéristiques du produit par rapport au type et à l'intensité des initiatives environnementales mises de l'avant par la firme à l'intérieur d'un concept intégrateur nommé *plate-forme environnementale PLM*, puis sur les liens pouvant être établis entre ces initiatives environnementales et les *avantages concurrentiels* en découlant. Cependant, ces relations auront été analysées en vase clos, à l'interne des firmes ayant pris part à l'étude. Puisque tout au long de leur cycle de vie, les produits subissent des interventions de la part d'un ensemble de contributeurs impliqués au niveau de ce qui peut être appelé la chaîne de valeur du produit, l'étude des initiatives environnementales déployées à l'échelle de tels réseaux de collaboration serait sûrement une nouvelle avenue de recherche prometteuse. Ainsi, la comparaison de la performance environnementale de différents réseaux de collaboration pourrait mettre au jour de nouveaux faits sur lesquels appuyer de nouvelles théories. De plus, une meilleure compréhension des mécanismes de transfert de connaissances environnementales entre les acteurs de ces réseaux permettrait le

développement d'outils et méthodes pouvant mieux supporter ces mécanismes, ce qui pourrait accélérer les transferts de connaissance et ainsi rehausser la performance environnementale de ces réseaux de collaboration.

La présente recherche aura abordé de manière brève et partielle la notion de logistique inverse (traduction libre de *reverse logistics* ou *close loop supply chain*). La revue de littérature effectuée dans le cadre de la justification théorique du choix de ces variables aura permis de confirmer la pertinence et la richesse des problématiques soulevées par ce sujet, qui représente à lui seul un vaste champ d'étude. Dans un avenir relativement proche, les entreprises manufacturières seront confrontées à l'obligation de gérer la fin de vie des produits qu'elles fabriquent de manière adéquate pour l'environnement. Des défis se poseront alors, entre autres, quant à la récupération des produits et à l'accroissement de la valeur résiduelle de ceux-ci. Des questions seront ainsi soulevées par différentes fonctions organisationnelles, comme par exemple :

- **Au niveau de la conception** : Comment rehausser la valeur résiduelle des produits et en faciliter le démantèlement? Quelles stratégies de conception modulaire et / ou de partages des composantes devraient être adoptées? Quelles matières devraient être sélectionnées ou retirées?
- **Au niveau des approvisionnements et de la fabrication** : Comment réintroduire les matières recyclées ou remises à neuf, considérant leurs flots irréguliers, dans les chaînes d'approvisionnement sans compromettre leur cohésion et leur efficacité?
- **Au niveau de la récupération et du recyclage** : Comment procurer aux utilisateurs et aux recycleurs les informations appropriées quant à la maximisation de la durée de vie des produits et quant aux procédures adéquates de recyclage?

Cette dernière référence à la gestion, au partage et à la propagation de l'information relative aux produits sur l'ensemble de leur cycle de vie s'avère également une avenue de recherche d'actualité. Les développements relativement récents dans le domaine des technologies de l'information rendent accessibles une vaste panoplie d'applications répondant aux exigences spécifiques des diverses fonctions organisationnelles (par exemple : CAD, PDM, ERP, SCM, CRM). L'étude de l'intégration des ces différentes applications dans le cadre de stratégies cohérentes de gestion du cycle de vie des produits (product lifecycle management – PLM) pourrait procurer des gains importants allant bien au-delà de la gestion environnementale, mais également au niveau de la qualité des produits, de la réduction des temps de cycle et de l'accroissement de la flexibilité des entreprises manufacturières, dont les stratégies pourraient tendre de plus en plus vers les modèles de personnalisation de masse.

RÉFÉRENCES

ABERNATHY, W.J., UTTERBACK, J.M. (1978). "Patterns of industrial innovation". *Technology Review.* 80 : 7. 40.

AGILE SOFTWARE CORPORATION. (2004a). Agile enables companies to stay current on environmental regulations through ESHconnect Pact: ESHconnect solution provides organizations access to regulation update service. In *Agile Software Corporation Press Release Web page.* [En ligne]. http://www.agile.com/pressreleases/index.asp?view=346&370_rm_id=13.539184.7 (Page consultée le 2005a - 06 - 15).

AGILE SOFTWARE CORPORATION. (2004b). Agile to integrate to i2 electronics database providing access to millions of electronic components: Connectivity will allow customers to streamline parts research and comply with impending environmental regulations. In *Agile Software Corporation Press Release Web page.* [En ligne]. http://www.agile.com/pressreleases/index.asp?view=347&370_rm_id=13.539184.72 (Page consultée le 2005b - 06 - 15).

AIKEN, L.S., WEST, S.G., RENO, R.R. (1996). *Multiple regression testing and interpreting interactions.* Newbury Park, Calif : Sage Publications.

ALLENBY, B. (2004). "Clean production in context: An information infrastructure perspective". *Journal of Cleaner Production.* 12 : 8-10. 833-839.

ALLENBY, B.R. (1999). *Industrial ecology: Policy framework and implementation.* Upper Saddle River, NJ : Prentice Hall.

ANDERSON, S.W., DALY, J.D., JOHNSON, M.F. (1999). "Why firms seek ISO 9000 certification: Regulatory compliance or competitive advantage?". *Production and Operations Management.* 8 : 1. 28-43.

APICS (2003). *The adaptive supply chain: Postponement for profitability.* Alexandria, VA. APICS.

ARGOTE, L., MCEVILY, B., REAGANS, R. (2003). "Managing knowledge in organizations: An integrative framework and review of emerging themes". *Management Science.* 49 : 4. 571-582.

ARORA, S., CASON, T.N. (1996). "Why do firms volunteer to exceed environmental regulations?". *Land Economics.* 72 : 4. 413-432.

ASSOCIATION CANADIENNE DE L'ÉLECTRICITÉ. (2002). L'électricité canadienne et l'environnement. In *Gestion des enjeux.* [En ligne]. http://www.canelect.ca/francais/managing_issues_environment.html (Page consultée le 2005 - 06 - 15).

ASSOCIATION DE L'ALUMINIUM DU CANADA. (2005). Prix de la matiere premiere payé aux récupérateurs. In *Section Fabrication du site de l'Association de l'aluminium du Canada.* [En ligne]. http://aac.aluminium.qc.ca/frameset/index.html (Page consultée le 2005 - 06 - 15).

AZZONE, G., BERET, U., NOCI, G. (1997). "Developing business policies for environmental management". *Long Range Planning.* 30 : 4. 562-571.

BABBIE, E. (2001). *The practice of social research.* Belmont, CA : Wadsworth.

BAGE, G.F., SAMSON, R. (2003). "The econo-environmental return (EER)". *International Journal of Life Cycle Assessment.* 8 : 4. 246-251.

BAGE, G.F., SAMSON, R., SINCLAIR-DESGAGNÉ, B. (2002). "A technicoeconomic approach for the selection of a site remediation strategy - Part A: Theory". *Environmental Management.* 30 : 6. 807-815.

BALDWIN, C.Y., CLARK, K.B. (2000). *Design rules: The power of modularity.* Cambridge, Mass : MIT Press.

BENDAVID, Y., HADAYA, P., TALBOT, S., LEFEBVRE, L.A., LEFEBVRE, E. (2003). "The business logic behind the use of electronic platforms by automotive manufacturers". *Proceedings of the 12th International Conference on Management of Technology.* Miami, Florida : IAMOT.

BERNSTEIN, F., DECROIX, G.A. (2004). "Decentralized pricing and capacity decisions in a multitier system with modular assembly". *Management Science.* 50 : 9. 1293-1308.

BERTHELOT, S., MCGRAW, E., COULMONT, M., MORILL, J. (2003). "ISO 14000: Added value for Canadian business?". *Environmental Quality Management.* 13 : 2. 47-57.

BILLATOS, S., BASALY, N. (1997). *Green Technology and Design for the Environment.* London : Taylor and Francis Group.

BIROU, L.M., FAWCETT, S.E., MAGNAN, G.M. (1998). "The product life cycle: A tool for functional strategic alignment". *International Journal of Purchasing and Materials Management.* 34 : 2. 37-51.

BLACKBURN, J.D., GUIDE, V.D.R., Jr., SOUZA, G.C., VAN WASSENHOVE, L.N. (2004). "Reverse supply chains for commercial returns". *California Management Review.* 46 : 2. 6-22.

BLANCHARD, B.S. (1998). *System engineering management.* New York : Wiley.

BOURGAULT, M., LEFEBVRE, E., LEFEBVRE, L.A., PELLERIN, R., ELIA, E. (2002). "Discussion of metrics for distributed project management: Preliminary findings". *Proceedings of the 35th Hawaii International Conference on System Science.*

BOWEN, F.E., COUSINS, P.D., LAMMING, R.C., FARUK, A.C. (2001a). "Horses for courses: Explaining the gap between the theory and practice of green supply". *Greener Management International.* 35. 41-60.

BOWEN, F.E., COUSINS, P.D., LAMMING, R.C., FARUK, A.C. (2001b). "The role of supply management capabilities in green supply". *Production and Operations Management.* 10 : 2. 174-189.

BOYACI, T., GALLEGO, G. (2004). "Supply chain coordination in a market with customer service competition". *Production and Operations Management.* 13 : 1. 3-22.

BROWN, A.O., LEE, H.L., PETRAKIAN, R. (2000). "Xilinx improves its semiconductor supply chain using product and process postponement". *Interfaces.* 30 : 4. 65-80.

BUREAU NATIONAL DE LA PRÉVENTION DE LA POLLUTION (2000). *Comprendre les aspects environnementaux des produits électroniques: Étude de cas pour l'évaluation du cycle de vie d'un téléphone d'affaires.* Ottawa, Canada : Environnement Canada.

BURGELMAN, R.A., ROSENBLOOM, R.S. (1989). "Technology strategy: An evolutionary process perspective". *Res. Technol. Innov. Manage. Pol.* 4 : 1-23.

BURGELMAN, R.A., CHRISTENSEN, C.M., WHEELWRIGHT, S.C. (2004). *Strategic management of technology and innovation.* Boston, Toronto : McGraw-Hill/Irwin.

BURTON, T.T., BOEDER, S.M. (2003). *The lean extended enterprise: Moving beyond the four walls to value stream excellence.* Boca Raton, FL : J. Ross Pub.

CAIRNCROSS, F. (1992). *Costing the earth: The challenge for governments, the opportunities for business.* Boston, MA. Harvard Business School Press.

CANADIAN ENVIRONMENT INDUSTRY ASSOCIATION (2001). *Computer recycling infrastructure in Canada.* Canadian Environment Industry Association for Industry Canada.

CARLSON, R., PALSSON, A.C. (2001). "Industrial environmental information management for technical systems". *Journal of Cleaner Production.* 9 : 5. 429-435.

CARLSON-SKALAK, S., LESCHKE, J., SONDEEN, M., GELARDI, P. (2000). "E media's global zero: Design for environment in small firm". *Interface.* 30 : 3. 66-82.

CARTER, C.R., JENNINGS, M.M. (2002). "Logistics social responsibility: An integrative framework". *Journal of Business Logistics.* 23 : 1. 145-180.

CARTER, C.R., DRESNER, M. (2001). "Purchasing's role in environmental management: Cross-functional development of grounded theory". *Journal of Supply Chain Management.* 37 : 3. 12-27.

CARTER, G.R., CARTER, J.R. (1998). "Interorganizational determinants of environmental purchasing: Initial evidence from the consumer products industries". *Decision Sciences.* 29 : 3. 659-684.

CARTER, J.R., NARASIMHAN, R. (2000). "Sourcing's role in environmental supply chain management". *Supply Chain Management Review.* 3 : 4. 78-88.

CELESTICA. (2004). Environmental Corporate Position on RoHS and WEEE Directives. In *Celestica In Focus Web page.* [En ligne]. http://www.celestica.com/uploadedFiles//Environmental_Corporate_Position.pdf (Page consultée le 2005 - 06 - 15).

CHANDLER, A.D. (1962). *Strategy and structure. Chapters in the history of the industrial enterprise.* Cambridge, Mass : MIT Press.

CHANDRA, C., EVERSON, M., GRABIS, J. (2005). "Evaluation of enterprise-level benefits of manufacturing flexibility". *Omega.* 33 : 1. 17-31.

CHASE, R.B., AQUILANO, N.J., JACOBS, F.R. (1998). *Production and operations management manufacturing and services.* Boston : Irwin/McGraw-Hill. xx, 889 p.

CHEN, C. (2001). "Design for the environment: A quality-based model for green product development". *Management Science.* 47 : 2. 250-263.

CHRISTENSEN, C.R. (1992). "Exploring the limits of the technology S-curve - Part I: Component technologies". *Production and Operations Management.* 1 : 4. 334-357.

CHRISTENSEN, C.M., RAYNOR, M.E. (2003). *The innovator's solution Creating and sustaining successful growth.* Boston, Mass : Harvard Business School Press.

CHRISTMANN, P. (2000). "Effects of "best practices" of environmental management on cost advantage: The role of complementary assets". *Academy of Management Journal.* 43 : 4. 663-680.

CIMDATA. (2004). CIMdata commentary: Boeing and Dassault Systemes' announcement positive. In *CIMdata Authored Articles Web page.* [En ligne]. http://www.cimdata.com/publications/article04-01_cimdata_commentary.html (Page consultée le 2005 - 06 - 15).

CODDINGTON, W. (1993). *Environmental marketing: Positive strategies for reaching the green consumer.* New York : McGraw-Hill.

COHEN, J. (2003). *Applied multiple regression / correlation analysis for the behavioral sciences.* Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.

COHEN KULP, S., LEE, H.L., OFEK, E. (2004). "Manufacturer benefits from information integration with retail customers". *Management Science.* 50 : 4. 431-444.

COLLINS, R., BECHLER, K. (1999). "Outsourcing in the chemical and automotive industries: Choice or competitive imperative?". *The Journal of Supply Chain Management.* 35 : 4. 4-11.

COMMISSION EUROPÉENNE. (2000). *Directive du parlement européen et du conceil relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques.* Bruxelles: Commission des communautés européennes. COM(2000)347.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE (1995). *Guide 109: Aspects liés a l'environnement - Prise en compte dans les normes électrotechniques de produit.* Geneve, Suisse : Commission Électrotechnique Internationale.

CORBETT, C.J., KIRSCH, D.A. (2001). "International diffusion of ISO 14000 certification". *Production and Operations Management.* 10 : 3. 327-342.

COX, P., DRYS, G. (2003a). "Directive 2002/95/EC of the European parliament and of the council of 27 January 2003 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment". *Official Journal of the European Union.*

COX, P., DRYS, G. (2003b). "Directive 2002/96/EC of the European parliament and of the council of 27 January 2003 on waste electrical and electronic equipment (WEEE)". *Official Journal of the European Union.*

CRESWELL, J.W. (1994). *Qualitative and quantitative approaches.* Thousand Oaks, CA : Sage Publications.

CUA, K.O., MCKONE, K.E., SCHROEDER, R.G. (2001). "Relationships between Implementation of TQM, JIT, and TPM and manufacturing performance". *Journal of Operations Management.* 19 : 6. 675-694.

CURKOVIC, S., MELNYK, S.A., HANDFIELD, R.B., CALANTONE, R. (2000). "Investigating the linkage between total quality management and environmentally responsible manufacturing". *IEEE Transactions on Engineering Management.* 47 : 4. 444-464.

CURRAN, M.A. (1996). *Environmental life-cycle assessment.* New York : McGraw-Hill.

DA SILVEIRA, G., BORENSTEIN, D., FOGLIATTO, F.S. (2001). "Mass customization: Literature review and research directions". *International Journal of Production Economics.* 72 : 1. 1-13.

DARR, E., ARGOTE, L., EPPLE, D. (1995). "The acquisition, transfer and depreciation of knowledge in service organizations: Productivity in franchises". *Management Science.* 41 : 11. 1750-1762.

DAY, G.S., NEDUNGADI, P. (1994). "Managerial representations of competitive advantage". *Journal of Marketing.* 58 : 2. 31-44.

DE BAKKER, F.G.A. (2001). "Product-oriented environmental management: Lessons from total quality management". *Journal of Industrial Ecology.* 5 : 2. 55-69.

DE BURGOS JIMENEZ, J., CESPEDES LORENTE, J.J. (2001). "Environmental performance as an operations objective". *International Journal of Operations & Production Management.* 21 : 12. 1553-1572.

DE VILLIERS, M.-E. (2003). *Multi: Dictionnaire de la langue française.* Montréal : Éditions Québec Amérique.

DEAN, J. (1950). "Pricing policies for new products". *Harvard Business Review.* 28:45-53.

DESAI, P., KEKRE, S., RADHAKRISHNAN, S., SRINIVASAN, K. (2001). "Product differentiation and commonality in design: Balancing revenue and cost drivers". *Management Science.* 47 : 1. 37-51.

DOBILAS, G., MACPHERSON, A. (1997). "Environmental regulation and international sourcing policies of multinational firms". *Growth and Change.* 28 : 1. 7-23.

DOWELL, G., HART, S., YEUNG, B. (2000). "Do corporate global environmental standards create or destroy market value?". *Management Science.* 46 : 8. 1059.

DRUMWRIGHT, M.E. (1994). "Socially responsible organizational buying: Environmental concern as a noneconomic buying criterion". *Journal of Marketing.* 58 : 3. 1-19.

DYER, J. (2000). *Collaborative advantage: Winning through extended enterprise supplier networks.* New York : Oxford University Press.

EICHNER, T., PETHIG, R. (2003). "Corrective taxation for curbing pollution and promoting green product design and recycling". *Environmental and Resource Economics.* 25:4. 477-500.

EISENHARDT, K.M. (1989). "Building theories from case study research". *Academy of Management Review.* 14 : 4. 532-550.

ELKINGTON, J. (1994). "Towards the sustainable corporation: Win-win-win business strategies for sustainable development". *California Management Review.* 36 : 2. 90-100.

ENVIRONMENT CANADA (2000). *Information technology (IT) and telecommunication (telecom) waste in Canada.* Ottawa : Environment Canada, National Office of Pollution Prevention.

ENVIRONMENT CANADA (2001). *Toxic and hazardous materials in electronics: An environmental scan of toxic and hazardous materials in IT and telecom products and waste.* Ottawa : Environment Canada, National Office of Pollution Prevention.

EPA (1995). *EPA Office of Compliance Notebook Project: Profile of the fabricated metal products industry.* Washington, DC : Office of Compliance, U.S. Environmental Protection Agency.

EPA (2000). *Waste Wise update: Electronics reuse and recycling.* United States - Environmental Protection Agency - Solid Waste and Emergency Response.

EPA (2002). *Hazardous waste combustion (HWC) national emission standards for hazardous air pollutants (NESHAP) fact sheet.* Office of Solid Waste.

EPA (2004). *How to evaluate alternative cleanup technologies for underground storage tank sites: A guide for corrective action plan reviewers. EPA 510-R-04-002.* Washington, DC : Office of Solid Waste and Emergency Response.

ESTY, D.C., PORTER, M.E. (1997). "Industrial ecology and competitiveness: Strategic implications for the firm". *Journal of Industrial Ecology.* 2 : 1. 35-43.

ETHIRAJ, S.K., LEVINTHAL, D. (2004). "Modularity and innovation in complex systems". *Management Science.* 50 : 2. 159-173.

ETTLIE, J.E. (2001). "U.S. manufacturing: technology and public policy in the 'knowledge age'". *Doing business in the knowledge-based economy: Facts and policy challenges.* Sous la direction de L.A. LEFEBVRE, E. LEFEBVRE, P. MOHNEN. Boston : Kluwer Academic Publishers. P. 151-179.

EUROPEAN ALUMINIUM ASSOCIATION (2000). *Environmental profile report for the European aluminium industry.* Brussels : European Aluminium Association.

FARUK, A.C., LAMMING, R.C., COUSINS, P.D., BOWEN, F.E. (2001). "Analyzing, mapping, and managing environmental impacts along supply chains". *Journal of Industrial Ecology.* 5 : 2. 13-36.

FERDOWS, K., DE MEYER, A. (1990). "Lasting improvements in manufacturing performance: In search of a new theory". *Journal of Operations Management.* 9 : 2. 168-184.

FIKSEL, J. (1996). *Design for environment: Creating eco-efficient products and processes.* New York : McGraw-Hill.

FISHBEIN, B.K., MCGARRY, L.S., DILLON, P.S. (2000). *Leasing: A step toward producer responsibility.* New York : Inform Inc.

FISHER, M., RAMDAS, K., ULRICH, K. (1999). "Component sharing in the management of product variety: A study of automotive braking systems". *Management Science.* 45 : 3. 297-315.

FLEISCHMANN, M., BEULLENS, P., BLOEMHOF-RUWAARD, J., VAN WASSENHOVE, L.N. (2001). "The impact of product recovery on logistics network design". *Production and Operations Management.* 10 : 2. 156-173.

FLEISCHMANN, M., BLOEMHOF-RUWAARD, J.M., DEKKER, R., VAN DER LAAN, E., VAN NUNEN, J.A.E.E., VAN WASSENHOVE, L.N. (1997). "Quantitative models for reverse logistics: A review". *European Journal of Operational Research.* 103 : 1. 1-17.

FLORIDA, R. (1996). "Lean and green: The move to environmentally conscious manufacturing". *California Management Review.* 39 : 1. 80-105.

FLORIDA, R., DAVISON, D. (2001). "Gaining from green management: Environmental management systems inside and outside the factory". *California Management Review.* 43 : 3. 64-84.

FLOWERS, A.D., LINDERMAN, K. (2003). "Hazardous waste disposal: A waste-fuel blending approach". *Production and Operations Management.* 12 : 3. 307-319.

FREEL, M.S. (2000). "Barriers to product innovation in small manufacturing firms". *International Small Business Journal.* 18 : 2. 60-80.

FREEL, M.S. (2005). "Patterns of innovation and skills in small firms". *Technovation.* 25 : 2. 123-134.

FREEMAN, C., SOETE, L. (1997). *The Economics of Industrial Innovation.* Cambridge, Ma : MIT Press.

GERSTENFELD, A., ROBERTS, H. (2000). "Size matters: Barriers and prospects for environmental management in small and medium-sized enterprises". *Small and medium-sized enterprises and the environment: Business imperatives.* Sous la direction de R. HILLARY. Sheffield, UK : Greenleaf Publishing Limited. P. 106-118.

GILLEY, K.M., WORRELL, D.L., DAVIDSON III, W.N., EL-JELLY, A. (2000). "Corporate environmental initiatives and anticipated firm performance: The differential effects of process-driven versus product-driven greening initiatives". *Journal of Management.* 26 : 6. 1199-1216.

GIRSHICK, S., SHAH, R., WAAGE, S. (2002). *Information technology and sustainability: Enabling the future.* San Francisco : The Natural Step. 48 p.

GITTELMAN, M.K.B. (2003). "Does good science lead to valuable knowledge? Biotechnology firms and the evolutionary logic of citation patterns". *Management Science.* 49 : 4. 366-382.

GOEDKOOP, M., OELE, M. (2002). *User Manual: Introduction into LCA Methodology and Practice with SimaPro 5.* Amersfoort : Pré Consultants B.V.

GOEDKOOP, M., SPRIENSMA, R. (2001). *The Eco-indicator 99: A damage oriented method for life cycle impact assessment. Methodology report.* Amersfoort : Pré Consultants B.V.

GONZALEZ-BENITO, J. (2005). "A study of the effect of manufacturing proactivity on business performance". *International Journal of Production and Operations.* 25 : 3. 222-241.

GONZALEZ-BENITO, J., GONZALEZ-BENITO, O. (2005). "Environmental proactivity and business performance: An empirical analysis". *Omega.* 33 : 1. 1-15.

GOSSAIN, S. (2003). "Cracking the collaboration code". *IEEE Engineering Management Review.* 31 : 2. 20-25.

GOUVERNEMENT DU CANADA. (2004). Protection de l'environnement (1999), Loi canadienne sur la. In *Site du Ministere de la justice du Canada.* [En ligne]. http://lois.justice.gc.ca/fr/C-15.31/texte.html (Page consultée le 2005 - 06 - 15).

GRAEDEL, T.E., ALLENBY, B.R. (1995). *Industrial ecology.* Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall.

GRAMAN, G.A., MAGAZINE, M.J. (2002). "A numerical analysis of capacitated postponement". *Production and Operations Management.* 11 : 3. 340-357.

GRAWITZ, M. (1993). *Méthodes des sciences sociales.* Paris : Éditions Dalloz.

GREEN, K., MORTON, B., NEW, S. (2000). "Greening organizations". *Organization & Environment.* 13 : 2. 206-227.

GUIDE, V.D.R., Jr. (2000). "Production planning and control for remanufacturing: Industry practice and research needs". *Journal of Operations Management.* 18 : 4. 467-483.

GUIDE, V.D.R., Jr., JAYARAMAN, V., LINTON, J.D. (2003). "Building contingency planning for closed-loop supply chains with product recovery". *Journal of Operations Management.* 21 : 3. 259-279.

GUPTA, M.C. (1995). "Environmental management and its impact on the operations function". *International Journal of Operations & Production Management.* 15 : 8. 34-51.

HAIR, J.F., ANDERSON, R.E., TATHAM, R.L., BLACK, W.C. (1998). *Multivariate data analysis.* Upper Saddle River, New Jersey : Prentice Hall.

HALL, J. (2000). "Environmental supply chain dynamics". *Journal of Cleaner Production.* 8 : 6. 455-471.

HALL, R. (1993). *The soul of the enterprise: Creating a dynamic vision for American manufacturing.* New York : Harper Business.

HANDFIELD, R.B., MELNYK, S.A., CALANTONE, R.J., CURKOVIC, S. (2001). "Integrating environmental concerns into the design process: The gap between theory and practice". *IEEE Transactions on Engineering Management.* 48 : 2. 189-208.

HANDFIELD, R.B., WALTON, S.V., SEEGERS, L.K., MELNYK, S.A. (1997). "'Green' value chain practices in the furniture industry". *Journal of Operations Management.* 15 : 4. 293-315.

HANNA, M.D., NEWMAN, W.R., JOHNSON, P. (2000). "Linking operational and environmental improvement through employee involvement". *International Journal of Operations and Production Management.* 20 : 2. 148-165.

HANSEN, W.J., ORTH, K.D., ROBINSON, R.K. (1998). "Cost effectiveness and incremental cost analyses: Alternative to benefit-cost analysis for environmental remediation projects". *Practice Periodical of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste Management.* 2 : 1. 8-12.

HANSMANN, K.-W., KROEGER, C. (2001). "Environmental management policies: A comparison of reactive and proactive approaches". *Greener manufacturing and operations: From design to delivery and back.* Sous la direction de J. SARKIS. Sheffield, UK : Greenleaf Publishing. P. 192-204.

HART, S., ARNOLD, M., DAY, R. (2000). "The business of sustainable forestry: Meshing operations with strategic purpose". *Interface.* 30 : 3. 234-250.

HART, S.L. (1995). "A natural-resource-based view of the firm". *Academy of Management Review.* 20 : 4. 986-1014.

HAYES, R., PISANO, G., UPTON, D., WHEELWRIGHT, S. (2005). *Operations, strategy, and technology: Pursuing the competitive edge.* USA : John Wiley & Sons.

HAYES, R.H., WHEELWRIGHT, S.C. (1979a). "The dynamics of process-product life cycles". *Harvard Business Review.* 57 : 2. 127-136.

HAYES, R.H., WHEELWRIGHT, S.C. (1979b). "Link manufacturing process and product life cycles". *Harvard Business Review.* 57 : 1. 133-140.

HE, D., KUSIAK, A., TSENG, T.-L.B. (1998). "Delayed product differentiation: A design and manufacturing perspective". *Computer-Aided Design.* 30 : 2. 105-113.

HENRIQUES, I., SADORSKY, P. (1999). "The relationship between environmental commitment and managerial perceptions of stakeholder importance". *Academy of Management Journal.* 42 : 1. 87-99.

HENSTOCK, M.E. (1988). *Design for recyclability.* London, Brookfield, VT : Institute of Metals on behalf of the Materials Forum. Institute of Metals, North American Publication Center.

HILLARY, R. (2000a). "The eco-management and audit scheme, ISO 14001 and the smaller firm". *Small and Medium-Sized Enterprises and the Environment: Business Imperatives.* Sous la direction de R. HILLARY. Sheffield, UK : Greenleaf Publishing. P. 128-147.

HILLARY, R. (2000b). *Small and medium-sized enterprises and the environment: Business imperatives.* Sheffield, UK : Greenleaf Pub.

HO, T.H., TANG, C.S. (2004). "Introduction to the special issue on marketing and operations management interfaces and coordination". *Management Science.* 50 : 4. 429-430.

HUNG, S.C., LIU, N.C., CHANG, J.B. (2003). "The taxonomy and evolution of technology strategies: A study of Taiwan's high-technology-based firms". *IEEE Transactions on Engineering Management.* 50 : 2. 219-227.

HUNKELER, D. (2003). "Selective multinationality: How environmental management helps high-tech SMEs identify high-growth, low-risk markets". *International Journal of Life Cycle Assessment.* 8 : 1. 51-54.

IANSITI, M. (1995). "Shooting the rapids: Managing product development in turbulent environments". *California Management Review.* 38 : 1. 37-58.

ICHNIOWSKI, C., SHAW, K. (1999). "The effects of human resource management systems on economic performance: An international comparison of U.S. and Japanese plants". *Management Science.* 45 : 5. 704-721.

ICHNIOWSKI, C., SHAW, K., PRENNUSHI, G. (1997). "The effects of human resource management practices on productivity: A study of steel finishing lines". *The American Economic Review.* 87 : 3. 291-313.

INDUSTRIE CANADA. (2005). Principales statistiques relatives aux petites entreprises - janvier 2005. In *Site Strategis d'Industrie Canada.* [En ligne]. http://strategis.ic.gc.ca/epic/internet/insbrp-rppe.nsf/fr/rd00998f.html (Page consultée le 2005 - 06 - 15).

INFORM (2003). *Calling all cell phones: Collection, reuse and recycling programs in the US.* New York : Inform Inc.

INGRAM, P., SIMONS, S. (2002). "The transfer of experience in groups of organizations: Implications for performance and competition". *Management Science.* 48 : 12. 1517-1533.

INTERNATIONAL ALUMINIUM INSTITUTE (2000). *The aluminium industry's sustainable development report.* London, UK. International Aluminium Institute.

ISO (1997). *ISO 14040:1997. Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework.* Geneva : International Standard Organization.

ISO (2002). *ISO/TR 14062:2002. Management environnemental - Intégration des aspects environnementaux dans la conception et le développement de produit.* Geneve : International Standard Organisation.

ISO (2003). *The ISO Survey of ISO 9000 and ISO 14001 certificates - Twelfth cycle.* Switzerland : International Standard Organization.

ISO (2004). *The ISO survey of ISO 9001:2000 and ISO 14001 certificates - 2003.* Geneva, Switzerland : International Standard Organization.

IVERSEN, G.R. (1991). *Contextual analysis.* Newbury Park : Sage.

JACCARD, J., TURRISI, R., WAN, C.K. (1990). *Interaction effects in multiple regression.* Beverley Hills, California : Sage Publications.

JOHANNSON, L. (2000). "Small business, sustainability and trade". *Small and medium-sized enterprises and the environment: Business imperatives.* Sous la direction de R. HILLARY. Sheffield, UK : Greenleaf Publishing. P. 82-93.

JOHN STARK ASSOCIATES. (2004). A PLM definition. In *2PLM, Vol. 7, No. 1.* [En ligne]. http://www.johnstark.com/2PLM166.html (Page consultée le 2005 - 06 - 15).

JONES, N., KLASSEN, R.D. (2001). "Management of pollution prevention: Integrating environmental technologies in manufacturing". *Greener manufacturing and operations: From design to delivery and back.* Sous la direction de J. SARKIS. Sheffield, UK : Greenleaf Publishing. P. 56-68.

KAHN, K.B. (2002). "An exploratory investigation of new product forecasting practices". *Journal of Product Innovation Management.* 19 : 2. 133-143.

KAKABADSE, A., KAKABADSE, N. (2002). "Trends in outsourcing: Contrasting USA and Europe". *European Management Journal.* 20 : 2. 189-198.

KALAKOTA, R., WHINSTON, A.B. (1997). *Electronic commerce: A manager's guide* . Reading, Mass : Addison-Wesley.

KAPLAN, A. (1998). *The conduct of inquiry: Methodology for behavioral science.* New Brunswick, NJ : Transaction Publishers.

KARMARKAR, U. (2004). "Will you survive the services revolution?". *Harvard Business Review.* 82 : 6. 100.

KING, A.A., LENOX, M.J. (2001a). "Does it really pay to be green? An empirical study of firm environmental and financial performance". *Journal of Industrial Ecology.* 5 : 1. 105-116.

KING, A.A., LENOX, M.J. (2001b). "Lean and green? An empirical examination of the relationship between lean production and environmental performance". *Production and Operations Management.* 10 : 3. 244-256.

KING, A.A., LENOX, M.J. (2002). "Exploring the locus of profitable pollution reduction". *Management Science.* 48 : 2. 289-299.

KLASSEN, R.D. (2000a). "Exploring the linkage between investment in manufacturing and environmental technologies". *International Journal of Operations and Production Management.* 20 : 2. 127-147.

KLASSEN, R.D. (2000b). "Just-in-time manufacturing and pollution prevention generate mutual benefits in the furniture industry". *Interfaces.* 30 : 3. 95-106.

KLASSEN, R.D., ANGELL, L.C. (1998). "An international comparison of environmental management in operations: The impact of manufacturing flexibility in the US and Germany". *Journal of Operations Management.* 16 : 2,3. 177.

KLASSEN, R.D., VACHON, S. (2003). "Collaboration and evaluation in the supply chain: The impact on plant-level environmental investment". *Production and Operations Management.* 12 : 3. 336-352.

KLASSEN, R.D., MCLAUGHLIN, C.P. (1996). "The impact of environmental management on firm performance". *Management Science.* 42 : 8. 1199-1214.

KLASSEN, R.D., WHYBARK, D.C. (1999a). "Environmental management in operations: The selection of environmental technologies". *Decision Sciences.* 30 : 3. 601-631.

KLASSEN, R.D., WHYBARK, D.C. (1999b). "The impact of environmental technologies on manufacturing performance". *Academy of Management Journal.* 42 : 6. 599-615.

KLAUSNER, M., GRIMM, W.M., HENDRICKSON, C. (1998). "Reuse of electric motors in consumer products: Design and analysis of an electronic data log". *Journal of Industrial Ecology.* 2 : 2. 89-102.

KOGUT, B., ZANDER, U. (1992). "Knowledge of the firm, combative capabilities, and the replication of technology". *Organization Science.* 3 : 3. 383-397.

KOTHA, S. (1995). "Mass customization: Implementing the emerging paradigm for competitive advantage". *Strategic Management Journal.* 16 : 21-42.

KOTHA, S., NAIR, A. (1995). "Strategy and environment as determinants of performance: Evidence from the Japanese machine tool industry". *Strategic Management Journal.* 16 : 7. 497-518.

KOTHA, S., ORNE, D. (1989). "Generic manufacturing strategies: A conceptual synthesis". *Strategic Management Journal.* 10 : 3. 211-231.

KOTLER, P. (1989). "From mass marketing to mass customization". *Planning Review.* 17 : 10-13.

KOTLER, P., TURNER, R.E., FILIATRAULT, P. (1994). *Le management du marketing.* Boucherville, Canada : Gaëtan Morin.

KREHBIEL, T.C., EREKSON, O.H. (2001). "Characteristics of self-regulating environmental management systems: A survey of academic experts". *International Journal of Environmental Technology and Management.* 1 : 1/2. 104-106.

KRIKKE, H. (2001). "Recovery strategies and reverse logistics network design". *Greener manufacturing and operations: From design to delivery and back.* Sous la direction de J. SARKIS. Sheffield, UK : Greenleaf Publishing. P. 256-271.

KRIKKE, H., LE BLANC, I., VAN DE VELDE, S. (2004). "Product modularity and the design of closed-loop supply chains". *California Management Review.* 46 : 2. 23-39.

KRISHNAN, V., GUPTA, S. (2001). "Appropriateness and impact of platform-based product development". *Management Science.* 47 : 1. 52-68.

KRISHNAN, V., ULRICH, K.T. (2001). "Product development decisions: A review of the literature". *Management Science.* 47 : 1. 1-21.

KRUT, R., KARASIN, L. (1999). *Supply chain environmental management: Lessons from leaders in the electronics industry.* United States-Asia Environmental Partnership - Clean Technology Environmental Management Program.

LAMB, C.W., MILLER, F.M., ROTH, A. (1994). "Detailed determination of organic emissions from a preheater cement klin co-fired with liquid hazardous wastes". *Hazardous Waste and Hazardous Materials.* 11 : 1. 201-216.

LAMPEL, J., MINTZBERG, H. (1996). "Customizing customization". *Sloan Management Review.* 38 : 1. 21-30.

LANCASTER, K. (1990). "The economics of product variety". *Marketing Science.* 9 : 3. 189-206.

LANGENWALTER, G.A. (2000). *Enterprise resources planning and beyond: Integrating your entire organization.* Boca Raton, FL Falls Church, VA : St. Lucie Press. APICS.

LANGLOIS, R.N., STEINMUELLER, W.E. (2000). "Strategy and circumstance: The response of American firms to Japanese competition in semiconductors, 1980 - 1995". *Strategic Management Journal.* 21 : 10/11. 1163-1173.

LAWRENCE, J.J., HOTTENSTEIN, M.P. (1995). "The relationship between JIT manufacturing and performance in Mexican plants affiliated with U.S. companies". *Journal of Operations Management.* 13:1. 3-18.

LEE, H.L. (2002). "Aligning supply chain strategies with product uncertainties". *California Management Review.* 44 : 3. 105-119.

LEE, S.-Y., RHEE, S.-K. (2005). "From end-of-pipe technology towards pollution preventive approach: The evolution of corporate environmentalism in Korea". *Journal of Cleaner Production.* 13:4. 387-395.

LEFEBVRE, E., LEFEBVRE, L.A., LELUEL, A. (1993). *Sous-traitance et compétitivité: Le secteur de l'aéronautique et de l'aérospatiale au Québec.* Sainte-Foy, Canada : Conseil de la science et de la technologie du Québec, Gouvernement du Québec.

LEFEBVRE, E., LEFEBVRE, L.A., TALBOT, S. (2000). "Environmental initiatives, competitiveness and innovativeness: Some empirical evidence.". *Proceedings of the IEEE EMS International Engineering Management Conference.* Albuquerque, New Mexico : IEEE.

LEFEBVRE, E., LEFEBVRE, L.A., TALBOT, S. (2001). "Life cycle design approach in SMEs". *International Journal of Life Cycle Assessment.* 6 : 5. 273-280.

LEFEBVRE, E., LEFEBVRE, L.A., TALBOT, S. (2003). "Determinants and impacts of environmental performance in SMEs". *R&D Management.* 33 : 3. 263-283.

LEFEBVRE, E., LEFEBVRE, L.A., TALBOT, S., LE HEN, G. (2000). "Streamlining environmental product declaration: A stage model.". *Proceedings of the SPIE International Symposium on Intelligent Systems and Advanced Manufacturing.* Boston, Massachusetts : SPIE.

LEFEBVRE, L.A., CASSIVI, L., LEFEBVRE, E. (2001). "E-Commerce transition model for supply chain management". *Chain and Network Science.* 1 : 1. 23-32.

LEFEBVRE, L.A., LANGLEY, A., HARVEY, J., LEFEBVRE, E. (1992). "Exploring the strategy-technology connection in small manufacturing firms". *Production and Operations Management.* 1 : 3. 269-285.

LEFEBVRE, L.A., LEFEBVRE, E., MOHNEN, P. (2001). "The global information infrastructure: From the virtual enterprise to the virtual economy". *Doing business in the knowledge-based economy: Facts and policy challenges.* Sous la direction de L.A. LEFEBVRE, É. LEFEBVRE, P. MOHNEN. Boston : Kluwer Academic Publishers. P. 81-115.

LEFEBVRE, L.A., MASON, R., LEFEBVRE, E. (1997). "The influence prism in SMEs: The power of CEO's perceptions on technology policy and its organizational impacts". *Management Science.* 43 : 6. 856-878.

LENOX, M., EHRENFELD, J. (1997). "Organizing for effective environmental design". *Business Strategy and the Environment.* 6 : 4. 187-196.

LENOX, M.J., KING, A.A., EHRENFELD, J. (2000). "An assessment of design-for-environment practices in leading US electronics firms". *Interfaces.* 30 : 3. 83.

LEWIS, H., GERTSAKIS, J., GRANT, T., MORELLI, N., SWEATMAN, A. (2001). *Design + environment: A global guide to designing greener goods.* Sheffield, UK : Greenleaf Publishing.

LIFSET, R., LINDHQVIST, T. (1999). "Does leasing improve end of product life management?". *Journal of Industrial Ecology.* 3 : 4. 10-13.

LOWE, E.A. (1997). "Creating by-products resource exchanges: Strategies for eco-industrial parks". *Journal of Cleaner Production.* 5 : 1-2. 57-65.

MACDUFFIE, J.P. (1995). "Human resource bundles and manufacturing performance: Organizational logic and flexible production systems in the world auto industry". *Industrial & Labor Relations Review.* 48 : 2. 197-221.

MACDUFFIE, J.P., SETHURAMAN, K., FISHER, M.L. (1996). "Product variety and manufacturing performance: Evidence from the International Automotive Assembly Plant Study". *Management Science.* 42 : 3. 350-369.

MANGUN, D., THURSTON, D.L. (2002). "Incorporating component reuse, remanufacture, and recycle into product portfolio design". *IEEE Transactions on Engineering Management.* 49 : 4. 479-490.

MARCUS, P.A., WILLIG, J.T. (1997). *Moving ahead with ISO 14000: Improving environmental management and advancing sustainable development.* New York : Wiley.

MARKIDES, C. (1997). "Strategic innovation". *Sloan Management Review.* 38 : 3. 9-23.

MATTHEWS, H.S. (2004). "Thinking outside the box: Designing a packaging take-back system". *California Management Review.* 46 : 2. 105-119.

MATTHEWS, H.S., HENDRICKSON, C.T. (2002). "The economic and environmental implications of centralized stock keeping". *Journal of Industrial Ecology.* 6 : 2. 71-81.

MAYNARD, J., JONES, K., GOODREAU, W., ROACH, G. (2001). *Making the case for collaborative product commerce as the next big thing: Ten significant CPC implementations.* Boston: Aberdeen Group Inc.

MCCLOSKEY, J.M.S. (1994). "Environmental management: It's role in corporate strategy". *Management Decision.* 32 : 1. 27-32.

MCGAHAN, A.M., PORTER, M.E. (1997). "How much does industry matter, really?". *Strategic Management Journal.* 18 : S1. 15-30.

MELNYK, S.A., SROUFE, R.P., CALANTONE, R. (2003). "Assessing the impact of environmental management systems on corporate and environmental performance". *Journal of Operations Management.* 21 : 3. 329-351.

MENARD, S.W. (1991). *Longitudinal research.* Newbury Park, Calif : Sage Publications.

MENON, A., MENON, A. (1997). "Enviropreneurial marketing strategy: The emergence of corporate environmentalism as market strategy". *Journal of Marketing.* 61 : 1. 51-67.

MENON, A., MENON, A., CHOWDHURY, J., JANKOVICH, J. (1999). "Evolving paradigm for environmental sensitivity in marketing programs: A synthesis of theory and practice". *Journal of Marketing Theory and Practice.* 7 : 2. 1-15.

METAL FINISHING POLLUTION PREVENTION TASK FORCE (2003a). *Metal finishing industry pollution prevention project: Ninth progress report.* Canadian Association of Metal Finishers.

METAL FINISHING POLLUTION PREVENTION TASK FORCE (2003b). *Metal finishing P2 technologies manual: A guide for helping small- and medium-sized metal finishers identify available technology for achieving pollution prevention and profitability goals.* Canadian Association of Metal Finishers.

MEYER, M.H., UTTERBACK, J.M. (1993). "The product family and the dynamics of core capability". *Sloan Management Review.* 34 : 3. 29-47.

MILLER, D.C. (1991). *Handbook of research design and social measurement.* Newbury Park, Calif : Sage Publications.

MIN, H., GALLE, W.P. (2001). "Green purchasing practices of US firms". *International Journal of Operations & Production Management.* 21 : 9/10. 1222.

MONT, O. (2001). *Introducing and developing a product-service system (PSS) concept in Sweden.* Lund, Sweden : International Institute for Industrial Environmental Economics (IIIEE) - Lund University.

MONT, O. (2004). "Drivers and barriers for shifting towards more service-oriented businesses: Analysis of the PSS field and contributions from Sweden". *The Journal of Sustainable Product Design.* 2 : 3-4. 89-103.

MONT, O., LINDHQVIST, T. (2003). "The role of public policy in advancement of product service systems". *Journal of Cleaner Production.* 11 : 8. 905-914.

MONTANBON, F., MELNYK, S.A., SROUFE, R., CALANTONE, R.J. (2000). "ISO 14000: Assessing its perceived impact on corporate performance". *Journal of Supply Chain Management.* 36 : 2. 4-16.

MOORE, G. (2004). "Living on the fault line". *Strategic management of technology and innovation.* Sous la direction de R.A. BURGELMAN, C.M. CHRISTENSEN, WHEELWRIGHT S.C. Boston : McGraw-Hill Irwin. P. 846-868.

MUELLER, D.C., TILTON, J.E. (1969). "Research and development costs as a barrier to entry". *Canadian Journal of Economics.* 2 : 4. 570-579.

MURPHY, P.R., POIST, R.F. (2003). "Green perspectives and practices: A comparative logistics study". *Supply Chain Management.* 8 : 2. 122-131.

MURPHY, P.R., POIST, R.F., BRAUNSCHWEIG, C.D. (1995). "Role and relevance of logistics to corporate environmentalism: An empirical assessment". *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management.* 25 : 2. 5-19.

MURTHI, B.P.S.S.S. (2003). "The role of the management sciences in research on personnalization". *Management Science.* 49 : 10. 1344-1362.

NAEVDAL, E., BRAZEE, R.J. (2000). "A guide to extracting information from environmental pressure groups". *Environmental and Resource Economics.* 16 : 1. 105-119.

NARASIMHAN, R., TALLURI, S., DAS, A. (2004). "Exploring flexibility and execution competencies of manufacturing firms". *Journal of Operations Management.* 22 : 1. 91-106.

NEHRT, C. (1998). "Maintainability of first mover advantages when environmental regulations differ between countries". *Academy of Management. The Academy of Management Review.* 23 : 1. 77-97.

NEWTON, K., MAGUN, S. (2000). "Organizational learning and intellectual capital". *Doing business in the knowledge-based economy: Facts and policy challenges.* Sous la direction de L.A. LEFEBVRE, E. LEFEBVRE, P. MOHNEN. Boston : Kluwer Academic Publishers. P. 117-150.

NOCI, G., VERGANTI, R. (1999). "Managing 'green' product innovation in small firms". *R&D Management.* 29 : 1. 3-15.

NOORI, H., CHEN, C. (2003). "Applying scenario-driven strategy to integrate environmental management and product design". *Production and Operations Management.* 12 : 3. 353-368.

NORTEL NETWORKS. (2005). Product life cycle management. In *Nortel and the Environment Web page.* [En ligne]. http://www.nortelnetworks.com/corporate/community/environment/life_cycle/index.html (Page consultée le 2005 - 06 - 15).

NOVAK, S., EPPINGER, S.D. (2001). "Sourcing by design: Product complexity and the supply chain". *Management Science.* 47 : 1. 189-204.

NUNNALLY, J.L. (1979). *Psychometric theory.* New York : McGraw-Hill.

OMTA, S.W.F., TRIENEKENS, J.H., BEERS GEORGE .(2001). "Chain and network science: A research framework". *Journal on Chain and Network Science.* 1 : 1. 1-6.

OUTSOURCING INSTITUTE. (2004). Study predicts big rise in IT outsourcing. In *Outsourcing Essentials, Vol. 2, No. 2.* [En ligne]. www.outsourcing.com (Page consultée le 2005 - 06 - 15).

PACIFIC NORTHWEST POLLUTION PREVENTION RESOURCE CENTER. (2004). Metal Finishing: Operations. In *PPRC Topic Hubs for Metal Finishing Web page.* [En ligne]. http://pprc.org/hubs/toc.cfm?hub=24&subsec=7&nav=7 (Page consultée le 2005 - 06 - 15).

PARLAR, M., WENG, Z.K. (1997). "Designing a firm's coordinated manufacturing and supply decisions with short product life cycles". *Management Science.* 43 : 10. 1329-1344.

PAVITT, K. (1984). "Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory". *Research Policy.* 13 : 6. 343-373.

PEGELS, C.C., THIRUMURTHY, M.V. (1996). "The impact of technology strategy on firm performance". *IEEE Transactions on Engineering Management.* 43 : 3. 246-249.

PFEFFER, J. (1994). *Competitive advantage through people unleashing the power of the work forces.* Boston, MA : Harvard Business School Press.

PIL, F.K., ROTHENBERG, S. (2003). "Environmental performance as a driver of superior quality". *Production and Operations Management.* 12 : 3. 404-415.

PINE, B.J. (1993). *Mass customization: The new frontier in business competition.* Boston, Mass : Harvard Business School Press.

PINE, B.J.I., VICTOR, B., BOYNTON, A.C. (1993). "Making mass customization work". *Harvard Business Review.* 71 : 5. 108-119.

PINE II, B.J. (1993). "Making mass-customization happen: Strategies for the new competitive realities". *Planning Review.* 21 : 5. 23-24.

PINE II, B.J., GILMORE, J.H. (2001). "Welcome to the experience economy". *Health Forum Journal.* 44 : 5. 10-16.

POLONSKY, M.J. (2001). "Green marketing". *Sustainable solutions: Developing products and services for the future.* Sous la direction de M. CHARTER, U. TISCHNER. Sheffield, UK : Greenleaf Publishing. P. 282-300.

POLONSKY, M.J., BAILEY, J., BAKER, H., BASCHE, C., JEPSON, C. ,

NEATH, L. (1998). "Communicating environmental information: Are marketing claims on packaging misleading?". *Journal of Business Ethics.* 17 : 3. 281-294.

PORTER, M.E., VAN DER LINDE, C. (1995). "Green and competitive: Ending the stalemate.". *Harvard Business Review.* 73 : 5. 120-133.

PORTER, M.E. (1986). *L'avantage concurrentiel.* Paris : InterEditions.

PORTER, M.E. (1996). "What is strategy?". *Harvard Business Review.* 74 : 6. 61-78.

PRAHALAD, C.K., HAMEL, G. (1990). "The core competence of the corporation". *Harvard Business Review.* 68 : 3. 79-91.

QUINN, J.B. (2000). "Outsourcing innovation: The new engine of growth". *Sloan Management Review.* 41 : 4. 13-28.

RAO, P. (2004). "Greening production: A South-East Asian experience". *International Journal of Operations and Production Management.* 24 : 3. 289-320.

RAO, P. (2002). "Greening the supply chain: A new initiative in South East Asia". *International Journal of Operations & Production Management.* 22 : 6. 632-655.

REINHARDT, F.L. (1998). "Environmental product differentiation: Implications for corporate strategy". *California Management Review.* 40 : 4. 43-73.

REISKIN, E.D., WHITE, A.L., KAUFFMAN JOHNSON, J., VOTTA, T.J. (1999). "Servicizing the chemical supply chain". *Journal of Industrial Ecology.* 3 : 2. 19-31.

RINK, D.R., FOX, H.W. (1999). "Strategic procurement planning across the product's sales cycle: A conceptualization". *Journal of Marketing Theory and Practice.* 7 : 2. 28-42.

RINK, D.R., SWAN, J.E. (1979). "Product life cycle research: A literature review". *Journal of Business Research.* 7 : 3. 219-242.

ROBERTSON, D., ULRICH, K. (1998). "Planning for product platforms". *Sloan Management Review.* 39 : 4. 19-31.

ROBINSON, J.P., SHAVER, P.R., WRIGHTSMAN, L.S. (1991). *Measures of personality and social psychological attitudes.* San Diego, Toronto : Academic Press.

ROGERS, D.S., TIBBEN-LEMBKE, R.S. (1998). *Going backwards: Reverse logistics trends and practices.* Reno, NV. Reverse Logistics Executive Council.

ROGERS, E.M. (1983). *Diffusion of innovations.* New York : Free Press. xix, 453 p.

RONDINELLI, D.A., VASTAG, G. (1996). "International environmental standards and corporate policies: An integrative framework". *California Management Review.* 39 : 1. 106-122.

ROOME, N.J. (1994). "Business strategy, R&D management and environmental imperatives". *R&D Management.* 24 : 1. 65-82.

ROSEN, M.A. (2001). "Design for energy efficiency and selection". *Greener manufacturing and operations: From design to delivery and back.* Sous la direction de J. SARKIS. Sheffield, UK : Greenleaf Publishing. P. 161-177.

ROSS, P.E. (2003). "Five commandments". *IEEE Spectrum.* 40 : 12. 30-35.

ROTHENBERG, S., PIL, F.K., MAXWELL, J. (2001). "Lean, green, and the quest for superior environmental performance". *Production and Operations Management.* 10 : 3. 228-243.

ROTHERHAM, T. (1999). *Selling sustainable development: Environmental labelling and certification programs* . Miami : University of Miami.

ROWLANDS, I.H., SCOTT, D., PARKER, P. (2003). "Consumers and green electricity: Profiling potential purchasers". *Business Strategy and the Environment.* 12 : 1. 36-48.

ROWLEDGE, L.R., BARTON, R.S., BRADY, K.S. (1999). *Mapping the journey: Case studies in strategy and action toward sustainable development.* Sheffield, UK : Greenleaf Publishing.

RUGMAN, A.M., KINTON, M.J., SOLOWAY, J.A. (1997). "NAFTA, environmental regulations and canadian competitiveness". *Journal of World Trade.* 31 : 4. 129-144.

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". *Academy of Management Journal.* 40 : 3. 534-559.

RYAN, C. (1998). "Designing for factor 20 improvements". *Journal of Industrial Ecology.* 2 : 2. 3-5.

SAAR, S., THOMAS, V. (2002). "Toward trash that thinks". *Journal of Industrial Ecology.* 6 : 2. 133-146.

SALANT, P., DILLMAN, D.A. (1994). *How to conduct your own survey.* New York, Toronto : Wiley.

SANCHEZ, R., MAHONEY, J.T. (1996). "Modularity, flexibility, and knowledge management in product and organization design". *Strategic Management Journal.* 17 : 63-76.

SARKIS, J. (1995). "Manufacturing strategy and environmental consciousness". *Technovation.* 15 : 2. 79-97.

SARKIS, J. (2003). "A strategic decision framework for green supply chain management". *Journal of Cleaner Production.* 11 : 4. 397-409.

SAUR, K. (2003). *Life cycle assessment of aluminium: Inventory data for the worldwide primary aluminium industry.* London, UK : International Aluminium Institute.

SAVAGE, G.T., NIX, T.W., WHITEHEAD, C.J., BLAIR, J.D. (1991). "Strategies for assessing and managing organizational stakeholders". *The Executive.* 5 : 2. 61-75.

SAVASKAN, R.C., BHATTACHARYA, S., VAN WASSENHOVE, L.N. (2004). "Closed-loop supply chain models with product remanufacturing". *Management Science.* 50 : 2. 222-238.

SCHENDEL, D.E., HOFER, C.W. (1979). *Strategic management: A new view of business policy and planning.* Boston : Little, Brown et Co. Inc.

SCHILLING, M.A. (2000). "Toward a general modular systems theory and its application to interfirm product modularity". *Academy of Management. The Academy of Management Review.* 25 : 2. 312-334.

SCHILLING, M.A., STEENSMA, H.K. (2001). "The use of modular organizational forms: An industry-level analysis". *Academy of Management Journal.* 44 : 6. 1149-1168.

SCHMIDHEINY, S. (1992). *Changing course: A global business perspective on development and the environment.* Cambridge, Mass : MIT Press. 2 v p.

SCHOT, J., FISCHER, K. (1993). "Introduction: The greening of the industrial firm". *Environmental strategies for industry.* Sous la direction de K. FISCHER, J. SCHOT. Washington DC : Island Press.

SCHRUM, L.J., MCCARTY, J.A., LOWREY, T.M. (1995). "Buyer caracteristics of the green consumer and their implications for advertising strategy". *Journal of Advertising.* 24 : 2. 21-31.

SCHUHWERK, M.E., LEFFKOF-HAGIUS, R. (1995). "Green or not green? Does type of appeal matter when advertising a green product? ". *Journal of Advertising.* 24 : 2. 45-54.

SCHVANEVELDT, S.J., YANAGIDA, H., ISOBE, A. (2001). "Design for the environment at sony: Incorporating a sound respect for nature". *Greener manufacturing and operations: From design to delivery and back.* Sous la direction de J. SARKIS. Sheffield, UK : Greenleaf Publishing. P. 290-302.

SCHWEPKER, C.H., CORNWELL, T.B. (1991). "An examination of ecologically concerned consumers and their intention to purchase ecologically packaged products. ". *Journal of Public Policy and Marketing.* 10 : 2. 77-101.

SENGE, P.M., CARSTEDT, G., PORTER, P.L. (2001). "Innovating our way to the next industrial revolution". *MIT Sloan Management Review.* 42 : 2. 24-37.

SHARMA, S. (2000). "Managerial interpretations and organizational context as predictors of corporate choice of environmental strategy". *Academy of Management Journal.* 43 : 4. 681-697.

SHARMA, S., PABLO, A.L., VREDENBURG, H. (1999). "Corporate environmental responsiveness strategies: The importance of issue interpretation and organizational context". *The Journal of Applied Behavioral Science.* 35 : 1. 87-108.

SHARMA, S., VREDENBURG, H. (1998). "Proactive corporate environmental strategy and the development of competitively valuable organizational capabilities". *Strategic Management Journal.* 19 : 8. 729-753.

SHARMA, S., DURAND, R.M., GUR-ARIE, O. (1981). "Identification and analysis of moderator variables". *Journal of Marketing Research.* 18 : 3. 291-300.

SHEFER, D., FRENKEL, A. (2005). "R&D, firm size and innovation: An empirical analysis". *Technovation.* 25 : 1. 25-32.

SHRIVASTAVA, P. (1995). "Environmental technologies and competitive advantage". *Strategic Management Journal.* 16 : SPECIAL ISSUE. 183-200.

SIMPSON, M., TAYLOR, N., BARKER, K. (2004). "Environmental responsibility in SMEs: Does it deliver competitive advantage?". *Business Strategy and the Environment.* 13 : 3. 156-171.

SKINNER, W. (1996). "Manufacturing strategy on the 'S' curve". *Production and Operations Management.* 5 : 1. 3-14.

SMITH, D. (2003). "Engaging in change management: Transformation through sustainability strategy at Norm Thompson Outfitters". *Ants, Galileo, and Gandhi: Designing the future of business through nature, genius and compassion.* Sous la direction de S. WAAGE. Sheffield, UK : Greenleaf Publishing. P. 93-108.

SNIR, E.M. (2001). "Liability as a catalyst for product stewarship". *Production and Operations Management.* 10 : 2. 190-206.

SPRING, M., DALRYMPLE, J.F. (2000). "Product customisation and manufacturing strategy". *International Journal of Operations and Production Management.* 20 : 4. 441-467.

SROUFE, R. (2003). "Effects of environmental management systems on environmental practices and operations". *Production and Operations Management.* 12 : 3. 416-431.

SROUFE, R., CURKOVIC, S., MONTABON, F., MELNYK, S.A. (2000). "The new product design process and design for environment: Crossing the chasm". *International Journal of Operations & Production Management.* 20 : 2. 267-291.

STARK, J. (2005). *Product lifecycle management: 21st century paradigm for product realisation.* Heidelberg : Springer-Verlag London Limited.

STOCK, G.N., GREIS, N.P., FISCHER, W.A. (2002). "Firm size and dynamic technological innovation". *Technovation.* 22 : 9. 537-549.

STOCK, G.N., GREIS, N.P., KASARDA, J.D. (2000). "Enterprise logistics and supply chain structure: The role of fit". *Journal of Operations Management.* 18 : 5. 531-547.

STRAUSS, A., CORBIN, J. (1990). *Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques.* London, UK : Sage Publications.

SWAMINATHAN, J.M. (2001). "Enabling customization using standardized operations". *California Management Review.* 43 : 3. 125-135.

SWAMINATHAN, J.M., TAYUR, S.R. (2003). "Models for supply chains in e-business". *Management Science.* 49 : 10. 1387-1406.

TALBOT, S., LEFEBVRE, E., LEFEBVRE, L.A. (2000). "Integrating environmental concerns into products: Conceptual approach and empirical evidence". *Proceedings of the 9th International Conference on Management of Technology.* Miami, Florida : IAMOT.

TALBOT, S., LEFEBVRE, E., LEFEBVRE, L.A., BOURGAULT, M. (2001). "Environmental performance and managerial involvement in SMEs: Some empirical evidence". *Proceedings of the IEEE EMS International Engineering Management Conference.* Albany, New York : IEEE.

TASHAKKORI, A., TEDDLIE, C. (1998). *Mixed methodology: Combining qualitative and quantitative approaches.* Thousand Oaks, CA : Sage Publications.

TEECE, D.J. (1986). "Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy". *Research Policy.* 15 : 6. 285-305.

THIERRY, M., SALOMON, M., VAN NUNEN, J., VAN WASSENHOVE, L. (1995). "Strategic issues in product recovery management". *California Management Review.* 37 : 2. 114-135.

THORNTON, D., KAGAN, R.A., GUNNINGHAM, N. (2003). "Sources of corporate environmental performance". *California Management Review.* 46 : 1. 127-141.

TIBBEN-LEMBKE, R.S. (2002). "Life after death: Reverse logistics and the product life cycle". *International journal of Physical Distribution and Logistics Management.* 32 : 3. 223-244.

TILLEY, D.R. (2003). "Industrial ecology and ecological engineering: Opportunities for symbiosis". *Journal of Industrial Ecology.* 7 : 2. 13-32.

TOFFEL, M.W. (2003). "The growing strategic importance of end-of-life product management". *California Management Review.* 45 : 3. 102-129.

TOFFEL, M.W. (2004). "Strategic management of product recovery". *California Management Review.* 46 : 2. 120-141.

TOMLINSON, J.J., RIZY, D.T. (1998). *Bern Clothes Washer Study Final Report* . Washington DC : US Department of Energy.

TU, Q., VONDEREMBSE, M.A., RAGU-NATHAN, T.S., RAGU-NATHAN, B. (2004). "Measuring modularity-based manufacturing practices and their impact on mass customization capability: A customer-driven perspective". *Decision Sciences.* 35 : 2. 147-168.

TUSHMAN, M.L., ANDERSON, P. (1986). "Technological discontinuities and organizational environments". *Administrative Science Quarterly.* 31 : 3. 439-465.

ULRICH, K. (1995). "The role of product architecture in the manufacturing firm". *Research Policy.* 24 : 3. 419-440.

ULRICH, K.T., SARTORIUS, D., PEARSON, S., JAKIELA, M. (1993). "Including the value of time in design-for-manufacturing decision-making". *Management Science.* 39 : 4. 429-447.

URYU, T., YOSHINAGA, J., YANAGISAWA, Y. (2003). "Environmental fate of Gallium arsenide semiconductor disposal: A case study of mobile phones". *Journal of Industrial Ecology.* 7 : 2. 103-112.

UTTERBACK, J.M. (1994). *Mastering the dynamics of innovation: How companies can seize opportunities in the face of technological change.* Boston, Mass : Harvard Business School Press.

UZZI, B., LANCASTER, R. (2003). "Relational embeddedness and learning: The case of bank loan managers and their clients". *Management Science.* 49 : 4. 383-399.

VACHON, S., KLASSEN, R.D., JOHNSON, P.F. (2001). "Customers as green suppliers: Managing the complexity of the reverse supply chain". *Greener manufacturing and operations: From design to delivery and back.* Sous la direction de J. SARKIS. Sheffield, UK : Greenleaf Publishing. P. 136-149.

VAN DER LAAN, E., SALOMON, M., DEKKER, R., VAN WASSENHOVE, L. (1999). "Inventory control in hybrid systems with remanufacturing". *Management Science.* 45 : 5. 733-747.

VAN HEMEL, C.G. (2001). "What sustainable solutions do small and medium-sized enterprises prefer?". *Sustainable solutions: Developing products and services for the future.* Sous la direction de M. CHARTER, U. TISCHNER. Sheffield, UK : Greenleaf Publishing. P. 188-202.

VAN HOEK, R.I. (2001). "The rediscovery of postponement A literature review and directions for research". *Journal of Operations Management.* 19 : 2. 161-184.

VAN NUNEN, J.A.E.E., ZUIDWIJK, R.A. (2004). "E-enabled closed-loop supply chains". *California Management Review.* 46 : 2. 40-54.

VAN WOENSEL, T., CRETEN, R., VANDAELE, N. (2001). "Managing the environmental externalities of traffic logistics: The issue of emissions". *Production and Operations Management.* 10 : 2. 207-223.

VICTOR, B., BOYNTON, A.C. (1998). *Invented here: Maximizing your organization's internal growth and profitability.* Boston, Mass : Harvard Business School Press.

VOSS, C.A., WINCH, G.M. (1996). "Including engineering in operations strategy". *Production and Operations Management.* 5 : 1. 78-90.

WAARTS, E., VAN EVERDINGEN, Y.M., VAN HILLGERSBERG, J. (2002). "The dynamics of factors affecting the adoption of innovation". *Product Innovation Management Journal.* 19 : 6. 412-423.

WALLEY, N., WHITEHEAD, B. (1994). "It's not easy being green". *Harvard Business Review.* 72 : 3. 46-51.

WALTON, S.W., HANDFIELD, R.B., MELNYK, S.A. (1998). "The green supply chain: Integrating suppliers into environmental management processes". *International Journal of Purchasing and Materials Management.* 34 : 2. 2-11.

WEICK, K.E. (1979). *The social psychology of organizing.* Reading, Mass, Don Mills, Ont : Addison-Wesley.

WHEELWRIGHT, S.C., BOWEN, H.K. (1996). "The challenge of manufacturing advantage". *Production and Operations Management.* 5 : 1. 59-77.

WHEELWRIGHT, S.C., CLARK, K.B. (1992). *Revolutionizing product development: Quantum leaps in speed, efficiency, and quality.* New York, Toronto : Free Press. Maxwell Macmillan Canada.

WHITE, A.L., STOUGHTON, M., FENG, L. (1999). *Servicizing: The quiet transition to extended product responsibility.* Boston : Tellus Institute.

WOMACK, J.P., JONES, D.T. (1996). *Lean thinking banish waste and create wealth in your corporation.* New York : Simon and Schuster.

YAUCH, C.A., STEUDEL, H.J. (2002). "Cellular manufacturing for small businesses: Key cultural factors that impact the conversion process". *Journal of Operations Management.* 20 : 5. 593-617.

YIN, R.K. (1994). *Case study research: Design and methods.* London, UK : Sage Publications.

YUE-QING, X., GUO-JIAN, L. (2004). "The BATINTREC process for reclaiming used batteries". *Waste Management.* 24 : 4. 359-363.

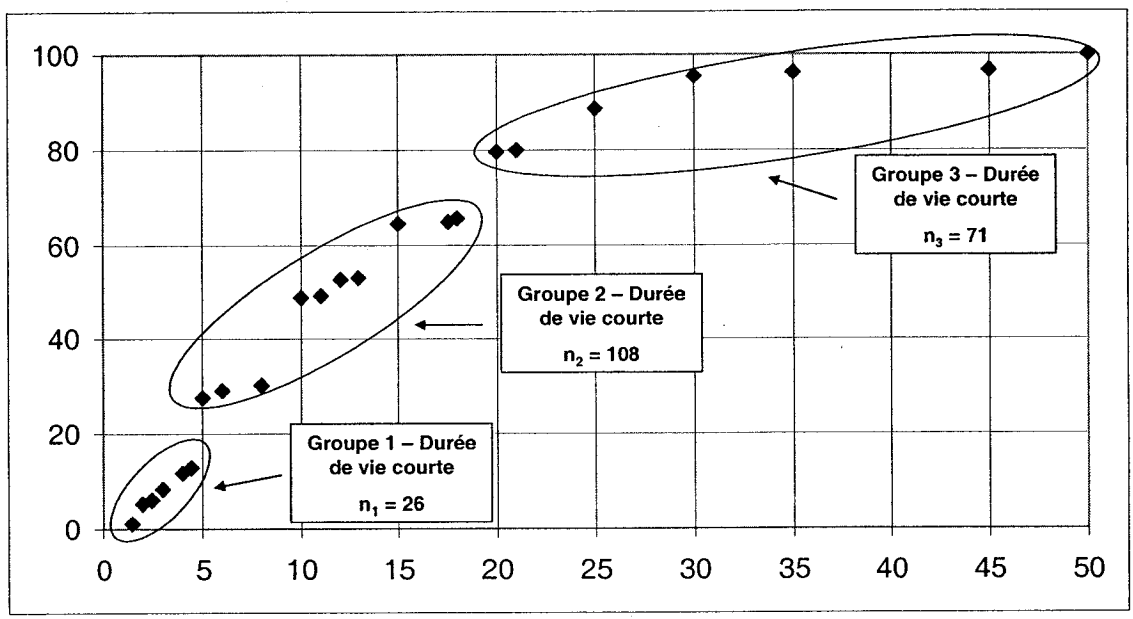
ZELLMER-BRUHN, M.E. (2003). "Interruptive events and team knowledge acquisition". *Management Science.* 49 : 4. 514-528.

ZHU, Q., SARKIS, J. (2004). "The link between quality management and environmental management in firms of differing size: An analysis of organizations in China". *Environmental Quality Management.* 13 : 3. 53-64.

ZUTSHI, A., SOHAL, A. (2004). "Environmental management system adoption by Australasian organisations - Part 1: Reasons, benefits and impediments". *Technovation.* 24 : 4. 335-357.

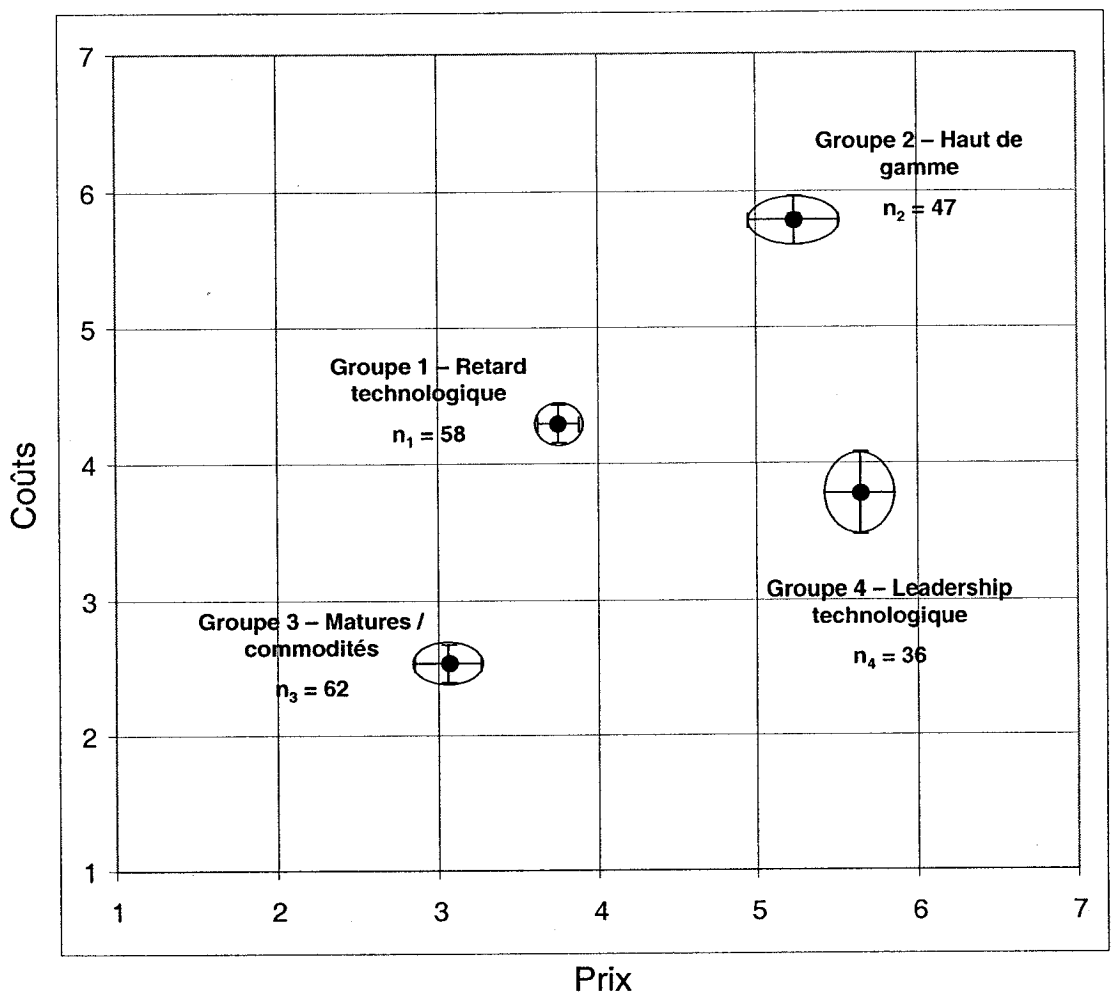
ANNEXES

Annexe 1 : Répartition des produits selon leur durée de vie



La figure présentée ci-dessus permet de constater que pour l'ensemble des produits composant l'échantillon, 26 sujets (12,7 %) disposent d'une durée de vie inférieure à cinq ans, 108 sujets (52,7 %) disposent d'une durée de vie égale ou supérieure à cinq ans et inférieure à 20 ans, puis 71 sujets (34,6 %) disposent d'une durée de vie égale ou supérieure à 20 ans.

Annexe 2 : Répartition des produits selon leur coût de production et leur prix de vente



* Analyse de groupement (cluster analysis) effectuée selon la méthode Ward-Chebychev

Une analyse de classification hiérarchique (cluster analysis) effectuée à partir des deux variables réunies pour créer le construit *niche supérieure* a permis d'identifier quatre groupes distincts de produits. Ces deux variables sont le coût de fabrication du produit et son prix de vente. Le Groupe 1 rassemble 58 produits pour lesquels les coûts sont relativement importants alors que les prix de vente sont relativement faibles. Ce groupe peut être qualifié comme accusant

un retard technologique ou encore comme étant en perte de compétitivité. Le Groupe 2 rassemble 47 produits pour lesquels les coûts de même que les prix sont élevés. Une telle situation pourrait correspondre à des produits de haut de gamme. Le Groupe 3 intègre 62 produits caractérisés par des coûts faibles et des prix qui sont également bas. Ces caractéristiques évoquent celles de produits matures ou de commodités. Enfin, le Groupe 4 rassemble 36 produits pour lesquels les coûts de production sont relativement faibles alors que leurs prix de vente sont relativement élevés. Il peut donc s'agir de produits très concurrentiels affichant un certain leadership technologique au niveau des opérations.

Annexe 3 : Analyses bivariées pour l'hypothèse de recherche H1

Cette annexe présente l'analyse bivariée visant à mesurer l'interdépendance entre les variables du bloc *caractéristiques du produit* et les dimensions relatives à la *plate-forme environnementale PLM.* Les résultats regroupant les produits issus des deux secteurs seront d'abord présentés. L'analyse de l'effet sectoriel sur les mesures bivariées sera ensuite effectuée.

A.3.1 Analyse bivariée de l'hypothèse H1

Le Tableau A.3.1 présente les mesures bivariées concernant les interrelations entre les variables du bloc *caractéristiques du produit* et les dimensions relatives à la *plate-forme environnementale PLM* pour les deux secteurs regroupés. Puisque le bloc de variables *caractéristiques du produit* comprend quatre variables continues et deux variables dichotomiques, deux types de mesures sont employés. Ainsi, lorsque la relation mesurée implique deux variables continues, les coefficients de corrélations Pearson sont utilisés, alors que pour les relations impliquant une variable dichotomique les t-tests sont employés.

Les observations suivantes peuvent donc être effectuées à partir du Tableau A.3.1 :

- La variable *score global PLM* (dernière colonne), qui intègre les cinq dimensions de ce bloc en une seule mesure, est reliée positivement par les quatre variables continues du bloc *caractéristiques du produit* ;
- De plus, le fait que le produit soit *exporté* est associé positivement et significativement au *score global PLM ;*
- Enfin, le fait qu'il s'agisse d'un *produit final* ou intermédiaire ne semble pas avoir de relation significative sur la mesure *score global PLM.*

Tableau A.3.1: Relations entre les *caractéristiques du produit* et les dimensions relatives à la *plate-forme environnementale PLM* pour les deux secteurs regroupés

Caractéristiques du produit		Marketing	Conception	Fabrication	Distribution	Logistique inverse	Score global PLM
Variables continues*[1] *(coefficients de corrélation Pearson – n=196)							
Durée de vie		0,14*	0,23***	0,12*	0,04	0,17**	0,19***
Niche supérieure		0,42****	0,38****	0,22***	0,28****	0,13*	0,35****
Standardisé		0,07	0,23***	0,15**	0,20***	0,12*	0,21***
Sur mesure		0,11	0,37****	0,32****	0,21***	0,19***	0,35****
Variables dichotomiques*[1] *(t-tests)							
Exporté (n = 200)	non	2,44	3,41	2,93	3,09	2,13	42,9%
	oui	3,73	4,50	4,23	4,20	3,19	59,4%
	p	*0,000****	*0,000****	*0,000****	*0,000****	*0,003****	*0,000****
Produit final (n = 202)	non	3,06	3,90	3,66	3,07	3,36	51,5%
	oui	3,51	4,39	4,02	4,33	2,69	57,0%
	p	*0,224*	*0,055**	*0,235*	*0,000****	*0,094**	*0,254*

(1) Niveau de signification du test de corrélation pour les variables continues (coefficient Pearson) et du t-test pour les variables dichotomiques (tests bilatéraux) : * p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

Ensuite, si l'on considère individuellement chacune des cinq dimensions du bloc *plate-forme environnementale PLM*, les observations supplémentaires suivantes sont réalisées :

- La caractéristique *durée de vie* est significativement reliée à toutes les dimensions du bloc *plate-forme environnementale PLM* sauf à la dimension *distribution*. De plus, la dimension *conception* est la plus fortement associée à cette caractéristique ;

- Le fait que le produit soit de *niche supérieure* est associé positivement et significativement à toutes les dimensions du bloc *plate-forme environnementale PLM* ;
- Les caractéristiques nommées *standardisé* et *sur mesure* sont reliées significativement à toutes les dimensions sauf à la dimension *marketing*. Toutefois, le rôle de la caractéristique *sur mesure* est plus prononcé ;
- Le fait que le produit soit *exporté* est relié très significativement aux cinq dimensions du bloc *plate-forme environnementale PLM* ;
- Le fait qu'il s'agisse d'un *produit final* est associé significativement seulement avec les trois dimensions *conception*, *distribution* et *logistique inverse* ;
- Les dimensions *conception* et *logistique inverse* sont significativement reliées à toutes les variables du bloc *caractéristiques du produit*, alors que les dimensions *fabrication* et *distribution* sont associées à cinq des six variables de ce bloc.

Ainsi, les résultats du Tableau A.3.1 supportent fortement l'hypothèse de recherche H1 lorsque les sujets issus des deux secteurs d'activités sont regroupés, et ce tant au niveau des cinq dimensions prises individuellement qu'au niveau du construit *score global PLM* qui intègre ces cinq dimensions en une seule mesure.

A.3.2 Analyse de l'effet sectoriel à partir des mesures bivariées de l'hypothèse H1

Pour chacun des deux secteurs observés séparément, le Tableau A.3.2 présente les mesures bivariées des relations prévalant entre les variables du bloc *caractéristiques du produit* et les dimensions relatives à la *plate-forme*

environnementale PLM. Les résultats du Tableau A.3.2 permettent donc d'effectuer les affirmations suivantes :

- La caractéristique *durée de vie* des produits reliée significativement au type et à l'intensité des initiatives environnementales mises de l'avant par les fabricants de produits métalliques alors que ce n'est pas le cas pour les fabricants de produits électriques / électroniques. Une seule exception à cette règle subsiste : il s'agit de la dimension *distribution*, qui n'est pas reliée significativement à la durée de vie des produits métalliques alors que c'est le cas avec la durée de vie des produits électriques / électroniques. Le fait que les sujets de la présente étude issus du secteur des produits métalliques aient une durée de vie plus longue que ceux du secteur des produits électriques / électroniques (Tableau 4.1, p.157) peut expliquer en partie cette situation ;
- La caractéristique *niche supérieure*, n'est associée significativement qu'aux dimensions *marketing* et *conception* des produits métalliques alors qu'elle est associée significativement à toutes les dimensions des produits électriques / électroniques. Cela peut s'expliquer par le fait que cette caractéristique soit mieux adaptée au contexte des produits électriques / électroniques ;
- La caractéristique *standardisé* n'est associée significativement qu'à la dimension *distribution* des produits métalliques alors qu'elle est reliée significativement à toutes les dimensions des produits électriques / électroniques. Cependant ce rôle est fortement atténué lorsque toutes les variables du bloc *caractéristiques du produit* sont traitées simultanément lors des régressions multiples (Tableau 4.8, p.171).
- La caractéristique *sur mesure* n'est reliée significativement qu'aux dimensions *marketing* et *distribution* du secteur des produits métalliques. De plus cette relation est négative, comme si la conception de produits

sur mesure dans cette industrie exigeait des sacrifices environnementaux. Toutefois, cette caractéristique est reliée positivement et significativement à toutes les dimensions des produits électriques / électroniques, probablement parce que cette caractéristique est une préoccupation plus pertinente à cette industrie ;

- La caractéristique *exporté* n'est associée significativement qu'à la dimension *fabrication* du secteur des produits métalliques, alors qu'elle est associée à toutes les dimensions du secteur des produits électriques / électroniques. Le fait que les réglementations étrangères soient plus développées en ce qui concerne plus les produits électriques / électroniques peut expliquer cette situation, en combinaison avec le fait qu'il y ait une plus grande proportion des sujets de la présente recherche provenant du secteur des produits électriques / électroniques qui soient exportés (Tableau 4.1, p.157) ;
- La caractéristique *produit final* n'est reliée significativement qu'aux dimensions *distribution* et *logistique inverse* du secteur des produits métalliques alors qu'elle est reliée à toutes les dimensions du secteur des produits électriques / électroniques, sauf à la dimension *logistique inverse*. Cet écart entre les deux secteurs peut découler du fait qu'il y ait une plus grande proportion des sujets de la présente recherche qui proviennent du secteur des produits électriques / électroniques et qui sont des produits finaux (Tableau 4.1, p.157).

Un effet sectoriel significatif est donc observable au niveau des mesures bivariées pour l'hypothèse de recherche H1

Tableau A.3.2: Relations entre les *caractéristiques du produit* et les dimensions relatives à la *plate-forme environnementale PLM* pour les deux secteurs pris séparément

Caractéristiques du produit		Marketing	Conception	Fabrication	Distribution	Logistique inverse	Score global PLM
MÉTAL		***Variables continues (coefficients de corrélation Pearson[1] - n_1=103)***					
Durée de vie		0,38****	0,41****	0,22**	0,02	0,37****	0,37****
Niche supérieure		0,41****	0,20**	-0,20	0,06	-0,11	0,11
Standardisé		0,05	0,07	-0,01	0,18*	-0,03	0,06
Sur mesure		-0,17*	0,12	0,15	-0,21**	0,13	0,07
		Variables dichotomiques (t-tests)[1]					
Exporté (n_1 = 105)	non	2,63	3,96	3,22	3,40	2,23	48,1%
	oui	2,84	4,28	3,92	3,79	2,87	54,7%
	p	*0,629*	*0,171*	*0,020***	*0,376*	*0,596*	*0,142*
Produit final (n_1 = 107)	non	2,99	4,21	3,91	3,07	3,42	54,2%
	oui	2,58	4,21	3,60	4,11	2,15	51,9%
	p	*0,169*	*0,151*	*0,283*	*0,002****	*0,012***	*0,089**
ÉLECT. / ÉLECTRON.		***Variables continues (coefficients de corrélation Pearson[1] - n_2=93)***					
Durée de vie		0,06	0,10	0,06	0,19*	-0,02	0,09
Niche supérieure		0,35***	0,58****	0,44****	0,47****	0,39****	0,56****
Standardisé		0,19*	0,39****	0,35***	0,27***	0,36****	0,39****
Sur mesure		0,51****	0,59****	0,53****	0,71****	0,30***	0,63****
		Variables dichotomiques (t-tests)[1]					
Exporté (n_2 = 95)	non	2,17	2,66	2,54	2,68	2,00	35,7%
	oui	4,63	4,73	4,56	4,63	3,53	64,4%
	p	*0,000****	*0,000****	*0,000****	*0,000****	*0,001****	*0,000****
Produit final (n_2 = 95)	non	3,22	3,27	3,18	3,07	3,24	46,1%
	oui	4,29	4,55	4,38	4,50	3,14	61,3%
	p	*0,029***	*0,000****	*0,009****	*0,000****	*0,928*	*0,006****

(1) Niveau de signification du test de corrélation pour les variables continues (coefficient Pearson) et du t-test pour les variables dichotomiques (tests bilatéraux) : * p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

Annexe 4 : Analyses bivariées pour l'hypothèse de recherche H2

Cette annexe présente l'analyse bivariée visant à mesurer l'interdépendance entre les dimensions relatives à la *plate-forme environnementale PLM* et celles des *avantages concurrentiels*. Les résultats regroupant les produits issus des deux secteurs seront d'abord présentés. L'analyse de l'effet sectoriel sur les mesures bivariées sera ensuite effectuée.

A.4.1 Analyse bivariée de l'hypothèse H2

Le Tableau A.4.1 présente les interrelations entre les dimensions relatives à la *plate-forme environnementale PLM* et les dimensions relatives aux *avantages concurrentiels* pour les deux secteurs regroupés. Ces deux blocs de variables sont exclusivement composés de variables continues, permettant l'utilisation des coefficients de corrélations Pearson pour l'évaluation de toutes les relations bivariées. Les observations suivantes peuvent donc être effectuées à partir du Tableau A.4.1 :

- Il est à souligner que les cinq dimensions du concept *plate-forme environnementale PLM,* ainsi que la mesure *score global PLM*, ont toutes une relation positive fortement significative avec les six dimensions du concept *avantages concurrentiels* ainsi que sur la mesure *score global avantages concurrentiels* qui intègre ces six dimensions en une seule mesure composite ;
- La mesure *score global avantages concurrentiels* (dernière colonne) est celle qui est la plus fortement associée à l'autre construit *score global PLM* ;
- Au niveau des dimensions individuelles du concept *plate-forme environnementale PLM*, c'est la dimension *fabrication* qui est la plus

fortement reliée à la variable *score global avantages concurrentiels*, alors que la dimension *logistique inverse* est celle qui l'est le moins ;

Ensuite, si l'on considère individuellement chacune des six dimensions du concept *avantages concurrentiels*, les observations supplémentaires suivantes sont réalisées :

- C'est la variable *score global PLM* qui est la plus fortement reliée à chacune des dimensions du concept *avantages concurrentiels*, sauf dans le cas de la dimension *expansion des capacités de développement de produit* pour laquelle la relation avec la dimension *marketing* est plus forte ;
- La dimension *marketing* est la plus fortement associée à trois des six dimensions du concept *avantages concurrentiels*, soit *expansion des capacités de développement de produit*, *expansion des compétences* (à égalité avec *fabrication*), et *expansion de la compétitivité* ;
- La dimension *fabrication* est la plus fortement associée à trois des six dimensions du concept *avantages concurrentiels*, soit *expansion des compétences* (à égalité avec *marketing*), *expansion des capacités manufacturières,* et *expansion de l'excellence opérationnelle* ;
- La dimension *distribution* est la plus fortement reliée à *l'expansion de la maîtrise des marchés* ;
- La dimension *logistique inverse* est celle qui est la moins fortement reliée à toutes les dimensions du concept *avantages concurrentiels*, sauf pour la dimension *expansion des capacités manufacturières*, pour laquelle c'est la dimension *marketing* qui a une moindre importance.

Tableau A.4.1: Relations entre les dimensions relatives à la *plate-forme environnementale PLM* et les dimensions relatives aux *avantages concurrentiels* pour les deux secteurs regroupés

Dimensions de la plate-forme environnemental PLM	Exp. des capacités de dév. produit	Exp. des compétences	Exp. des capacités manufact.	Exp. de l'excellence opér.	Exp. de la maîtrise des marchés	Exp. de la compétitivité	Score global avantages concur.
(n = 193)	Coeff. Pearson(1)	Coeff. Pearson(1)	Coeff. Pearson(1)	Coeff. Pearson(1)	Coeff. Pearson(1)	Coeff. Pearson(1)	Coeff. Pearson(1)
Marketing	0,61****	0,56****	0,42****	0,44****	0,60****	0,58****	0,62****
Conception	0,43****	0,50****	0,55****	0,46****	0,57****	0,49****	0,57****
Fabrication	0,53****	0,56****	0,61****	0,50****	0,61****	0,49****	0,63****
Distribution	0,50****	0,52****	0,46****	0,48****	0,62****	0,53****	0,59****
Logistique inverse	0,36****	0,45****	0,47****	0,33****	0,50****	0,34****	0,46****
Score global PLM	0,58****	0,64****	0,65****	0,55****	0,71****	0,59****	0,71****

(1) Niveau de signification du test de corrélation pour les variables continues (coefficients Pearson – test bilatéral)
* p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

Ainsi, les résultats du Tableau A.4.1 supportent très fortement l'hypothèse de recherche H2 lorsque les sujets issus des deux secteurs d'activités sont regroupés, et ce tant au niveau des six dimensions prises individuellement qu'au niveau du construit *score global avantages concurrentiels* qui intègre ces six dimensions en une seule mesure.

A.4.2 Analyse de l'effet sectoriel à partir des mesures bivariées de l'hypothèse H2

Pour chacun des deux secteurs observés séparément, le Tableau A.4.2 présente les mesures bivariées des relations prévalant entre les dimensions relatives à la *plate-forme environnementale PLM* et les dimensions relatives aux *avantages concurrentiels.* Les résultats du Tableau A.4.2 permettent donc d'effectuer les affirmations suivantes :

- Une première constatation permet de souligner la force des relations bivariées entre les variables de ces deux groupes pour les deux secteurs, réitérant ainsi le support en faveur de l'hypothèse de recherche H2. Cependant, les relations pour le secteur des produits électriques / électroniques sont systématiquement plus fortes et plus significatives que pour le secteur des produits métalliques ;
- Dans le cas du secteur des produits métalliques, c'est la dimension *fabrication* qui est la plus fortement reliée à quatre des six dimensions du concept *avantages concurrentiels*, en plus d'établir une relation dominante auprès de la mesure *score global avantages concurrentiels* (dernière colonne) ;
- Par contre, en ce qui concerne le secteur des produits électriques / électroniques, c'est la dimension *marketing* qui entretien les liens les plus forts auprès de quatre des six dimensions du concept *avantages concurrentiels*. Il ne s'agit toutefois pas des quatre mêmes dimensions qu'au point précédent ;
- Pour les deux secteurs, ce sont les trois dimensions *marketing*, *fabrication* et *distribution* qui sont les plus fortement associées aux dimensions du concept *avantages concurrentiels* ;
- Pour le secteur des produits métalliques, la dimension *logistique inverse* est celle qui entretient les relations les moins intenses auprès de trois des six dimensions du concept *avantages concurrentiels*. En ce qui concerne les dimensions *expansion de l'excellence opérationnelle* et *expansion de la compétitivité,* les relations ne sont pas significatives. Ce sont les deux seules relations non significatives de tout le Tableau A.4.2 ;
- Enfin, pour le secteur des produits électriques / électroniques, c'est la dimension *logistique inverse* qui entretient les relations les moins intenses auprès des six dimensions du concept *avantages concurrentiels*. Bien qu'inférieure à l'intensité des relations entretenues par les autres

dimensions du concept *plate-forme environnementale PLM*, les relations concernant la dimension *logistique inverse* sont tout de même très significatives.

Comme ce fut le cas pour l'hypothèse H1, un effet sectoriel significatif est donc observable au niveau des mesures bivariées pour l'hypothèse de recherche H2.

Tableau A.4.2: Relations entre les dimensions relatives à la *plate-forme environnementale PLM* et les dimensions relatives aux *avantages concurrentiels* pour les deux secteurs pris séparément

Dimensions de la plate-forme environnementale PLM	Exp. des capacités de dév. produit	Exp. des compétences	Exp. des capacités manufact.	Exp. de l'excellence opér.	Exp. de la maîtrise des marchés	Exp. de la compétitivité	Score global Avantages concur.
MÉTAL (n_1=99)	Coeff. Pearson(1)	Coeff. Pearson(1)	Coeff. Pearson(1)	Coeff. Pearson(1)	Coeff. Pearson(1)	Coeff. Pearson(1)	Coeff. Pearson(1)
Marketing	0,36****	0,38****	0,28***	0,32***	0,39****	0,39****	0,43****
Conception	0,18*	0,39****	0,41****	0,35****	0,42****	0,33***	0,41****
Fabrication	0,41****	0,54****	0,54****	0,39****	0,48****	0,33***	0,53****
Distribution	0,22**	0,29***	0,21**	0,26***	0,51****	0,32***	0,36****
Logistique inverse	0,25**	0,34***	0,38****	0,14	0,38****	0,15	0,32***
Score global PLM	0,38****	0,54****	0,54****	0,40****	0,59****	0,40****	0,57****
ÉLECT. / ÉLECTRON. (n_2=94)	Coeff. Pearson(1)	Coeff. Pearson(1)	Coeff. Pearson(1)	Coeff. Pearson(1)	Coeff. Pearson(1)	Coeff. Pearson(1)	Coeff. Pearson(1)
Marketing	0,77****	0,72****	0,60****	0,52****	0,73****	0,74****	0,74****
Conception	0,63****	0,60****	0,65****	0,57****	0,68****	0,61****	0,68****
Fabrication	0,62****	0,57****	0,68****	0,59****	0,70****	0,61****	0,68****
Distribution	0,72****	0,71****	0,67****	0,66****	0,68****	0,71****	0,75****
Logistique inverse	0,45****	0,56****	0,59****	0,51****	0,59****	0,52****	0,58****
Score global PLM	0,73****	0,71****	0,75****	0,66****	0,79****	0,73****	0,79****

(1) Niveau de signification du test de corrélation pour les variables continues (coefficients Pearson – test bilatéral).
* p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

Annexe 5 : Coefficients bêta standardisés pour les variables indépendantes et modératrices retenues suite aux régressions hiérarchiques pour l'hypothèse H3 (deux secteurs)

H3 Tous	Indépendantes		Modératrices							
	Caract. produit		Stratégie corporatives					Env. concurrentiel		
	Sur mesure	Exporté	Importations	Veille technologique	ISO 14001	Prog. env. amélior. Cont.	Acquisition	Cadre réglementaire	Parties prenantes	Compétitivité
Score global PLM R^2 = 72,0%****	**0,18******	**0,20******	**-0,23******	**0,24******	**0,10****	**0,40******	**0,16*****	**-0,42******	**0,35******	**0,16****
Marketing R^2 = 42,6%****	-	-	-	0,16**	0,15**	-	0,16**	-	0,31**	-
Conception R^2 = 63,3%****	0,27****	0,17***	-0,20****	0,24****	-	-	0,24****	-0,40****	0,43****	0,22**
Fabrication R^2 = 55,2%****	0,15**	0,19***	-0,24****	0,21***	0,16***	0,46****	-	-0,44****	0,24**	-
Distribution R^2 = 51,5%****	-	0,12*	-0,24****	0,31****	-	0,22***	0,14**	-	0,42***	-
Logistique inverse R^2 = 48,2%****	-	0,12*	-	-	-	0,68****	-	-0,47****	0,23*	-

* p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

La ligne ombrée représente les valeurs de β standardisés obtenues pour le modèle de régression de base illustré à la Figure 4.4 (p.183).

Annexe 6 : Coefficients bêta standardisés pour les variables indépendantes et modératrices retenues suite aux régressions hiérarchiques pour l'hypothèse H3 (secteur des produits métalliques)

H3 Métal	Indépendantes		Modératrices							
	Caract. produit		Stratégie corporatives					Env. concurrentiel		
	Sur mesure	Exporté	Importations	Veille technologique	ISO 14001	Prog. env. amélior. Cont.	Acquisition	Cadre réglementaire	Parties prenantes	Compétitivité
Score global PLM R^2 = 52,9%****	-	-	**-0,27*****	**0,17***	**0,19****	**0,50******	**0,21****	**-0,40*****	**0,33****	-
Marketing R^2 = 22,5%***	-0,19*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Conception R^2 = 46,1%****	-	-	-0,29***	0,28***	-	0,26**	0,37***	-0,37***	-	-
Fabrication R^2 = 43,1%****	-	-	-0,19**	-	0,32***	0,74****	-	-0,43***	-	-
Distribution R^2 = 40,4%****	-0,23**	-	-0,29***	0,29***	-0,17*	-	-	-	-	-
Logistique inverse R^2 = 40,1%****	-	-	-	-	0,37****	0,57****	-	-0,46***	0,30*	-

* p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

Annexe 7 : Coefficients bêta standardisés pour les variables indépendantes et modératrices retenues suite aux régressions hiérarchiques pour l'hypothèse H3 (secteur des produits électriques / électroniques)

H3 Électrique / électronique	Indépendantes		Modératrices							
	Caract. produit		Stratégie corporatives					Env. concurrentiel		
	Sur mesure	Exporté	Importations	Veille technologique	ISO 14001	Prog. env. amélior. Cont.	Acquisition	Cadre réglementaire	Parties prenantes	Compétitivité
Score global PLM R^2 = 84,5%****	**0,33******	**0,33******	**-0,23******	**0,21*****	**-**	**0,29******	**-**	**-0,65******	**0,41*****	**0,32*****
Marketing R^2 = 57,8%****	0,22**	0,27**	-	-	0,25***	-	-	-	-	-
Conception R^2 = 73,3%****	0,35****	0,30****	-0,18***	-	-	-	0,18**	-0,62****	0,58****	0,31**
Fabrication R^2 = 68,9%****	0,26***	0,33****	-0,28****	0,33****	-	0,28***	-	-0,62****	-	0,38***
Distribution R^2 = 80,8%****	-0,44****	0,20***	-0,25****	0,18**	-0,10*	0,19**	-	-0,54****	0,56****	-
Logistique inverse R^2 = 58,3%****	-	-0,26**	-	-	-	0,75****	-	-0,50***	-	-

* p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

Annexe 8 : Coefficients bêta standardisés pour les variables indépendantes et modératrices retenues suite aux régressions hiérarchiques pour l'hypothèse H4a (deux secteurs)

H4a Tous	Indépendante	Modératrices					
	Plate-forme PLM	Firme	Stratégie corporatives			Env. concur.	
	Score global PLM	Syst. de gestion de la qualité	Niveau de R&D	Politique env. formelle	Prog. env. amélior. Cont.	Cadre réglementaire	Compétitivité
Score global avantages concurrentiels R^2 = 73,5%****	**0,33******	**-0,14*****	**0,11*****	**-0,25****	**0,53******	**0,16*****	**0,31******
Exp. des capacités de dév. produit R^2 = 59,6%****	0,24****	-	-	-	-	-	0,53****
Expansion des compétences R^2 = 57,6%****	0,31****	-	-	-0,31**	0,52****	-	0,29****
Expansion des capacités manuf. R^2 = 50,9%****	0,39****	-	-	-	0,38**	-	0,30****
Exp. des l'excellence opérationnelle R^2 = 55,3%****	0,31****	-0,17***	0,09*	-0,59****	0,61****	-	0,47****
Exp. de la maîtrise des marchés R^2 = 74,0%****	0,28****	-	-	0,34***	-	0,22****	0,20***
Exp. de la maîtrise des marchés R^2 = 60,5%****	0,21***	-	0.09*	-0,43***	0,59****	-	0,48****

* p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

La ligne ombrée représente les valeurs de β standardisés obtenues pour le modèle de régression de base illustré à la Figure 4.5 (p.184).

Annexe 9 : Coefficients bêta standardisés pour les variables indépendantes et modératrices retenues suite aux régressions hiérarchiques pour l'hypothèse H4a (secteur des produits métalliques)

H4a Métal	Indépendante	Modératrices					
	Plate-forme PLM	Firme	Stratégie corporatives			Env. concur.	
	Score global PLM	Syst. de gestion de la qualité	Niveau de R&D	Politique env. formelle	Prog. env. amélior. Cont.	Cadre réglementaire	Compétitivité
Score global avantages concurrentiels R^2 = 62,9%****	**0,30*****	-	-	**-0,25***	-	**0,19****	**0,51******
Exp. des capacités de dév. produit R^2 = 46,0%****	0,19*	-	-	-	-	-	0,59****
Expansion des compétences R^2 = 47,7%****	0,32***	-	-	-0,36**	-	0,23**	0,34****
Expansion des capacités manuf. R^2 = 31,9%****	0,33***	-	-	-	-	-	0,27**
Exp. des l'excellence opérationnelle R^2 = 45,3%****	0,32***	-	-	-0,59****	-	-	0,46****
Exp. de la maîtrise des marchés R^2 = 55,7%****	0,20**	-	-	0,33**	-	0,35****	0,20**
Exp. de la maîtrise des marchés R^2 = 56,3%****	0,18*	-	-	-0,54****	0,40**	0,17*	0,58****

* p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

Annexe 10 : Coefficients bêta standardisés pour les variables indépendantes et modératrices retenues suite aux régressions hiérarchiques pour l'hypothèse H4a (secteur des produits électriques / électroniques)

H4a Électrique / Électronique	Indépendante	Modératrices					
	Plate-forme PLM	Firme	Stratégie corporatives			Env. concur.	
	Score global PLM	Syst. de gestion de la qualité	Niveau de R&D	Politique env. formelle	Prog. env. amélior. Cont.	Cadre réglementaire	Compétitivité
Score global avantages concurrentiels R^2 = 81,7%****	**0,39******	**-0,13***	**0,12****	**-0,30****	**0,60******	**-**	**0,37******
Exp. des capacités de dév. produit R^2 = 70,2%****	0,43****	-	-	-0,35*	0,47**	-	0,35***
Expansion des compétences R^2 = 67,1%****	0,29***	-	-	-0,40**	0,71***	-	0,22*
Expansion des capacités manuf. R^2 = 72,8%****	0,37****	-	0,14**	-0,31*	0,63***	-	0,38***
Exp. des l'excellence opérationnelle R^2 = 69,7%****	0,42****	-0,33****	0,19***	-0,68****	0,85****	-	0,48****
Exp. de la maîtrise des marchés R^2 = 83,4%****	0,34****	-	-	0,31**	-	-	0,28***
Exp. de la maîtrise des marchés R^2 = 70,2%****	0,32***	-	0,16**	-0,38**	0,66***	-	0,37***

* p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

Annexe 11 : Coefficients bêta standardisés pour les variables indépendantes et modératrices retenues suite aux régressions hiérarchiques pour l'hypothèse H4b (deux secteurs)

H4b Tous	Indépendante		Modératrices						
	Plate-forme PLM		Firme		Stratégie corporatives				Env. concur.
	Marketing	Distribution	Syst. de gestion de la qualité	Secteur	Exportations	Niveau de R&D	Politique env. formelle	Prog. env. amélior. Cont.	Compétitivité
Score global avantages concurrentiels R^2 = 75,8%****	0,34****	0,14***	-0,12***	-0,12***	-0,10**	0,15****	-0,28***	0,67****	0,33****
Exp. des capacités de dév. produit R^2 = 65,0%****	0,32****	-	-	-	-	-	-	0,23*	0,45****
Expansion des compétences R^2 = 60,2%****	0,26****	0,14**	-	-0,12**	-	-	-0,37***	0,66****	0,30****
Expansion des capacités manuf. R^2 = 50,4%****	-	0,13*	-	-0,24****	-	-	-0,31**	0,61****	0,36****
Exp. des l'excellence opérationnelle R^2 = 54,7%****	-	0,17***	-0,13**	-	-	0,10*	-0,65****	0,74****	0,42****
Exp. de la maîtrise des marchés R^2 = 75,3%****	0,17***	0,22****	-	-	-	-	0,32***	-	0,30****
Exp. de la maîtrise des marchés R^2 = 65,9%****	0,27****	0,12**	-	-0,13***	-	0,09*	-0,50****	0,67****	0,41****

* p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

La ligne ombrée représente les valeurs de β standardisés obtenues pour le modèle de régression de base illustré à la Figure 4.6 (p.185).

Annexe 12 : Coefficients bêta standardisés pour les variables indépendantes et modératrices retenues suite aux régressions hiérarchiques pour l'hypothèse H4b (secteur des produits métalliques)

H4b Métal	Indépendante		Modératrices						
	Plate-forme PLM		Firme		Stratégie corporatives				Env. concur.
	Marketing	Distribution	Syst. de gestion de la qualité	~~Secteur~~	Exportations	Niveau de R&D	Politique env. formelle	Prog. env. amélior. Cont.	Compétitivité
Score global avantages concurrentiels R^2 = 61,1%****	**0,18****	**0,19****	-	-	-	-	**-0,33****	**0,43*****	**0,50******
Exp. des capacités de dév. produit R^2 = 45,7%****	0,18*	-	-	-	-	-	-	-	0,56****
Expansion des compétences R^2 = 42,3%****	0,16*	-	-	-	-	-	-0,38**	0,55***	0,33***
Expansion des capacités manuf. R^2 = 31,9%****	-	-	-	-	-	-	-	0,43**	0,28**
Exp. des l'excellence opérationnelle R^2 = 44,5%****	0,20**	0,20**	-	-	-	-0,16*	-0,70****	0,50***	0,44****
Exp. de la maîtrise des marchés R^2 = 53,4%****	-	0,30****	-	-	-	-	0,28*	-	0,27***
Exp. de la maîtrise des marchés R^2 = 59,8%****	0,21**	0,21***	-	-	-	-	-0,64****	0,55****	0,54****

* p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001

Annexe 13 : Coefficients bêta standardisés pour les variables indépendantes et modératrices retenues suite aux régressions hiérarchiques pour l'hypothèse H4b (secteur des produits électriques / électroniques)

H4b Électrique / Électronique	Indépendante		Modératrices						
	Plate-forme PLM		Firme		Stratégie corporatives				Env. concur.
	Marketing	Distribution	Syst. de gestion de la qualité	~~Secteur~~	Exportations	Niveau de R&D	Politique env. formelle	Prog. env. amélior. Cont.	Compétitivité
Score global avantages concurrentiels R^2 = 88,6%****	**0,41******	-	**-0,15*****	-	**-0,08***	**0,19******	**-0,28****	**0,66******	**0,40******
Exp. des capacités de dév. produit R^2 = 81,9%****	0,55****	-	-0,18**	-	-	0,14***	-0,32**	0,53***	0,44****
Expansion des compétences R^2 = 75,8%****	0,40****	-	-	-	-	0,13**	-0,31*	0,70****	0,25***
Expansion des capacités manuf. R^2 = 73,2%****	0,19**	-	-	-	-	0,16**	-0,36**	0,72****	0,42****
Exp. des l'excellence opérationnelle R^2 = 72,0%****	0,18*	0,21**	-0,27***	-	-0,19***	0,26****	-0,60***	0,91****	0,42****
Exp. de la maîtrise des marchés R^2 = 89,5%****	0,44****	-	-	-	-	0,15****	0,32***	0,21*	0,34****
Exp. de la maîtrise des marchés R^2 = 65,9%****	0,27****	0,12**	-	-	-0,10**	0,09*	-0,50****	0,67****	0,41****

* p < ,10, ** p < ,05, *** p < ,01, **** p < ,001