UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ÉTUDE DES PHASES EN AMONT DES PROJETS D'ADOPTION DES TECHNOLOGIES RFID POUR L'AMÉLIORATION DES CHAÎNES D'APPROVISIONNEMENT

YGAL BENDAVID
DÉPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES ET DE GÉNIE INDUSTRIEL
ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

THÈSE PRÉSENTÉE EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLÔME DE PHILOSOPHIAE DOCTOR (Ph.D.)
(GÉNIE INDUSTRIEL)
OCTOBRE 2008

© Ygal Bendavid, 2008.

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: 978-0-494-46091-7
Our file Notre référence
ISBN: 978-0-494-46091-7

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 :

ÉTUDE DES PHASES EN AMONT DES PROJETS D'ADOPTION DES TECHNOLOGIES RFID POUR L'AMÉLIORATION DES CHAÎNES D'APPROVISIONNEMENT

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

M. PELLERIN Robert, ing, Ph.D., président
M. BOURGAULT Mario, ing. Ph.D., membre et directeur de recherche
Mme LEFEBVRE Élisabeth, Ph.D., membre et codirectrice de recherche
M. LEFEBVRE Louis A., PhD., membre
M. KATZY Bernhard, Ph.D., membre externe

REMERCIEMENTS

La réalisation de cette thèse n'aurait pas été possible sans le soutien et l'encadrement de plusieurs personnes.

Tout d'abord, je tiens à remercier les professeurs Élisabeth Lefebvre et Louis-André Lefebvre pour m'avoir accordé leur confiance et intégré au sein de leur équipe de recherche du centre ePoly où j'ai initié et poursuivi mon parcours doctoral. Leur appui inconditionnel et leurs précieux conseils m'ont guidé pendant ces dernières années.

- Un merci spécial au professeur Élisabeth Lefebvre qui a agi en tant que co-directrice de thèse pour m'avoir enseigné l'importance de la rigueur scientifique dans le travail, et pour son immense patience dans l'encadrement de la rédaction de cette thèse.
- Merci au professeur Louis-André Lefebvre qui a partagé, sans égards, sa vision et ses connaissances, et m'a permis d'évoluer grace aux projets du centre ePoly.

Je remercie beaucoup le professeur Mario Bourgault, mon directeur de thèse pour m'avoir guidé dans de nouveaux axes de recherche au sein de la chaire de recherche du Canada en gestion de projets technologiques.

- Merci de m'avoir toujours poussé à la remise en question et au discernement par la critique constructive et de m'avoir soutenu dans cette démarche.

Je voudrais aussi vivement remercier les autres membres de mon jury qui ont bien accepté d'évaluer ma thèse et d'agir en tant que membres du jury : le professeur Robert Pellerin, le professeur Bernhard Katzy et le professeur Guy Leclerc.

D'autre part, la réalisation de cette thèse a aussi nécessité la contribution de partenaires industriels et technologiques. En effet, les partenaires industriels m'ont ouvert leurs portes, ce qui a permis d'ancrer mes recherches sur des problématiques pratiques. Je voudrais plus particulièrement remercier Messieurs Gilbert d'Amours, Gilles Bernard, Daniel Ayotte, Jean François Thériault, et Claude Rousseau. De plus, les partenaires technologiques qui ont collaboré avec le centre ePoly m'ont par le fait même permis de

progresser dans mes recherches. Je voudrais plus spécifiquement remercier Monsieur Victor Garcia, Monsieur Robert McGuire et Madame Nathalie Dupuis de Hewlett Packard ainsi que Messieurs Sam Falsafi, Arsalam Ahmed de Ship2Save, Laurent Thibert et Jules Inacio de Business-connection, Françcois Estellon de Sycor, Monsieur Benoit Forest de l'École Polytechnique, Monsieur Douglas Peebles de SAP, et finalement Monsieur Mathias Kirschner et Monsieur Jason Mausberg de IDS Scheer.

Mes remerciements vont également à mes collègues du centre ePoly et de la chaire de recherche du Canada en gestion de projets technologiques, particulièrement à mes amis et collègues Harold, Samuel et Jaouad et Jimmy. Un merci spécial à Stéphane pour ses commentaires sur ma proposition de thèse qui ont été très utiles.

Je ne voudrais pas oublier Manon et tiens à la remercier pour son soutien inconditionnel et sa patience sans limite tout au long de ces années à mes cotés, merci.

Finalement, je tiens à remercier tous les membres de ma famille pour leur appui dans la poursuite de mes études doctorales.

RÉSUMÉ

Depuis 2004, un mouvement d'adoption des technologies d'Indentification par Fréquences Radio (RFID) s'est amorcé tout particulièrement aux États-Unis au sein de deux industries, celles de la vente au détail et de la défense nationale. Wal-Mart et le département américain de la Défense (US DoD) avaient alors exigé de leurs fournisseurs qu'ils adoptent les technologies pour 2005. Depuis, les exigences ont été revues, les mandats reformulés, les dates butoires repoussées et, plus encore, les attentes réajustées en fonction d'objectifs plus « raisonnables ». Si les technologies RFID ne sont pas récentes, les avancées technologiques des dernières années, certainement motivées par une perspective d'adoption de masse, ont particulièrement contribué à la possibilité de la mise en place d'applications innovantes. Aujourd'hui, les technologies RFID sont dans la mire de toutes les industries, particulièrement l'industrie de l'automobile, l'aérospatiale, le secteur de la santé, la logistique et le transport, où les cadres supérieurs se questionnent sur les opportunités d'utilisation, mais aussi sur les défis relatifs à leur adoption. Alors que les technologies RFID permettent l'émergence de nouveaux modèles d'affaires électroniques, l'impact réel sur les pratiques d'affaires est encore peu maîtrisé, d'autant plus que les implantations visant l'amélioration de la performance de la gestion de la chaîne d'approvisionnement sont encore en phase de projets pilotes dans la grande majorité des cas. Dans ce contexte d'incertitude face aux technologies et face aux retombées commerciales de tels projets d'adoption de technologies complexes, de plus en plus d'entreprises se tournent vers des méthodes d'adoption plus prudentes, où les phases en amont du projet font l'objet d'une attention particulière. C'est aussi dans leur quête de méthodes qui facilitent l'adoption des technologies RFID qu'un mouvement international de collaboration s'est organisé autour de différents pôles industries-universités.

Dans le cadre de cette thèse, deux objectifs de recherches sont explorés, soit (i) analyser une démarche qui facilite l'adoption des technologies complexes telles les technologies

RFID, et (ii) identifier et mesurer l'impact potentiel de l'adoption des technologies RFID sur la performance des entreprises et des chaînes d'approvisionnement.

Pour adresser le premier objectif, l'emphase de cette recherche est mise sur les phases en amont des projets d'innovation et plus spécifiquement sur la démarche de « prototypage » qui vise entre autres à évaluer la faisabilité technique et la viabilité économique des solutions proposées en plus de faciliter l'adoption. Les résultats indiquent que ce type d'arrangement permet de structurer les phases en amont des projets d'innovation, et offre aux parties prenantes, incluant les adopteurs potentiels, la possibilité de mieux comprendre les enjeux relatifs à l'adoption, et ainsi faciliter cette démarche plus souvent qu'autrement périlleuse. L'approche du « Living Lab. » comme plateforme d'innovation qui rassemble, dès les premières phases du projet, toutes les parties prenantes dans de la recherche d'une solution concrète a donc été adoptée pour conduire ce genre de recherche-action.

Pour adresser le deuxième objectif, les résultats d'une première étude exploratoire, conduite dans une chaîne d'approvisionnement dans le secteur de la vente au détail, indiquent que les technologies RFID peuvent redéfinir radicalement les processus d'affaires intra- et inter-entreprises dans la mesure où elles permettent la mise en place de nouveaux modèles d'affaires électronique, plus intégrés et plus collaboratifs. L'approche de réingénierie des processus d'affaires, largement adoptée dans les projets d'implantation de systèmes de gestion d'information est empruntée ici afin d'identifier la portée des changements engendrés par l'adoption des technologies RFID. Cette approche permet en effet d'identifier les changements et aussi de comprendre dans quelle mesure la synchronisation des flux informationnels et des flux physiques des produits devient possible.

Si cette approche est intéressante en mettant en valeur les impacts au niveau des flux informationnels et en facilitant le dialogue entre les parties prenantes lors du développement et de l'implantation des solutions RFID, elle reste limitative dans le nombre de dimensions qu'elle propose pour quantifier l'impact sur la performance des

entreprises et des chaînes d'approvisionnement. Une vision plus holistique s'impose, appelant à l'utilisation d'autres modèles d'analyses plus exhaustifs. Parmi les modèles de références étudiés, le modèle SCOR (Supply Chain Operation Reference Model) proposé par le *Supply Chain Council* est utilisé. Les résultats d'une seconde étude conduite dans une chaîne d'approvisionnement multi-niveaux dans le secteur des utilités publiques indiquent que lorsque le projet d'adoption intégre les membres en amont en aval de la chaîne d'approvisionnement, les bénéfices sont substantiels pour tous les membres de la chaîne. Les scénarios d'affaires qui intègrent les technologies RFID sont alors explorés et validés en laboratoire. Cette analyse laisse entrevoir plusieurs zones d'opportunités sur lesquelles chacun des membres de la chaîne d'approvisionnement peut capitaliser pour améliorer sa performance. L'idée étant qu'un produit muni d'un transpondeur RFID peut être suivi tout au long de son cycle de vie, et par conséquent, permettre à tous les acteurs impliqués de bénéficier de l'accès à l'information en temps réel. Ainsi, les technologies RFID redéfinissent radicalement les opportunités de collaboration au sein des chaînes d'approvisionnement et permettent la mise en place de stratégies de commerce électronique inter-entreprises plus intégrées.

Mots-clés : Projets d'innovation, living laboratory, chaîne d'approvisionnement, commerce électronique, RFID.

ABSTRACT

RFID technology which can be classified as a wireless Automatic Identification and Data Capture technology (AIDC) represents another step towards the increasing sophistication of information systems applications. In a supply chain management context, RFID is positioned as an emergent technology for real-time tracking of any product, module, system and, eventually, any component as they move along the various layers of supply chains. It is also considered as "a key to automating everything".

Although some activities integrating RFID technology can be traced back in the late 1960s, the technology has only really attracted academic and professional attention recently, especially since 2003 when Wal-Mart and the US Department of Defence required from their major suppliers to adopt and implement RFID by the beginning of 2005. The increased interest can also be observed through several other initiatives including among others: the decision by major US and European retailers and suppliers to move forward with the deployment of their RFID infrastructure, the continuing improvement of the technology (hardware and software), the appearance of a global standard for RFID communication, the offering by enterprise information systems providers of possibilities to leverage on their existing systems, etc. These multiple initiatives suggest that the business environment is ready to explore new opportunities for RFID, especially in the retail, the automotive, the aerospace, the health care, and the logistic and transportation sectors where supply chain optimization is a prime concern.

Since RFID open-loop supply chain implementations around the world is an emerging phenomenon and since most of the firms are still at the pilot phase, the recent interest in RFID technology offers an interesting opportunity for researchers to examine the different phases of the innovation process. Although this technology has improved substantially over the last few years, its adoption by the business community still raises many challenges for both developers and potential users. Moreover, technology promises all too frequently more substantial benefits than it can deliver and RFID technology is no exception. Despite its unique potential for supply chain management

improvements over existing AIDC technologies, some skepticism remains in the community of potential adopters. In fact, there is no clear indication of the model to follow as realistic possibilities derived from its adoption are still confusing, and as the impacts and benefits of an RFID enabled supply chains are difficult to assess.

In the specific context of this thesis, two objectives are therefore explored, namely (i) to analyse how firms could manage the implementation of technological projects presenting a scope beyond their organizational capabilities (e.g. RFID projects) and adequately structure the front-end phase of the adoption process and (ii) to improve our understanding of the potential benefits and impacts of RFID technology in each individual organization and in the supply chain as a whole.

In order to address the first objective of the thesis, we examine the role an university-based laboratory in the emergence of a local innovation network centered on RFID. In particular, the concept of "living laboratory" proves to be quite useful to better understand the adoption of RFID by supply chain members pursuing intra- and inter-organizational B2B process optimization. The living lab approach laboratory help the stakeholders to develop a mutual understanding of crucial common issues, to highlight technical problems and to align business processes. This approach proved to be an efficient way of reducing fuzziness at the early stages of an implementation project.

In order to meet the second objective of the thesis, an in-depth study was undertaken in the retail industry, more spcefically in the context of warehousing activities in a three layers supply chain. The business process reengineering approach previously used in the assessment of information systems adoption was adopted. By focussing on the process level, the study allows to better assess the impacts of the technology in term of information and products flow synchronization and provides a better understanding on "how" RFID technology could fundamentally alter the way supply chains are managed today. In particular, results indicate that RFID appears to be a disruptive technology as it supports new business models, entails major redesign of existing processes and fosters a higher level of electronic integration between supply chain members.

Although the business process reengineering approach is interesting, it is limitative in terms of the number of dimensions taken into account for quantifying the impacts of the technologies in supply chain context. The requirement for a more holistic vision was pointing to some other guidelines outlined in the operation and production management literature, such as the Supply Chain Operation Reference model (SCOR). This model was used here in order to track key performance indicators and assess the impacts of RFID technology in one supply chain in the utility sector. Findings point to some performance improvements especially when RFID enables more integrated and more collaborative B-to-B e-commerce solutions. The research design involves multiple units and levels of analysis, and relies on diverse data collection methods and generates a vast amount of data. The concept of a living laboratory proved again to be an insightful approach for exploring issues related to inter-company connectedness and relationship management. This approach also pointed to multiple opportunities for improving the product life cycle management of long life cycle products found in the utility sector. In particular, the real time accessibility and the sharing of information can therefore benefit to all product stakeholders from the conceptual design phases to the recycling of the products.

Key Words: Front-end project management, living laboratory, supply chain management, electronic commerce, business processes, RFID technology.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS iv
RÉSUMÉ vi
ABSTRACT ix
TABLE DES MATIÈRES xii
LISTE DES TABLEAUX xvii
LISTE DES FIGURES xviii
LISTE DES ANNEXES xx
INTRODUCTION 1

CHAPITRE 1: PROBLÉMATIQUE ET OBJECTIFS DE RECHERCHE **6**
1.1 Problématique générale 6
1.2 Problématique spécifique 10
1.3 Objectifs et questions de recherche 17

CHAPITRE 2 : LES TECHNOLOGIES RFID ET LE RÉSEAU EPC **20**
2.1 Les technologies RFID : définition et positionnement dans le portrait des AIDC 21
2.1.1 La performance des technologies RFID comparées aux autres technologies AIDC 23
2.2 Les composantes d'un système RFID 26
2.2.1 Les composantes d'un système RFID : les transpondeurs 27
2.2.1.1 Les transpondeurs passifs 30
2.2.1.2 Les transpondeurs actifs 31
2.2.1.3 Les transpondeurs semi-passifs 31
2.2.2 Les lecteurs (interrogateurs) 36
2.2.2.1 Les lecteurs fixes 37
2.2.2.2 Les lecteurs mobiles 38
2.2.3 Les équipements auxiliaires 40
2.2.3.1 Les imprimantes 41
2.2.3.2 Les applicateurs automatiques 41

2.2.3.3 Système de contrôle, rétroaction et redondance 42
2.2.4 L'infrastructure virtuelle : l'intergiciel (RFID middleware) 46
2.3 La technologie RFID et le réseau EPC 49
2.3.1 Le réseau EPC 51
2.3.2 EPC Global 53
2.3.3 État actuel du réseau EPC 55
CHAPITRE 3 : CADRE CONCEPTUEL ET CONTEXTE D'INNOVATION 56
3.1 Cadre conceptuel proposé 56
3.2 Contexte d'innovation des technologies RFID 58
3.2.1 Les acteurs autour de la mise en place d'un système RFID 65
3.2.2 Contexte d'innovation des technologies RFID : produits, processus et gestion de la chaîne d'approvisionnement 73
3.2.2.1 Les technologies RFID comme levier à l'innovation dans la gestion de la chaîne d'approvisionnement 74
3.2.2.2 Les technologies RFID comme levier à l'innovation au niveau de la gestion des produits et des procédés 81
3.3 Contexte de projet d'innovation : les phases en amont des projets RFID 90
3.3.1 Les phases en amont du projet d'innovation 97
3.4 Contexte industriel (secteur industriel et applications des technologies RFID) 104
3.4.1 Adoption des technologies RFID dans divers secteurs industriel 104
3.4.2 Secteur de la vente au détail 110
3.4.2.1 Opportunités d'adoption et impacts potentiels des technologies RFID dans le secteur de la vente au détail 114
3.4.3 Secteur des utilités publiques 117
3.4.3.1 Opportunités d'adoption et impacts potentiels des technologies RFID dans le secteur des utilités publiques 120
3.5 Projets d'adoption : structuration des phases en amont du projet d'adoption 127
3.5.1 Projets d'adoption : revue de littérature critique 128

3.5.2 Projets d'adoption : proposition de l'article 1 (chapitre 4) 135
3.6 Analyse d'impacts : amélioration des processus intra- et inter-entreprises .. 137
3.6.1 Analyse d'impacts : revue de littérature critique 137
3.6.2 Analyse d'impacts : proposition de l'article 2 (chapitre 5)..... 142
3.7 Analyse d'impacts : amélioration de la performance des entreprises et des chaînes d'approvisionnement..... 143
3.7.1 Analyse d'impacts : revue de littérature critique 144
3.7.2 Analyse d'impacts : proposition de l'article 3 (chapitre 6)..... 150

CHAPITRE 4: A UNIVERSITY-BASED LIVING LAB FOR MANAGING THE FRONT-END PHASE OF INNOVATION: THE CASE OF RFID IMPLEMENTATION 152

4.1 Introduction..... 153
4.2 Research Background..... 154
4.2.1 RFID technology: an enabling technology for emerging applications 154
4.2.2 RFID adoption and implementation: a view from academia 158
4.3 The research Design: setting the stage for a collective learning experiment in a living laboratory..... 163
4.4 Setting up the innovation project: process, people and technology..... 167
4.4.1 Preliminary phase (1): building the team and reaching agreements with partners..... 169
4.4.2 Phase 2: Data gathering for understanding of the context 174
4.4.3 Phase 3: Data analysis and action planning using BPR approach 175
4.4.4 Phase 4: Simulation, demonstration and project transfer..... 176
4.5 Discussion..... 178
4.5.1 Exploring the key dimensions of the project: toward elucidation of the technology and its implementation 179
4.5.1.1 Toward clear goals / objectives.....179
4.5.1.2 Performance measures as indicators of required applications 181

4.5.1.3 From creativity and innovation management to project management 182
4.5.1.4 From formalized to informal business relationships 183
4.5.1.5 RFID projects as network IOS 185
4.5.1.6 Managing the stakeholders' equilibrium 185
4.5.1.7 Toward knowledge sharing for real collaboration 186
4.5.2 The living laboratory's outcomes: Looking at the positive side effects 188
4.6 Conclusion 192

CHAPITRE 5: THE POTENTIAL OF RFID IN WAREHOUSING ACTIVITIES IN A RETAIL INDUSTRY SUPPLY CHAIN 208

5.1 Introduction 209
5.2 Theoretical background 210
5.2.1 A renewed interest in RFID technology 210
5.2.2 RFID's potential in the retail industry 211
5.2.3 RFID's potential in retail supply chains and distribution centers 212
5.3 Methodology 214
5.3.1 Research design 214
5.3.2 Research sites 216
5.3.3 Data collection 216
5.4 Results and discussion 217
5.4.1 Actual business processes in the three layers of the retail industry supply chain 218
5.4.2 Retained scenario integrating RFID technology 219
5.5 Implications and conclusion 222

CHAPITRE 6: KEY PERFORMANCE INDICATORS FOR THE EVALUATION OF RFID ENABLED B-TO-B ECOMMERCE APPLICATIONS: THE CASE OF A FIVE-LAYER SUPPLY CHAIN 230

6.1 Introduction 231

6.2 Technological, conceptual and contextual issues 232
6.2.1 RFID technology 232
6.2.2 Conceptual issues 233
6.2.2.1 Previous work on RFID impact in the SC 233
6.2.3 SCM performance and KPIs. 235
6.2.4 RFID's potential in the utility sector- contextual issues 236
6.3 Methodology 238
6.3.1 Research design 238
6.3.2 Research sites 240
6.3.3 Data collection 241
6.4 Results and discussion 243
6.4.1 Validated vertical and horizontal KPIs in the SC 243
6.4.2 Vertical KPIs, assessment of impacts and the evolution from vertical strategies to integrated SC strategies 244
6.4.2.1 Assessing the impacts of RFID technology at the DCs: evolving to real time visibility. 245
6.4.2.2 Assessing the impacts of RFID technology at the supplier level: from a closed-loop RFID implementation to an RFID enabled SC 247
6.4.3 Horizontal KPIs assessment and the evolution towards more integrated B-to-B e-commerce solutions 250
6.5 Implications and conclusion 252
6.6 References 253

CHAPITRE 7: CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS 259
7.1 Discussion générale de la thèse 259
7.2 Conclusion générale de la thèse 267

BIBILOGRAPHIE 276

ANNEXES 342

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1: Synthèse des objectifs et des questions de recherche 19
Tableau 2.1: Comparaison des technologies RFID et des technologies de codes à barres 25
Tableau 2.2: Tableau comparatif des différents types de transpondeurs 33
Tableau 2.3: Caractéristiques de la stratégie d'accès à l'information produit (Source : Adapté de Diekmann *et al.*, 2007). 50
Tableau 2.4: Code EPC de 96 bits (source GS1, 2007b) 52
Tableau 3.1: Positionnement des activités de prototypage dans un projet d'innovation (Source Bendavid et Bourgault, 2007b) 101
Table 4.1: Initial expectations for cooperation 173
Table 4.2 : Positive side effects of the living lab approach 190
Table 5.1: Broad processes in a distribution center and areas of opportunities provided by RFID technology 213
Table 5.2: Steps undertaken in the field study 215
Table 6.1: Phases undertaken in the field study 239
Table 6.2: Costs for product information tracking activities at the supplier's site 249
Tableau 7.1: Résumé des questions de recherche posées par la communauté scientifique (adapté de Curtin et al., 2007) 268
Tableau B.1: Steps undertaken in the field study with emphasis on scenario demonstration and analysis 343
Tableau C.1 : Résultats de la simulation du processus de réception («As is») 360
Tableau C.2 : Résultats de la simulation du processus de réception («To be») 360
Tableau C.3 : Synthèse des résultats de la simulation de réception des produits 366

LISTE DES FIGURES

Figure 2.1: Positionnement des technologies RFID dans le portfolio des technologies AIDC et des technologies sans fil (adaptée de Wyld, 2006 et Fosso Wamba *et al.*, 2008a). 22
Figure 2.2: Système RFID 26
Figure 2.3: Typologie des transpondeurs RFID 28
Figure 2.4: Étiquette RFID passive UHF (adaptée de EPC Global, 2007) 30
Figure 2.5: Hiérarchie des technologies AIDC dans la stratégie de traçabilité du département américain de la Défense (Adaptée de US DoD, 2007)..... 35
Figure 2.6: Lecteurs RFID (Source : Adapté de Zeisel et Sabella, 2006). 38
Figure 2.7: Rôle de l'intergiciel dans un système RFID (adapté de Leaver *et al.,* 2004; Sikander, 2004). 46
Figure 2.8: Réseau EPC (Adapté de EPC Global, 2007)..... 54
Figure 3.1: Cadre conceptuel général 57
Figure 3.2: Portrait des acteurs pour la mise en place d'un système RFID (Synthétisée à partir de RFID Journal, 2007) 66
Figure 3.3 : Cadre conceptuel général et synthèse du contexte d'innovation. 72
Figure 3.4 : Cadre conceptuel général et synthèse du contexte de projet d'innovation ... 89
Figure 3.5 : Cadre conceptuel général et synthèse des phases en amont des projets RFID 103
Figure 3.6 : État de l'adoption des technologies RFID dans divers secteurs industriels et impact potentiel de l'adoption..... 106
Figure 3.7 : Maturité relative des secteurs par nombre de projets (source : tiré de Idtechex, 2008)..... 109
Figure 3.8: Opportunités d'adoption et impacts potentiels des technologies RFID dans le secteur de la vente au détail (Source, Woods, 2005). 114
Figure 3.9: Opportunités d'adoption et impacts potentiels des technologies RFID dans le secteur des utilités publiques (Source, Woods, 2005)..... 120

Figure 3.10: Cadre conceptuel général et synthèse des technologies RFID dans les secteurs étudiés 124
Figure 3.11: Cadre conceptuel et positionnement des articles de recherche 126
Figure 4.1: RFID technology infrastructure 155
Figure 4.2: Managing early phases of the project 168
Figure 4.3: Temporary integrative platform for the project 170
Figure 5.1: Actual Inter - and Intra Processes 218
Figure 5.2: Process optimization using RFID technology in the retail industry: A cross-dock scenario 220
Figure 6.1: Main KPIs as validated in the five layer supply chain 243
Figure 6.2: Selected vertical KPIs and assessment of RFID impacts 245
Figure 6.3 : Selected horizontal KPIs and assessment of RFID impacts 250
Figure B.1: ePoly Laboratory 347
Figure B.2: The impact of RFID on selected business processes 351
Figure B.3: RFID middleware interface (supplier location) 353
Figure B.4: ERP interface at the DC before the transaction 354
Figure B.5: RFID middleware (customer location) 355
Figure B.6: ERP interface at the DC after the transaction 356
Figure C.1: Processus de réception des produits («As is») 360
Figure C.2: Résultats de la simulation du processus de réception («As is») 364
Figure C.3: Processus de réception des produits («To Be») 365
Figure C.4: Résultats de la simulation du processus de réception («To Be») 368

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A: POSITIONING PROJECT MANAGEMENT FOR RFID IMPLEMENTATION IN A MULTI-FIRM, MULTIPROJECT CONTEXT.....321

ANNEXE B: PROOF OF CONCEPT OF AN RFID-ENABLED SUPPLY CHAIN IN A B2B E-COMMERCE ENVIRONMENT 342

ANNEXE C : SIMULATION DES PROCESSUS D'AFFAIRES EN LABORATOIRE 359

INTRODUCTION

Dès 1948, Harry Stockman propose dans ses travaux une vision où la communication par les ondes est possible. La publication de son article, *"Communication by means of reflected power"* (Stockman, 1948) posera les premiers fondements théoriques des technologies d'Identification par Fréquences Radio (RFID). Il faudra cependant plusieurs décennies et de multiples innovations technologiques avant que cette vision ne se concrétise (Landt, 2005).

De manière simplifiée, il s'agit d'abord d'une technologie qui utilise les ondes radio pour transmettre et recevoir de l'information (Finkenzeller, 2003). Cette technologie permet l'identification automatique d'objets sur lesquels sont montés des transpondeurs. Ces derniers sont constitués d'un mini émetteur radio équipé d'une puce mémoire. Lorsqu'un lecteur interroge un transpondeur qui passe dans son périmètre de portée, il renvoie automatiquement l'information inscrite sur sa puce mémoire. Les technologies RFID présentent ainsi plusieurs avantages significatifs par rapport aux autres technologies de capture automatique des données. Par exemple, par rapport aux technologies de codes à barres, abondamment utilisés aujourd'hui, notons entre autres les avantages suivants : (i) l'élimination de contact visuel comme exigence pour la lecture, (ii) la possibilité de lire automatiquement de multiples transpondeurs simultanément, (iii) la possibilité de lire et écrire automatiquement sur un même transpondeur (iv) une capacité de mémoire plus importante, et (v) une sérialisation permettant une identification unique au niveau des produits ou objets.

Lorsque ces technologies sont intégrées aux systèmes de gestion d'information des entreprises, elles permettent d'automatiser non seulement des transactions électroniques à l'interne, mais aussi entre les organisations. Dans cette perspective, les technologies RFID sont positionnées comme des systèmes d'informations inter-organisationnels (*Inter-Organizational Systems - IOS*) (Sharma *et al.,* 2007; Riggins et Slaughter, 2006; Yang et Jarvenpaa, 2005, Kumar, 2007; Neeley, 2006; Leimeister *et al.,* 2007).

Si les technologies RFID sont implantées depuis plusieurs années pour servir des applications intra- organisationnelles, ce n'est que récemment que leurs applications dans un contexte de gestion de la chaîne d'approvisionnement ont été proposées. En fait, depuis 2003, un engouement important des technologies RFID s'est amorcé, principalement en Amérique du Nord où des grands donneurs d'ordres, dont Wal-Mart et le département américain de la Défense, ont mandaté leurs cent plus grands fournisseurs d'adopter les technologies RFID.

La plupart des premiers projets d'adoption ont été initiés dans le secteur de la vente au détail et de la logistique avec un type d'adoption appelé *"slap and ship"*. Dans ce cas là, les transpondeurs RFID sont simplement apposés aux palettes ou aux contenaires destinés à un donneur d'ordres mandataire, et lus automatiquement à la sortie de l'entrepôt, lors de leurs expédition; l'information capturée est envoyée au destinataire de la commande sous forme de fichier électronique appelé *Advance Shipping Notice* (ASN) afin que ce dernier procède automatiquement à la réception des produits, en comparant l'*Advance Shipping Notice* avec les produits physiques reçus. Ce type d'adoption représente donc un coût supplémentaire chez les fournisseurs qui doivent désormais s'équiper d'une imprimante d'étiquettes RFID et d'une station de lecture, tout en assumant les coûts variables reliés aux multiples étiquettes nécessaires. Cela procure des bénéfices aux membres en aval de la chaîne d'approvisionnement, qui intègrent l'information automatiquement capturée dans leurs processus d'affaires. Cependant, si les donneurs d'ordres semblent être les grands bénéficiaires des technologies, ils sont tributaires de l'action de leurs fournisseurs.

Cette situation n'est pas sans rappeler l'adoption de diverses plateformes électroniques dont l'échange de données informatisées *(EDI - Electronic Document Interchange),* et, plus récemment, les places d'affaires électroniques qui ont aussi fait l'objet de multiples recherches dans la littérature sur l'adoption des systèmes inter-organisationnels (Chwelos *et al.,* 2001; Chang *et al.,* 2003; Sawhney et Kaplan, 2000; Markus et Christiaanse, 2003) où l'influence relative du pouvoir de négociation de grands donneurs

d'ordres est prépondérante dans le processus d'adoption (Boyle et Dwyer, 1995; Chwelos *et al.,* 2001; Kurokawa et Manabe, 2002; Iskandar *et al.*,2001; Quayle, 2003). Cela dit, depuis les mandats de 2003, les technologies RFID ont évolué et leurs impacts sont peu à peu démystifiés grâce à de multiples projets pilotes principalement conduits en Asie, en Europe de l'ouest et en Amérique du Nord. Cette situation a alors incité un nombre croissant d'organisations à se questionner sur leurs stratégies technologiques et l'intérêt d'envisager une démarche d'adoption proactive. En cherchant à capitaliser sur le potentiel des technologies RFID, ces organisations ont exploré les zones d'opportunités: d'une part, elles tentent d'identifier et de mesurer les impacts des technologies RFID sur leurs propres performances et celle de la chaîne d'approvisionnement dans laquelle elles œuvrent; d'autre part, elles cherchent à mieux comprendre les démarches qui faciliteraient l'adoption de ces technologies complexes.
C'est dans ce contexte que l'objectif général de la recherche s'inscrit. Le choix d'une thèse par cumul d'articles permet de combler plus rapidement les besoins pressants de la communauté industrielle et de se positionner stratégiquement dans un domaine de recherche émergent. De plus, dans une perspective temporelle, ce choix de diffusion progressif des résultats permettrait de contribuer à faire évoluer le débat et raffiner les avenues à explorer. En effet, la recherche sur les technologies RFID a pris une envergure internationale, et les premiers efforts de recherche dirigés vers une compréhension accrue des technologies ont ouvert la voie à des questions plus larges, cette fois ci orientées autour de leurs applications et de leurs impacts.

Cette thèse comprend six chapitres.
Le chapitre 1 présente la problématique générale et spécifique à laquelle nous nous intéressons. Plusieurs questions sont formulées et constituent le point de départ des chapitres suivants.

Le chapitre 2 propose une synthèse détaillée des caractéristiques des technologies RFID. Ce premier chapitre dédié à ces technologies émergentes et complexes illustre l'importance fondamentale de bien comprendre leurs potentiels et leurs limites, afin

d'être en mesure d'élaborer une réflexion plus éclairée sur leurs impacts au niveau de la performance des entreprises et de leurs chaînes d'approvisionnement.

Dans le chapitre 3, un cadre conceptuel est proposé afin d'encadrer et de circonscrire notre démarche de recherche. Les technologies RFID sont positionnées dans un contexte de projets d'innovation technologique qui permettent la mise en place de pratiques d'affaires innovantes au sein des organisations et de leurs chaînes d'approvisionnement. Nous proposons une revue critique de la littérature qui renforce la pertinence des avenues de recherche explorées dans les différents articles qui constituent les trois chapitres suivants.

Si les modèles d'affaires électroniques novateurs semblent très prometteurs, leur implantation présente des difficultés typiques d'adoption de technologies émergentes, où l'incompréhension (tant sur le plan technologique que commercial) oblige les gestionnaires à se tourner vers de moyens alternatifs à une implantation traditionnelle. Dans les phases en amont des projets d'innovation, le prototypage, éventuellement suivi de projets pilotes sont entrepris, parfois conjointement avec des centres de recherche et des laboratoires universitaires, afin d'évaluer la faisabilité technique et la viabilité économique des solutions proposées. Le chapitre 4 constitue le premier article de la thèse et examine ce type d'arrangements qui permet de structurer les phases en amont des projets d'innovation, et offrir aux parties prenantes, incluant les adopteurs potentiels, la possibilité de mieux comprendre les enjeux relatifs à l'adoption de telles technologies. L'approche du « Living Lab. » est empruntée pour conduire une recherche-action conjointe entre le groupe de recherche et les entreprises qui gravitent autour du projet.

Le chapitre 5 constitue le deuxième article de la thèse. On y propose une étude exploratoire pour évaluer l'impact des technologies RFID sur processus d'affaires intra- et inter-entreprises. Pour ce faire, une étude est conduite dans une chaîne d'approvisionnement dans le secteur de la vente au détail. L'approche de la réingénierie des processus est empruntée afin d'identifier de manière précise la portée des

changements potentiels au sein de la gestion des entrepôts, comme lieu de transit entre les fournisseurs et les clients. Ce chapitre permet aussi de positionner les technologies RFID au confluent de deux littératures complémentaires, soit en gestion de la chaîne d'approvisionnement et en commerce électronique inter-entreprises.

Finalement, le chapitre 6 représente le troisième article de la thèse et explore un peu plus loin la problématique en adoptant une vision plus holistique, moins limitative dans le nombre de dimensions qu'elle propose pour mesurer les impacts des technologies RFID sur l'amélioration de la performance des chaînes d'approvisionnement. Parmi les modèles de références, le modèle SCOR (Supply Chain Operation Reference Model) proposé par le Supply Chain Council est retenu afin de mesurer l'impact des technologies RFID sur la performance des entreprises dans une chaîne d'approvisionnement multi-niveaux dans le secteur des utilités publiques. Divers scénarios sont simulés en laboratoire afin de démonter la faisabilité technique et commerciale du projet.

Pour conclure, une synthèse de la recherche effectuée dans le cadre de cette thèse est proposée au chapitre 7. Seront aussi discutées les contributions de la thèse, ses limites et les avenues de recherche futures.

CHAPITRE 1: PROBLÉMATIQUE ET OBJECTIFS DE RECHERCHE

Dans ce chapitre, nous présentons la problématique générale et spécifique ainsi que les objectifs et questions de recherche.

1.1 Problématique générale

De manière générale, les technologies RFID semblent s'inscrire dans un continuum d'adoption de systèmes IOS et se proposent comme une des réponses aux exigences du marché de plus en plus concurrentiel.

Si certains des principes établis par Fréderic Taylor et repris par Henry Ford ou Éric Singer ont bien fonctionné pour répondre à la demande au début du siècle dernier, ils ne correspondent dorénavant plus aux exigences actuelles où la volatilité de la demande, la réduction du cycle de vie des produits, la gamme élargie des variantes d'un produit, et la personnalisation font partie du renouvellement constant de l'offre (Lowson, 2003), et le facteur temps devient un élément de plus en plus critique de compétition (Stalk et Hout, 1990). En réaction à ces exigences, l'intégration des activités intra- et inter-entreprises est une des réponses à la réduction du temps nécessaire au niveau du développement de produit, des approvisionnements, de la production, de la logistique, etc., redéfinissant par la même occasion les structures d'entreprises et ouvrant la voie à des nouvelles stratégies (Smeds, 1994). Ainsi, depuis le début des années 70, différents mouvements se sont organisés autour de plusieurs axes visant l'intégration (i) de l'architecture produit, (ii) des processus opérationnels (procédés de fabrication) et des processus d'affaires et (iii) et de la gestion de la chaîne d'approvisionnement (Fixson, 2005). L'utilisation croissante des technologies, d'abord comme soutien opérationnel, puis comme support informationnel a laissé entrevoir un processus de co-évolution entre l'adoption de différentes méthodes d'amélioration de la performance des entreprises et l'adoption de la technologie (Smeds, 1994).

Historiquement, la restructuration des marchés a obligé les entreprises à une remise en cause ou tout au moins à une réflexion sur la pertinence de leurs stratégies, de leurs structures organisationnelles et de leurs pratiques d'affaire (Chandler, 1990; Freeman et Soete, 2000). Par exemple, Chandler (1990) établira que la stratégie de croissance, qui impacte la structure organisationnelle, résulte de l'exploitation de nouvelles opportunités dérivées d'innovations technologiques et qui permettent par exemple une meilleure exploitation des ressources par la minimisation des coûts de transaction et la pénétration de nouveaux marchés composés d'une population changeante aux revenus accrus. Freeman et Soete (2000) quant à eux, reprennent le discours d'Abernathy et Utterback (1975) qui situent l'innovation au niveau du produit et du procédé, pour comprendre les changements technologiques et leurs impacts sur les plans économique, politique, social et organisationnel qui en découlent. Ces auteurs soutiennent que les innovations industrielles ont une incidence sur tous les secteurs industriels et sur tous les services, mais aussi sur toutes les fonctions des entreprises. Dans le même ordre d'idées, Hall et Preston (1988) suggèrent que les ordinateurs et l'informatisation peuvent être considérés comme la dernière révolution et sont positionnés dans la dernière des vagues de Kondratieff (après le télégraphe, l'électricité; la radio et l'électronique). Rappelons que ce dernier préconisait alors la probabilité d'une régularité relative, à long terme, du comportement de l'économie, sous forme de cycles économiques.

Depuis les années 90 nous assistons à l'utilisation répandue de systèmes intégrés de gestion de l'information pour supporter diverses activités des entreprises dont les ERP (*Enterprise Resource Planning Systems)* comme outils intégrés de gestion inter-fonctionnelle, les WMS (*Warehouse Management Systems*) comme systèmes au niveau de gestion des entrepôts, les MES (*Manufacturing Execution Systems*) au niveau de la gestion de la production, les LES (*Logistic Execution Systems*) au niveau de la logistique, et plus récemment les outils avancés de planification comme les APS (*Advance Planning Systems*) qui permettent l'optimisation de l'ordonnancement de la production dans un contexte multi-sites. L'adoption de ces systèmes s'insère dans un

continuum technologique souvent réactif aux exigences industrielles et qui appuit le concept de l'organisation flexible (Toni et Tonchia, 1998), capable de s'adapter et de répondre aux fluctuations de l'environnent, ou, de manière plus large, autour de l'organisation agile (Sherehiya *et al.*, 2007). L'organisation agile est par définition capable de flexibilité et de rapidité, sans toutefois compromettre la qualité et la personnalisation de produits (Gunasekaran, 1999) et peut même prendre avantage de ces changements. Les systèmes intégrés s'imposent comme un moyen incontournable de soutien à l'opérationnalisation de diverses stratégies, dont la personnalisation de masse (Da Silveira *et al.* 2001). Dès les années 70, diverses technologies de capture automatique des données font leur apparition. La plus répandue est la technologie des codes à barres qui se présentent désormais sous trois formes : linéaires, bidimensionnels et tridimensionnels. Cette technologie qui permet d'automatiser certaines activités intra- et inter-entreprises au niveau de la gestion des produits a évolué, s'est standardisée, et aujourd'hui, on retrouve près de 270 méthodes d'encodage (c.-à-d. symbologie des codes à barres) dont 50 sont largement adoptées (Lahiri, 2005). Cependant, la technologie présente encore plusieurs limites, particulièrement au niveau de l'automatisation de la capture des données, de la capacité de mémoire et de l'accès à l'information encodée.

Le concept de courbes technologiques en « S » proposé par Roussel (1984) et Foster (1986)[1] rappel que, comme toutes les technologies, les codes à barres connaissent des limites de performance qui les amèneront indéniablement à être remplacées par des

---

[1] Dans le concept des courbes technologiques en S (appelées *technological S-curve)* Roussel (1984) et Foster (1986) suggèrent que dans les premières phases d'innovation, le taux d'amélioration de la performance des technologies est relativement lent. Au fur et à mesure que la technologie devient mature, mieux comprise, plus contrôlée, et plus largement diffusée, le taux d'amélioration technologique croît substantiellement jusqu'à atteindre une limite. À ce moment là, elle est remplacée par une autre technologie, plus performante. Ces modèles seront élaborés par divers auteurs mais Christensen (1992a; 1992b) suggère que bien que le modèle des courbes en S soit intéressant, il est quelque peu simpliste: "*This process of technological substitution is somewhat more complex than the process summarized by the standard S-curve theory, which ignores the critical processes of market innovation, and focuses only on the technological dimensions of new architectures*" (Christensen, 1992b, p366).

technologies plus performantes. Ce remplacement perpétuel des technologies peut être progressif, avec le maintien artificiel par l'intégration continue d'innovations « incrémentales ou architecturales » ou plus drastique par l'introduction d'une technologie « radicale ou *révolutionnaire* » (Abernathy et Clark, 1985 ; Henderson et Clark, 1990). Ce phénomène de discontinuité technologique motivé par un besoin de performance accrue explique l'évolution des codes à barres (linéaires, empilés, matriciels, et maintenant hybrides). Le GS1 DataBar (anciennement *RSS ou Reduced Space Symbology*) est le dernier en lice, plus compact, il permet d'identifier des petits objets difficiles à marquer, et contient plus d'informations que les codes à barres GTIN (EAN/UPC)[2] actuels. Bien qu'il ouvre de nouvelles opportunités de gestion en proposant par exemple la possibilité d'inclure un numéro de série, un numéro de lots et une date d'expiration, il ne remplacera pas nécessairement les technologies de codes à barres établies, mais pourra évoluer en parallèle en ciblant des niches de produits plus spécifiques (GS1, 2007a).

Dans une perspective de remplacement des codes à barres, les technologies RFID se présentent aussi comme un challenger probable. À court et moyen termes, les deux technologies pourraient passer par une phase de cohabitation où les codes à barres, largement prédominants, semblent encore indélogeables. Bien que actuellement le « standard dominant » (Abernathy et Utterback, 1978; Tushman et al., 1997) soit le code à barres, la multiplication des produits et des variantes de produits, le besoin croissant de traçabilité avec un niveau de granularité de plus en plus précis, l'importance de partager en temps réel de l'information standardisée entre les entreprises ont propulsé les

---

[2] En novembre 2002, les organismes responsables de la définition des standards UCC (*Uniform Code Council)* et EAN international (*Electronic Article Numbering*) ont fusionné. En mars 2005, un organisme central est créé sous la bannière de GS1 *(Global Standard « 1 » Universel*). GS1 est maintenant le seul organisme en charge de la définition des standards. De la même manière, tous les standards ont été regroupés sous la banière GTIN (*Global Trade Item Number*). Au Canada, l'organisation EPC Global, responsable de la standardisation au niveau des technologies RFID est actuellement affiliée à GS1 Canada.

technologies RFID comme « le standard émergent » qui permettrait de retracer tout objet en temps réel à tous les niveaux de la chaîne d'approvisionnement (Evans, 2003).

1.2 Problématique spécifique

Si l'identification par fréquences radio est un concept simple, ses implications sont multiples (Auto-ID labs, 2007) et les concepts innovants qui en découlent fort diversifiés.

Le fait d'apposer une étiquette électronique RFID sur chaque objet et lui permettre de communiquer automatiquement par voie électronique via Internet avec son environnement a fait émerger le concept de « l'Internet des objets » [3] (ITU, 2005; Sarma *et al.*, 2001). Ceci correspond à la vision introduite par Mark Weiser au début des années 90, appelée *« informatique distribuée »* ou « informatique ubiquitaire » qui envisageait déjà de connecter le monde via des réseaux omniprésents et invisibles, permettant l'accès de tout, partout (Weiser, 1991, 1993)[4]. Au cours des dernières années, la miniaturisation des transpondeurs, l'augmentation de leur capacité de mémoire, l'amélioration de leur performance en terme de distance et de vitesse de lecture et d'écriture ainsi que leur réduction de prix auront permis de rendre les technologies RFID plus accessibles et auront contribué à poursuivre la voie de l'intégration de l'ordinateur dans la vie courante à tous les objets[5] (Ranasinghe *et al.*, 2005).

De plus, le fait de mettre sur chaque objet un transpondeur RFID et lui permettre de communiquer automatiquement l'information qui lui est associée a aussi fait émerger le concept de « produits intelligents » (Bornhövd *et al.*, 2005; Karkkainen *et al.*, 2003) qui

---

[3] Actuellement, deux modèles d'affaires électroniques coexistent : (i) le premier où l'information associée au produit est disponible sur la puce mémoire du transpondeur, et (ii) le deuxième, où un numéro de référence unique inscrit sur le transpondeur pointe sur un champ dans une base de données, elle-même accessible via différentes plateformes électroniques dont Internet (EPCglobal, 2004). Le deuxième modèle d'affaire électronique proposé par EPC global sera élaboré au chapitre 2.

[4] A l'instar de la réalité virtuelle, il ne s'agit pas là de digitaliser les objets, mais de les connecter entre eux.

peuvent désormais automatiquement signaler leur présence, s'identifier, garantir leur authenticité ou communiquer de l'information relative à leurs conditions d'entreposage.

Finalement, la capture automatique de cette information et son traitement électronique a fait émerger le concept de « processus intelligents » (Fosso Wamba *et al.*, 2008a) comme par exemple le déclenchement automatique, par une étagère, d'un réapprovisionnement de produits. Dans un contexte inter-entreprises où divers membres d'un réseau d'affaire sont interpellés par la livraison d'une commande, le concept de chaîne d'approvisionnement « intelligente ou auto-gérée » a émergé (Pramataris *et al.*, 2005; Zaharudin *et al.*, 2002).

C'est dans cette perspective que Heinrich (2005) expose une vison futuriste de la gestion dans les entreprises résultant de l'adoption des technologies RFID. Il présente le concept de *"Real World Awareness"*[6] où les technologies RFID, couplées aux senseurs et aux réseaux de communication, et intégrés aux systèmes de gestion des entreprises, changeraient les modes de gestion. Selon cet auteur, la possibilité d'acquérir automatiquement des données fiables, en temps réel, permet une prise de décisions qui mène ultimement à un mode de gestion par anticipation et par exception. Comme analogie, Heinrich (2005) compare les entreprises de demain avec l'aviation moderne. Ces entreprises pourraient être «pilotées» automatiquement : dans quel cas, le rôle du gestionnaire serait nécessairement redéfini, et le gestionnaire serait assigné au pilotage de l'entreprise, non plus comme un planificateur, un organisateur ou un contrôleur, mais comme un stratège et un décideur interpellé au besoin[7].

---

[5] Voir *"RFID: Tagging the World"*, Communication of the ACM, 2005, 48(9).

[6] Heinrich (2005) défini le concept de *"Real World Awareness"* comme suit: *"the ability to sense information in real time from people, IT sources, and physical objects – by using technologies like RFID and sensors – and then respond quickly and effectively"*.

[7] Ce scénario encore futuriste met en relief les préoccupations encore valables de Simon (1957), qui notait que, faute d'information ou à cause de l'effort nécessaire pour obtenir l'information pertinente les gestionnaires ne peuvent prendre des décisions parfaites; d'où la notion de rationalité limitée et de décision satisfaisantes.

Dans un contexte de gestion de la chaîne d'approvisionnement, la capture automatique des données associées à tous les produits, et leur transfert aux divers systèmes de gestion des entreprises, permet une synchronisation des flux informationnels et des flux physiques des produits, éliminant par la même occasion le gap informationnel entre le monde physique et le monde numérique[8] (Strassner et Schoch, 2004); une idée déjà soulevée plus de dix ans plus tôt par Rayport et Sviokla (1995)[9]. La mise en place de modèles d'affaires électroniques novateurs qui résultent de l'adoption des technologies RFID, et de son intégration avec les systèmes d'information intra- et inter-entreprises multiples laisse entrevoir la possibilité d'un nouveau type de commerce électronique connu sous plusieurs appellations dont le *Silent commerce* (Ferguson, 2002; Accenture, 2004), le *Sentient commerce* (Hewlet-Packard, 2004) ou le *Pervasive commerce* (Sterner, 2001). Quelques soient les appellations, les concepts sous-jacents sont similaires et se fondent sur le concept de l'Internet de produits (ITU, 2005; Sarma *et al.*, 2001) impliquant l'ajout d'intelligence aux produits, aux processus et aux chaînes d'approvisionnement (Bornhövd *et al.*, 2005; Karkkainen *et al.*, 2003; Fosso Wamba *et al.*, 2008b; Pramataris *et al.*, 2005; Zaharudin *et al.*, 2002).

Au cours des trois dernières années, l'engouement pour les technologies RFID auprès de la communauté scientifique (Ngai *et al.*, 2008; Chao *et al.*, 2007; Sheffi, 2005) a été marqué par l'apparition d'éditions spéciales sur le sujet dans plusieurs journaux scientifiques. Notons entre autres *International Journal of Production Economics*[10], *Production and Operations Management*[11], *International Journal of Manufacturing*

---

[8] *"Reducing the media breaks between the physical world and the digital world"* (Strassner et Schoch, 2004, p. 7).

[9] *"Merging the physical market-place and the virtual market-space"* (Rayport et Sviokla, 1995, p. 1).

[10] *"Special issue on RFID: Technology, applications, and impact in business operations"*, Sous presse en juin 2007.

[11] *"Special issue on RFID applications in private and public sector operations"*, Septembre-Octobre 16(5)2007.

Technology and Management[12], *IEEE Systems Journal*[13], *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*[14], *Automation in Construction*[15], *Journal on Design and Use of Smart Environments*[16], *Communications of the ACM*[17], *International Journal of Computer* et *Applications in Technology (IJCAT)*[18]. Ainsi, il ne fait plus doute que les technologies RFID et les préoccupations qui s'y attachent, autant au niveau des applications, que des impacts potentiels sur les pratiques d'affaires, de la performance des organisations, ou encore de la sécurité et l'atteinte à la vie privée sont désormais des sujets importants sur le plan de la recherche (Ngai et al., 2008).

En effet, parmi les technologies émergentes, les technologies RFID se positionnent comme un levier important pour le développement économique et sociétal, de plus en plus basé sur l'information (Bovenschulte, 2007). Dans les faits, les technologies RFID sont de plus en plus utilisées dans de multiples secteurs d'activités pour soutenir diverses applications. Récemment, l'intégration de ces technologies dans les activités de gestion de la chaîne d'approvisionnement a connu une popularité grandissante (Ngai et Riggins, 2008).

En fait, si les technologies RFID ne sont pas récentes (Landt, 2001), les avancées technologiques des dernières années, certainement motivées par une perspective d'adoption de masse, ont particulièrement contribué au développement des technologies elles-mêmes, et des applications innovantes qui s'y rattachent. Malgré divers freins reliés à leur adoption, entre autre de nature technologique (ex : Wu *et al.*, 2006; Li *et al.*, 2006) sécuritaire (ex : Rieback *et al.*, 2006a; 2006b; Halamka *et al.*, 2006; GAO, 2005,

---

[12] *"Special issue on: automated data collection systems (bar code/RFID): methodology, design architecture and applications in achieving higher degree of system homogeneity - synergy"*, mars 2006.

[13] *"Special issue on RFID technology: opportunities and challenges"*, Avril 2007, pour une publication en 2008.

[14] *"Special issue on RFID systems"*, 3(4), Octobre 2006 pour une publication en janvier 2008.

[15] Automation in Construction, 15, 2006.

[16] *"Special issue on middleware for pervasive computing"*, Octobre 2006.

[17] *"Special issue on RFID: tagging the world"*, 48(9), Septembre 2005.

Heydt-Benjamin *et al.*, 2007), et sociale (ex : Fisher et Monahan, 2007; Garfinkel et Rosenberg, 2006, Angeles, 2007; Trocchia et Ainscough 2006), un mouvement d'adoption mondiale s'est enclenché. A cet effet, une étude (Research and Markets, 2005) indique que le marché des RFID devrait croître de 1.95 milliard US$ en 2005 à 26.9 milliards en 2015. Dans une échelle de temps plus conservatrice, une étude eMarketer (2005) indique que le marché des RFID devrait croître de 363 millions en 2004 à 3 milliards US$ en 2010. Ceci se ferait progressivement, au fur et à mesure que les applications RFID deviendront plus matures et que d'autres secteurs industriels emboîteront le pas aussi agressivement que cela a été fait dans le secteur de la vente au détail. Une récente étude d'Idtechex (2008) confirmait cette tendance en spécifiant toutefois que le marché des technologies « actives » croît le plus rapidement et passerait de 12% du marché en 2008 à 28% en 2018. Quant au marché global des technologies RFID (incluant l'infrastructure hardware et les services afférents), il passerait de 5 milliards US$ en 2008 à près de 30 milliards US$ en 2018.

Rappelons que dès 2003 un mouvement d'adoption massif est initié par Wal-Mart et le département américain de la Défense (US DoD) qui exigent alors de leurs cent plus grands fournisseurs qu'ils adoptent les technologies RFID d'ici 2005 (Dillman, 2003; US DoD, 2005). Depuis, même si l'adoption se poursuit (RFIDupdate 2006a, 2006b), les exigences ont été revues, les mandats reformulés, les dates butoires reconsidérées et plus encore les attentes réajustées en fonction d'objectifs plus « raisonnables »; c'est-à-dire tenant compte du caractère nouveau des technologies et des difficultés d'adoption qui en résultent. Cela dit, aujourd'hui, plus aucune industrie n'échappe à cette innovation, particulièrement l'industrie de l'automobile, l'aérospatiale, le secteur de la santé, la logistique et le transport (Woods, 2005), où les cadres supérieurs se questionnent sur les opportunités d'utiliser ces technologies, mais aussi sur les défis relatifs au développement des solutions personnalisées, et de leur implantation, en tenant compte

---

[18] *"Special Issue on: Automated Identification Technology"*, pour une publication en Novembre 2007.

de leur intégration avec les systèmes en place. Il n'en demeure pas moins que l'impact réel sur les pratiques d'affaires est encore peu maîtrisé (Ngai *et al.*, 2008), et les bénéfices controversés (ex : GMA et IBM, 2006; Cecere et Suleski, 2007), surtout dans un contexte d'implantation en réseau, qui représente un phénomène relativement nouveau (Ringbeck et Stroh, 2004), et encore au stade d'exploration en ce qui a trait à la recherche (Ngai et Riggins, 2008). C'est dans cette optique que la communauté de scientifique a récemment lancé un appel à explorer diverses avenues de recherche (Curtin *et al.*, 2007; Ngai *et al.*, 2008), autant de nature théorique avec la proposition de modèles, concepts, cadres d'analyses, etc., que de nature pratique, comme par exemple l'identification des meilleures pratiques d'implantation ou à la quantification de l'impact de ces technologies. Ngai *et al.*, (2008, p. 13) rappellent que « l'un des plus grand défis de la recherche sur les technologies RFID est de combler l'écart entre les chercheurs et les praticiens ».

La nouveauté des technologies et le flou qui entoure leur adoption expliquent ainsi en partie que de plus en plus d'entreprises se tournent vers des méthodes d'adoption plus prudentes qui passent par le développement et l'acquisition de compétences en collaborant avec des centres de recherche et des laboratoires spécialisés. En fait, dans le cadre des projets de d'adoption impliquant les technologies RFID, l'intégration des centres de recherche et de laboratoires universitaire[19] est un phénomène établi, d'envergure mondiale, et en croissance constante depuis les quatre dernières années. Ces alliances sont de diverses natures et répondent à des préoccupations qui émergent à différents moments du processus d'adoption. Par exemple, certains centres collaboreront

---

[19] Chaque année depuis 2005, une « convocation académique sur RFID » qui regroupe les plus importants laboratoires RFID au monde est organisée par les laboratoires Auto-ID du MIT. La plupart des chercheurs impliqués dans ces activités sont invités à partager les résultats de leurs recherches, mais surtout à exprimer leurs préoccupations par rapport aux opportunités de recherches des technologies et aux défis rencontrés dans le monde « réel ». Cette activité permet de conscientiser la communauté professionnelle (dont les adopteurs actuels et potentiels) aux travaux de recherches entrepris dans ces institutions (académiques ou privées) et au rôle primordial qu'elles jouent dans la démarche d'innovation. A titre de plateforme pour continuer le dialogue avec les parties prenantes de la sphère RFID en Europe, et mieux

très tôt dans le processus dans la recherche d'opportunités et la clarification des exigences techniques et d'affaires, alors que d'autres ne s'intéresseront qu'aux aspects techniques relatifs à l'amélioration de la performance de lecture des transpondeurs.

De manière générale, les technologies RFID, représentent des facilitateurs à la mise en place de multiples applications, où l'identification (autoriser) et le contrôle (notifier, suivre, mesurer) sont requis (Taimur et Chatterjee, 2006). Les applications des technologies RFID sont généralement catégorisées sous quatre domaines[20] :

Gestion de la relation client: applications au niveau du service à la clientèle, tels que le service d'assistance et de conseils automatisés, le marketing relationnel en temps réel, etc.

Gestion de la sécurité et des accès : applications au niveau du suivi et du contrôle des individus, des produits et des actifs. Notons par exemple l'autorisation et le contrôle des accès, le suivi des employés, la surveillance des actifs contre le vol, etc.

Gestion des actifs : applications au niveau de la gestion des actifs comme la maintenance des actifs; la traçabilité des actifs mobiles et des employés, etc.

Gestion de la chaîne d'approvisionnement : applications au niveau des diverses activités intra- et inter- entreprises dont la gestion du plancher de production, la gestion des entrepôts, la logistique interne-externe, la gestion des retours de produits, etc.

Le dernier domaine d'applications qui s'articule autour de préoccupations relatives à la gestion de la chaîne d'approvisionnement nous intéresse plus particulièrement. Deux chaînes d'approvisionnement dans deux secteurs industriels distincts, soit celui de la vente au détail et celui des utilités publiques serviront de point d'ancrage à nos recherches.

---

circonscrire les besoins de recherche spécifique à cette région du monde, la 4ème convocation a justement eu lieu récemment en collaboration avec le forum EU-RFID (EU-RFID, 2007).

[20] Domaines d'applications RFID déterminés à partir de discussions conduites avec Victor Garcia (CTO de HP Labs Canada), Centre ePoly, Septembre 2005 et Jack Brooks, (Vice président EPC Global Canada), GS1 Canada, Toronto, Octobre, 2007.

1.3 Objectifs et questions de recherche

Étant donné (i) la nouveauté relative des technologies RFID en tant que systèmes IOS, (ii) l'émergence d'applications dans un contexte de chaîne d'approvisionnement (iii) le foisonnement de questionnements face au nouveau de l'impact réel des technologies RFID sur la performance au sein des organisations et des chaînes d'approvisionnement (Ngai *et al.*, 2008; Curtin *et al.* 2007), et (iv) l'incertitude face aux pratiques d'implantations dans un contexte de réseau, plusieurs avenues de recherche peuvent être envisagées.

Dans le cadre de cette thèse, deux objectifs complémentaires de recherche sont visés :

1. Objectif 1 : proposer et analyser une démarche qui facilite l'adoption des technologies complexes telles les technologies RFID,
2. Objectif 2 : identifier et mesurer l'impact potentiel de l'adoption des technologies RFID sur la performance des entreprises et des chaînes d'approvisionnement.

Pour répondre aux objectifs de recherche, plusieurs questions de recherche doivent être posées :

1. Qu'est ce que les technologies RFID? En quoi les technologies RFID sont-elles innovantes par rapport aux autres technologies de capture automatique des données? Comment s'intègrent-elles avec les systèmes de gestion de l'information existants? Quels sont les modèles d'affaires électroniques possibles grâce aux technologies RFID? Les éléments de réponse se retrouvent plus spécifiquement dans le chapitre 2 et rencontrent le premier objectif de la recherche.
2. S'agit-il d'un autre « techno hype »? Dans quelle mesure les technologies RFID constituent un levier stratégique à l'innovation au niveau des produits, des procédés et des chaînes d'approvisionnement. Ces questions sont soulevées à partir de la revue de la littérature (voir chapitres 3).

3. Face à une problématique d'adoption d'une technologie nouvelle comme RFID, dont la portée dépasse celle des organisations, comment les firmes peuvent-elles développer elles-mêmes une compréhension des enjeux, défis et bénéfices en dehors du cadre habituel de prestation de services de consultation sur lequel elles ont rarement le contrôle ? D'un point de vue de gestion de projet, comment peut-on structurer adéquatement les phases amont du projet d'adoption, où le niveau de connaissance est très faible, et où les modèles classiques sont rarement applicables ? Dans ce contexte, quels rôles un laboratoire universitaire peut-il jouer dans cette démarche d'adoption? Les éléments de réponse se retrouvent plus spécifiquement dans le chapitre 4 et rencontrent en partie le premier objectif de la recherche.
4. Quels sont les impacts potentiels des technologies RFID sur les processus d'affaire processus intra- et inter-entreprises? Est ce que les technologies RFID peuvent faciliter l'amélioration de la performance des entreprises et des chaînes d'approvisionnement? Des éléments de réponse à ces questions sont offerts dans le chapitre 5, ce qui correspond en partie au deuxième objectif de recherche.
5. Quels cadres / modèles d'analyses s'avèrent les plus appropriés pour évaluer les impacts potentiels des technologies RFID sur la performance des entreprises et des chaînes d'approvisionnement? Quels indicateurs de performance *(KPIs- key performance indicators)* devraient être considérés dans cette démarche d'évaluation? Au sein des entreprises? Au sein des chaînes d'approvisionnement? Comment ces impacts se traduisent-ils aux niveaux stratégique, tactique et opérationnel? Finalement, quels modèles d'affaires électroniques qui intègrent les technologies RFID doit-on mettre en place pour permettre le consensus et stimuler l'adoption par tous les membres d'une chaîne d'approvisionnement? Ces questions sont élaborées plus spécifiquement dans le chapitre 6 et rencontrent en partie le deuxième objectif de la recherche.

Le tableau 1.1 synthétise les objectifs et les questions de recherche.

Tableau 1.1: Synthèse des objectifs et des questions de recherche

Préalables à la recherche	Questions	Chapitres
Objectif général: comprendre le potentiel et les limites réelles des technologies RFID, comme préalable à la recherche	Qu'est ce que les technologies RFID?	2
	En quoi sont-elles innovantes?	
	Comment s'intègrent-elles avec les systèmes de gestion de l'information existants?	
	Quels sont les modèles d'affaires électroniques possibles grâce aux technologies RFID?	
	S'agit-il d'un autre « techno hype »?	3
	Dans quelle mesure les technologies RFID constituent un levier stratégique à l'innovation au niveau des produits, des procédés et des chaînes d'approvisionnement?	
Objectifs de recherche	**Questions**	**Chapitres**
Objectif 1 : analyser une démarche d'adoption	Comment développer une compréhension des enjeux, défis et bénéfices (des projets d'adoption des technologies RFID) en dehors du cadre habituel de prestation de services de consultation?	4
	Comment structurer les phases amont du projet d'adoption des projets d'adoption des technologies RFID ?	
	Quels rôles un laboratoire universitaire peut il jouer dans cette démarche d'adoption?	
Objectif 2 : analyser les impacts	Quels sont les impacts potentiels des technologies RFID sur les processus d'affaire processus intra- et inter-entreprises?	5
	Est-ce que les technologies RFID peuvent faciliter l'amélioration de la performance des entreprises et des chaînes d'approvisionnement?	
	Quels cadres / modèles d'analyses s'avèrent les plus appropriés pour évaluer les impacts potentiels des technologies RFID sur la performance des entreprises et des chaînes d'approvisionnement?	6
	Quels indicateurs de performance devraient être considérés dans cette démarche d'évaluation?	
	Comment ces impacts se traduisent-ils aux niveaux stratégique, tactique et opérationnel?	
	Quels modèles d'affaires électroniques qui intègrent les technologies RFID doit-on mettre en place pour stimuler l'adoption par tous les membres d'une chaîne d'approvisionnement?	

CHAPITRE 2 : LES TECHNOLOGIES RFID ET LE RÉSEAU EPC

Le chapitre 2 présente une synthèse des caractéristiques des technologies RFID, les positionne en tant que technologies émergentes et complexes, et examine leur intégration avec les systèmes de gestion d'information existants. Bien que descriptive dans l'ensemble, cette synthèse revêt une importance particulière car elle tente de corriger la vision trop générale et souvent trop simpliste de l'aspect technologique véhiculé dans la littérature académique non technique. Cela dit, la compréhension des technologies, de leur potentiel, de leurs limites et similitudes avec les technologies de capture automatique des données établies, et de leur complexité spécifique est une condition sine qua non à l'élaboration raisonnée et éclairée d'une réflexion en accord avec nos objectifs de recherche. Ainsi, ces connaissances de base permettront de soutenir notre démarche de recherche afin de mieux identifier, comprendre et évaluer l'impact réel des technologies RFID au niveau de la performance des entreprises et de leurs chaînes d'approvisionnement. De plus, une connaissance plus approfondie des différentes technologies RFID permet un discernement plus stratégique lors des choix technologiques dans les phases en amont des projets d'adoption des technologies.

Ce chapitre répond donc à la préoccupation essentielle de bien comprendre la technologie afin d'être en mesure de discerner, dans les applications actuelles et émergentes, le mythe de la réalité. L'engouement récent pour les technologies RFID (Fontelera 2007 ;Woods et al., 2005) a en effet laissé croire à des possibilités d'affaires encore utopiques, que certains auteurs ont d'ailleurs pris le soin de modérer (Hartrave et Miller, 2006; Reyes *et al.*, 2007). Similairement, les débats sur l'état actuel de son évolution ont du être clarifiés pour éviter de perpétuer la confusion (Moore, 2007).

Afin de relativiser le potentiel et la nouveauté des technologies RFID, ce chapitre les positionne d'abord dans un portrait plus global des technologies de capture automatique de données. Ensuite, les différentes composantes qui forment un système RFID sont présentées et discutées afin de mieux cerner les différents choix technologiques à

considérer lors de l'évaluation des stratégies technologiques les plus appropriées en fonction des applications poursuivies.

Tout en étant conscients de l'évolution et du renouvellement constant des technologies et de la désuétude des écrits à ce sujet, nous avons écrit en tenant compte du positionnement des technologies dans un portrait plus large et évolutif.

2.1 Les technologies RFID : définition et positionnement dans le portrait des AIDC

Il est important de positionner les technologies RFID dans deux familles technologiques plus larges, soit (i) celle des technologies d'identification et de capture automatique des données appelées technologies AIDC *(Automatic Identification and Data Capture)* (Wyld, 2006) et (ii) celle des technologies de communications sans fil (Fosso Wamba *et al.*, 2008a) (Figure 2.1).

Une analyse de la figure 2.1 permet d'abord de réaliser que les technologies AIDC comprennent entre autres les technologies de codes à barres, la reconnaissance optique, la biométrie, les cartes à puce ou bande magnétique et les technologies RFID. Les technologies RFID peuvent remplacer ou compléter les autres technologies AIDC. La figure1.1 fournit ainsi un premier cadre de réflexion qui oblige à reconsidérer les avantages relatifs d'une technologie AIDC particulière par rapport aux autres.

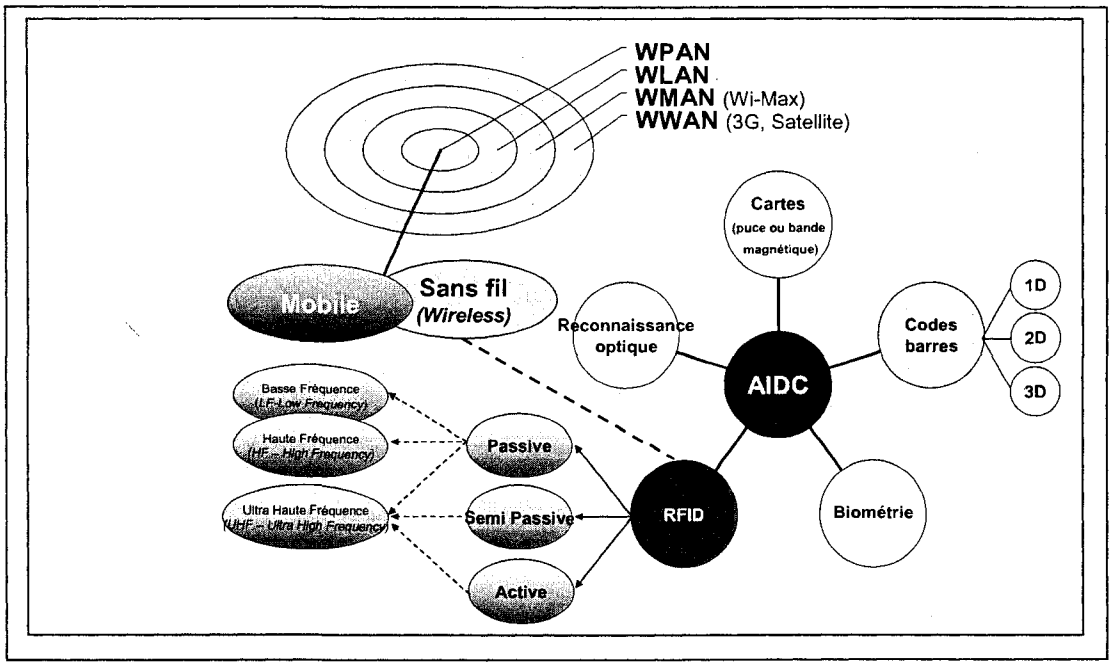


Figure 2.1: Positionnement des technologies RFID dans le portfolio des technologies AIDC et des technologies sans fil (adaptée de Wyld, 2006 et Fosso Wamba *et al.*, 2008a).

Les technologies RFID se subdivisent en trois grands familles : passive, active et semi-passives (figure 2.1). Ces familles correspondent aux types de transpondeurs utilisés dans le cadre d'applications spécifiques. Ces transpondeurs se distinguent entre autres par leurs performances, leurs méthodes et protocoles de communication, leurs conditions d'opération, leurs prix, et les différentes bandes de fréquences sur lesquelles ils fonctionnent. Chacune des bandes de fréquences utilisées possède des avantages et des inconvénients comme la sensibilité aux interférences ou la distance de lecture maximale possible, et est associée par conséquent à des applications spécifiques. Une présentation plus détaillée des transpondeurs et de leurs caractéristiques est présentée dans la section 2.2.1.

De plus, la figure 2.1 met en évidence le positionnement des technologies RFID dans le portfolio des réseaux sans fils de courte portée et généralement associés aux réseaux privés ou *WPAN (Wireless Private Area Network)*. Les technologies RFID ne les remplacent pas pour autant. Au contraire, il s'agit plutôt de technologies complémentaires. En effet, si il est possible de capturer automatiquement des données dans un rayon de courte portée à l'aide de transpondeurs RFID et d'un lecteur, ces données peuvent à leur tour être relayées par l'utilisation de réseau de communications à plus grand rayon de portée (ex : réseau local *WLAN – Wireless Local Area Network*), où encore au delà des limites de l'entreprise, en utilisant des réseaux cellulaire ou satellite. Le couplage de technologies de communication est donc un des leviers du potentiel des technologies RFID.

Finalement, une des caractéristiques des technologies RFID est qu'elles permettent une certaine mobilité lors de la transmission de données. C'est en tout cas l'une des caractéristiques des transpondeurs qui peuvent émettre des informations en tout temps, en mouvement, en autant qu'ils soient dans un périmètre de communication opérationnel.

Avant d'élaborer sur les différentes composantes d'un système RFID, la performance des technologies RFID est relativisée en fonction des autres technologies AIDC dans la section suivante.

2.1.1 La performance des technologies RFID comparées aux autres technologies AIDC

Si les technologies RFID présentent des avantages certains, le recours à leur utilisation n'est pas toujours justifiable en terme de valeur ajoutée par rapport aux autres technologies AIDC. Par exemple, le code à barres bidimensionnel (2D) peut permettre d'encoder jusqu'à 3750 caractères et dépasse largement les 96 bits (24 caractères) de capacité de mémoire des transpondeurs passifs les plus couramment utilisés dans les

applications de gestion de la chaîne d'approvisionnement (Lahiri, 2005). Toutefois, le code à barres 2D requiert toujours un contacte visuel pour être lu.

C'est en fonction de l'application poursuivie que le choix d'une technologie ou de plusieurs technologies complémentaires sera privilégié. Pour une même application, plusieurs scénarios technologiques sont possibles. Par exemple, pour des applications au niveau de la gestion de la sécurité, dont l'identification et l'autorisation automatique des accès, les organisations auront le choix entre des technologies biométriques comme par exemple la lecture de l'iris ou de l'emprunte digitale, des cartes magnétiques, des cartes à puce ou des cartes sans contact intégrant un transpondeur RFID passif. Similairement, dans le cadre d'applications qui requièrent une capture automatique de données, et qui exigent aussi un besoin plus important en bande passante pour assurer une transmission sans fil des données, d'autres technologies seront privilégiées. Par exemple, les technologies *Wi-Fi* et le recours à des cartes *Bluetooth,* comme identifiants uniques permettant la communication entre terminaux.

Dans un contexte de gestion de chaîne d'approvisionnement, la plupart des cas d'évaluation des technologies RFID se résument à en comparer les avantages relatifs par rapport aux codes à barres linéaires unidimensionnels. Le tableau 2.1 reprend cette démarche de comparaison en ouvrant la réflexion par l'introduction du code à barres 2D et en présentant aussi les inconvénients des technologies RFID. Cet exercice met en évidence que certains bénéfices mis de l'avant par les vendeurs ne sont pas réservés uniquement aux technologies RFID. À ce titre, la possibilité d'une identification unique au niveau de chaque produit étiqueté ou encore la capacité au niveau de la mémoire est discutable lorsqu'on compare les transpondeurs passifs avec des codes à barres bidimensionnels. Hodges et McFarlane (2006, p. 6) reprennent cet exercice avec une analyse comparative succincte des différentes technologies AIDC et suggèrent cette démarche pour mieux cerner les avantages relatifs afin d'optimiser le choix d'une technologie AIDC pour une application spécifique.

Tableau 2.1: Comparaison des technologies RFID et des technologies de codes à barres

Comparatifs de technologies AIDC		
RFID	Codes à barres 1D	Codes à barres 2D
Avantages relatifs des technologies RFID	Inconvénients relatifs des codes à barres	
Pas besoin de contact visuel pour assurer la lecture du transpondeur.	Besoin d'un contact visuel pour assurer la lecture (ligne de contact appelée *line of sight*).	
Possibilité d'une lecture de plusieurs transpondeurs simultanément.	Lecture individuelle seulement (une seule étiquette à la fois).	
Possibilité de rééditer l'information sur le transpondeur plusieurs fois en modes lecture et écriture.	Possibilité d'écrire / imprimer une seule fois. Mode lecture seulement, une fois que l'étiquette est imprimée.	
Lecture très rapide, en millisecondc.	Lecture rapide, mais peut demander une fraction de seconde par lecture (à cause du contact visuel).	
Capacité de mémoire de 96 bits (24 caractères) pour les transpondeurs passifs (UHF) et allant jusqu'à 128Kb pour les transpondeurs actifs.	Capacité de mémoire limitée à 100 bits.	Capacité de mémoire permettant d'encoder plus de 3000 caractères.
Sérialisation : identification unique au niveau du produit étiqueté.	Identification au niveau de la classe de produits, appelée SKU – *Srock Keeping Unit*.	Identification unique au niveau du produit étiqueté.
Portée de lecture en millimètres (passif - BF), en centimètres (passif - HF), en mètres (passif - UHF) et dizaine de mètre (actif - UHF)	Portée de lecture courte : quelques millimètres à quelques centimètres.	
Niveau de sécurité supérieur avec la possibilité d'encryption de l'information sur la puce, et de l'accès au réseau.	Niveau de sécurité contrôlé en fonction de l'accès au réseau.	Niveau de sécurité contôlé au niveau du réseau et au niveau du code à barres 2D.
Possibilité de fonctionner dans des environnements exigeants (poussière, gel), mais performance de lecture affectée	Performance de lecture limitée dans des environnements exigeants (poussière, gel) qui empêchent le contact visuel.	
Inconvénients relatifs des technologies RFID	**Avantages relatifs des codes à barres**	
Technologies dispendieuses : plus de 10 cents pour des transpondeurs passifs et plus de 25 dollars par transpondeur actif. Infrastructure plus dispendieuse (lecteurs, imprimantes, antennes, intergiciels, etc.). Coûts d'implantation et d'intégration plus difficiles à quantifier et plus élevés.	Technologie moins chère; moins d'un cent par étiquette, et encore moins chère lorsque imprimée directement sur le produit. Infrastructure moins dispendieuse (lecteurs et imprimantes) que les technologies RFID. Implantation et intégration plus faciles à planifier et moins coûteuses.	
Technologie émergente pour certaines applications, notamment dans la gestion de la chaîne d'approvisionnement (passif - UHF plus fréquemment utilisée).	Technologie mature, établie depuis plus de trois décennies et déployée internationalement.	
Standards émergents notamment dans la gestion de la chaîne d'approvisionnement (passif - UHF) mais établis dans d'autres cas d'applications. Par exemple pour l'identification des animaux (passif - BF – ISO 11784 -11785), l'identification de contenaires (actifs - UHF–ISO 17363 et ISO 10374.2 -) ou des péages automatiques (actifs - UHF).	Standards établis et stables. Près de 270 symbologies établies dont 50 sont largement utilisées (ex : GTIN 8, 12, 13, 14, GS1 DataBar, GS1 128, ITF 14, GS1 Data Matrix).	
Restrictions pour certaines bandes de fréquences, spécialement les UHF utilisées dans des applications de gestion de la chaîne d'approvisionnement. Restriction à cause des interférences possibles, en fonction des environnements d'utilisation (ex : hôpitaux).	Pas de restriction internationale au niveau de l'utilisation et des environnements d'utilisation.	
Performance de lecture affectée par les caractéristiques des objets sur lesquels les transpondeurs sont apposés (surtout pour les passifs - UHF). Sensibilité au métal (réflexion, diffraction), à l'eau (absorption), au verre (atténuation), etc.	Lecture insensible aux différents objets sur lesquels les étiquettes sont appliquées ou imprimées.	
Technologie qui suscite de grands débats sociaux sur des questions de sécurité et d'atteinte à la vie privée.	Technologie acceptée, ne suscite plus d'inquiétudes sociales.	

Les sections suivantes présentent plus en détail les composantes qui forment un système RFID.

2.2 Les composantes d'un système RFID

Un système RFID est composé de (i) transpondeurs (ii) de terminaux autonomes aussi appelés lecteurs, (iii) d'un réseau de transmission radio, soit les antennes (iv) d'un système de gestion informatisé de traitement de l'ensemble des données recueillies, appelé intergiciel ou *Middelware*, (v) et de composantes auxiliaires telles des imprimantes, des applicateurs automatiques d'étiquettes RFID, de l'équipement de détection de mouvement, etc. Le système RFID est généralement relié à différents systèmes de gestion intégrés d'information dont les ERP, les WMS ou les LES, qui traitent l'information recueillie et autorisent diverses transactions (voir figure2.2).

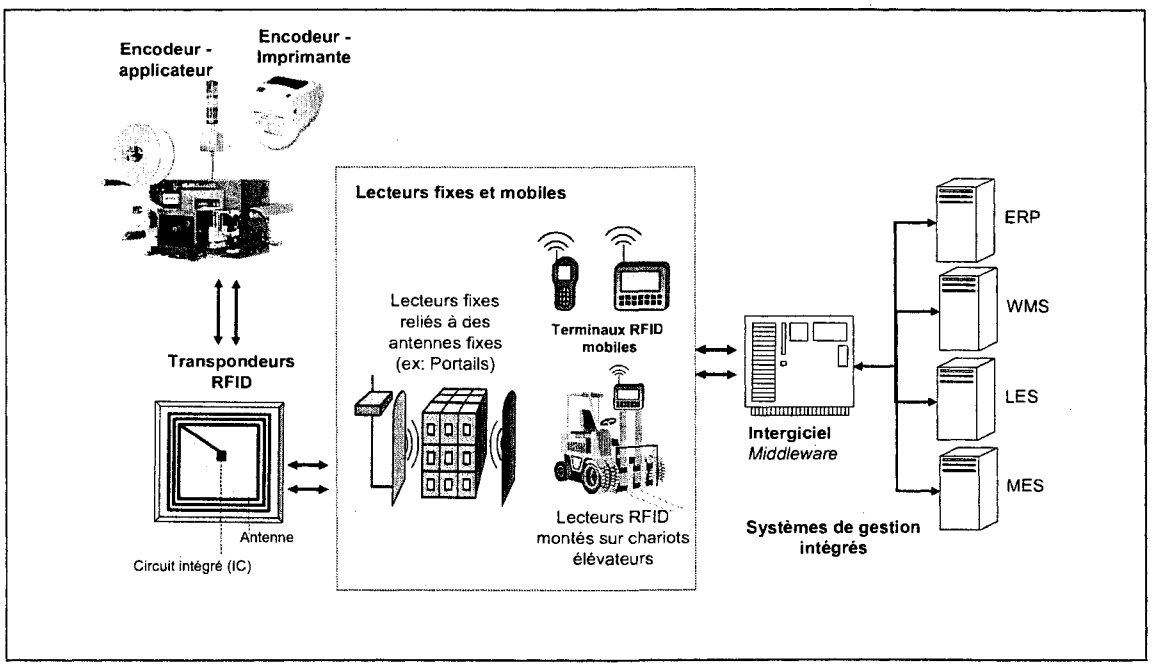


Figure 2.2: Système RFID

Rappelons d'abord que les technologies RFID utilisent les ondes radio pour transmettre et recevoir de l'information afin de permettre l'identification automatique d'objets sur lesquels sont montés des transpondeurs (Finkenzeller, 2003). Si le pluriel est utilisé pour décrire les technologies RFID, c'est avant tout du à la diversité des transpondeurs qui servent de bases de données mobiles et d'émetteurs radio aux systèmes RFID. Il est donc bien important de faire la distinction entre les différentes technologies RFID pour en comprendre les applications spécifiques.

2.2.1 Les composantes d'un système RFID : les transpondeurs

Un transpondeur RFID est un émetteur radio équipé d'une mini antenne et d'un circuit intégré aussi appelé puce mémoire[21] sur laquelle des données sont enregistrées (Finkenzeller, 2003). Ces transpondeurs qui peuvent être passifs, actifs et semi-passifs se présentent sous de multiples formes et se distinguent par plusieurs caractéristiques, comme la performance de communication, le prix, la capacité de mémoire, la taille, et les fréquences d'utilisation. Nous proposons dans la figure 2.3 une classification des transpondeurs et de quelques applications les plus communes qui leur sont associées.

---

[21] Il faut noter que la puce RFID ne fait référence qu'au circuit intégré du transpondeur. Ainsi, les dernières avancées technologiques dans le domaine de la miniaturisation ont permis aux entreprises de développer des puces de plus en plus petites, comme c'est le cas avec la "μ-chip" (qui se prononce Mu Chip) de Hitachi qui ne mesure que 0.4 par 0.4 mm. (Usami et Ohki, 2003). Les circuits intégrés sont généralement composés des éléments suivants : un contrôleur de puissance qui convertit l'énergie reçue (AC / DC), un extracteur de temps *(appelé clock extractor)*, un modulateur de signal reçu, une unité logique pour supporter le protocole de communication, et une puce mémoire pour enregistrer des données.

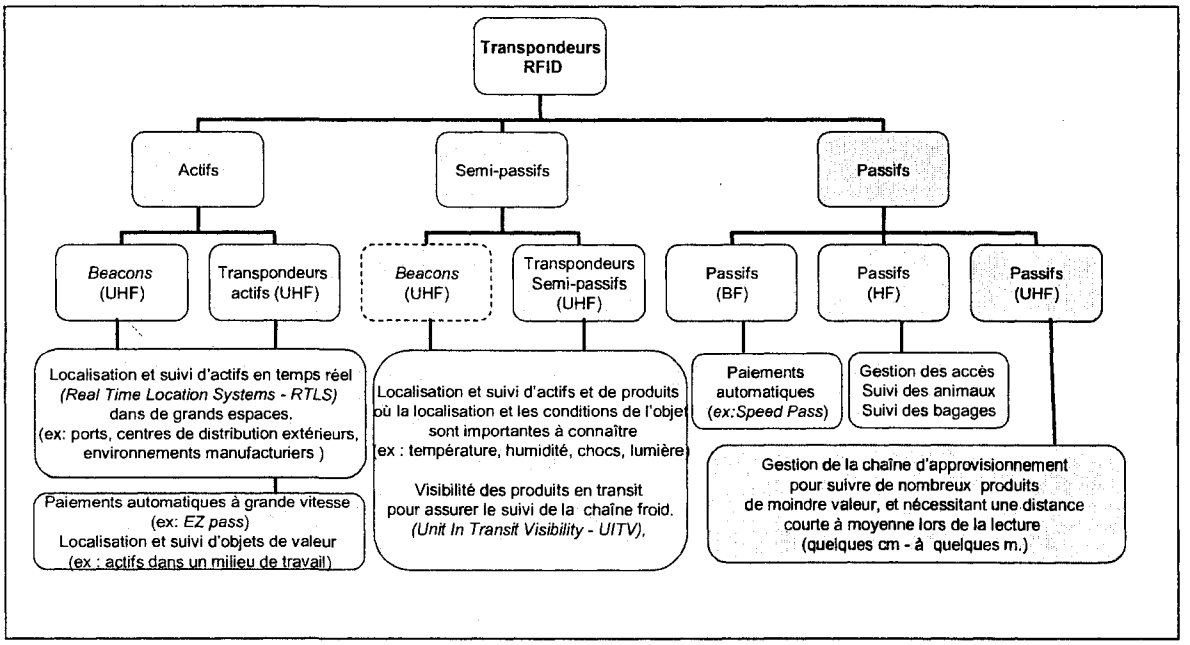


Figure 2.3: Typologie des transpondeurs RFID

Dans le cadre de cette thèse, nous nous intéressons plus spécifiquement aux applications de gestion de la chaîne d'approvisionnement qui utilisent des transpondeurs passifs d'ultra haute fréquence (UHF).

Il est important de comprendre les distinctions entre les familles de transpondeurs, dans la mesure où le choix d'un type spécifique est d'abord fonction (i) des applications envisagées par une entreprise, (ii) du type de produit qui doit être étiqueté et (ii) finalement de l'environnement physique d'opération. Voici quelques critères qui indiquent dans quelle mesure le choix des transpondeurs peut être influencé :

- Par les applications qui sont caractérisées par une distance de lecture requise *(how far?)*, l'intervalle de temps minimal dans la zone d'interrogation pour assurer la lecture *(how fast?),* le nombre de transpondeurs à lire dans cet intervalle de temps *(how many?),* le volume de données à transférer *(how much?)*, le lieu d'entreposage des données *(where?)*, sur le transpondeur ou sur une base de données accessible par un réseau *(which electronic business model?)*

- Les produits qui doivent être identifiés et suivis influenceront à leur tour le choix de la technologie à cause de leurs caractéristiques physiques. Par exemple, un matériel conducteur comme le métal qui présente un coéficient d'atténuation élevé peut réfléchir l'onde électromagnétique émise par l'antenne du lecteur et considérablement réduire la performance de lecture. Un matériel de type insulateur comme le plastique, qui présente un faible coéficient d'atténuation, absorbera une partie de l'onde, mais en laissera passer la majorité. Finalement, certains matériaux comme l'eau qui présentent une permitivité relative élevée absorberont une partie de l'onde transmise et limiteront par le fait même le montant d'énergie procuré au transpondeur pour répondre. Similairement, les palettes en bois entreposées dehors peuvent contenir de l'humidité qui altère la qualité du signal radio.
- De plus, le niveau d'étiquetage décidé (palette, boite, produit) influence aussi le nombre de transpondeurs à lire et le type de support physique sur lequel ces transpondeurs seront apposés.
- Finalement, l'environnement physique d'opération propre à chaque entreprise pose des contraintes spécifiques en ce qui à trait aux interférences possibles, dues entre autres à la présence de systèmes électroniques qui fonctionnent sur les mêmes bandes de fréquences que les transpondeurs RFID ou encore la présence d'objets qui émettent des champs électromagnétiques comme un moteur. Notons par ailleurs qu'il existe une relation entre la fréquence des transpondeurs et la distance maximale de communication possible. Chaque environnement physique d'opération présente aussi des particularités quant à son niveau d'humidité ou de température, à l'aménagement physique de l'entreprise, tel que la distance entre les portes de réception de marchandise, ou encore la présence d'un poteau en métal, même encastré dans un mur. Toutes ces contraintes peuvent altérer le signal radio et compromettre la performance d'un système RFID.

Ceci suggère que les scénarios d'affaires et technologiques les plus intéressants pour améliorer des applications identifiées ne sont pas nécessairement réalisables à cause des

raisons mentionnées ci-haut. Les spécificités des produits étiquetés et de l'environnement risquent ainsi d'affecter la possibilité même de la réalisation du projet tel que conçu, ce qui suggère l'importance d'un laboratoire dans lequel les entreprises pourront élaborer, tester et évaluer en partie leurs solutions. Au cours des paragraphes qui suivent, chaque famille de transpondeur sera expliquée plus en détail.

2.2.1.1 Les transpondeurs passifs

Les transpondeurs passifs ne sont pas équipés d'une source interne d'énergie, leur durée de vie est donc théoriquement infinie. Ils sont peu dispendieux, fonctionnent sous différentes bandes de fréquences : basses (BF), hautes (HF), et ultra hautes (UHF) et possèdent une petite mémoire de 64-256 bits. Ils sont très utilisés dans un contexte de gestion de la chaîne d'approvisionnement (UHF), de la gestion des accès (HF) et des paiements automatisés (BF). La figure 2.4 présente une vue éclatée d'un transpondeur passif UHF, souvent appelé étiquette RFID ou *Smart Label*. Bien que dans les faits il n'y ait aucune intelligence embarquée sur la puce, le fait de transmettre automatiquement son identifiant unique en plus d'assurer une redondance de l'information aussi imprimée sur l'étiquette lui confère le pseudonyme d'étiquette intelligente.

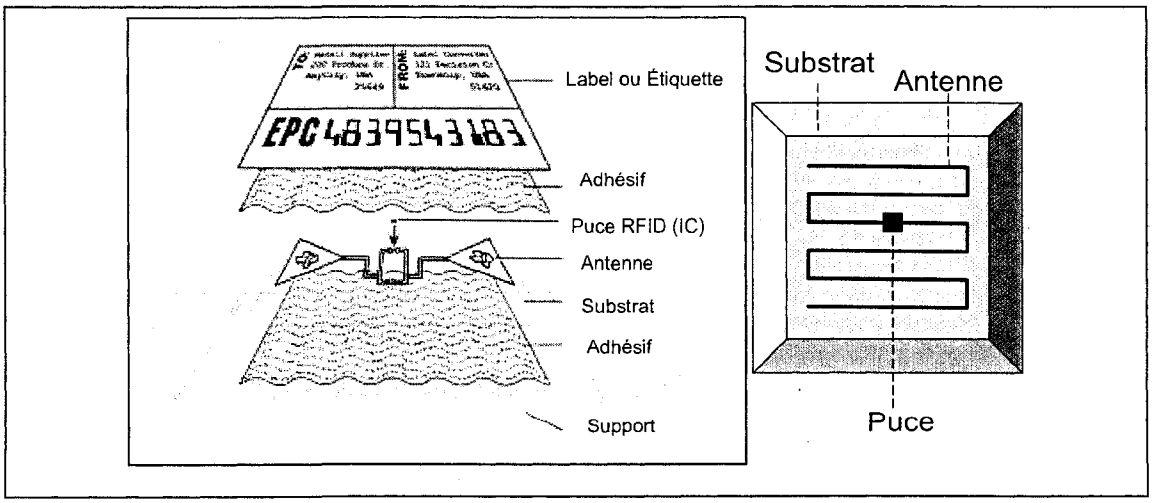


Figure 2.4: Étiquette RFID passive UHF (adaptée de EPC Global, 2007)

2.2.1.2 Les transpondeurs actifs

Les transpondeurs actifs sont équipés d'une source d'énergie interne, soit une batterie qui active le circuit intégré afin d'amplifier le signal à transmettre au lecteur. La durée de vie est donc limitée, généralement à cinq ans, leur prix est assez dispendieux et se chiffre autour de 25$ l'unité pour les moins chers. Les transpondeurs actifs possèdent une mémoire importante, d'au moins 128 Kb., leur permettant d'emmagasiner de l'information. Ils fonctionnent sur des bandes de UHF et sont surtout utilisés dans un contexte de gestion d'actifs à valeur élevée et, où la distance de lecture est importante. Par exemple, la localisation de contenaires dans les ports ou les paiements automatisés dans les postes de péages routiers sont des applications établies.

On note deux grandes familles des transpondeurs actifs :

- Les transpondeurs actifs activés uniquement lors de la réception du signal envoyé par un lecteur. La durée de vie est plus longue dans la mesure où ils ne renvoient les informations que lorsqu'ils sont interrogés.
- Les transpondeurs actifs de type *beacons* qui sont activés en permanence, et qui émettent automatiquement un signal radio à des intervalles pré-programmés.

2.2.1.3 Les transpondeurs semi-passifs

Finalement les transpondeurs semi-passifs se distinguent des transpondeurs actifs dans la mesure où ils sont équipés de senseurs internes alimentés par une batterie, ce qui leur permettent de mesurer différentes conditions comme l'humidité, la chaleur, la présence de lumière, de chocs, etc. Ils sont généralement utilisés pour des applications où l'information relative aux conditions dans lesquelles se trouvent les produits à suivre est importante. La gestion de la « chaîne de froid » dans les secteurs alimentaire ou pharmaceutique est un exemple concret d'une telle application. Ces transpondeurs sont généralement onéreux du à leurs fonctionnalités supplémentaires et leur cycle de vie variable en fonction des senseurs et du nombre de communications requises pour une application spécifique.

Au tableau 2.2, nous proposons une présentation synthèse plus détaillée des caractéristiques des différents types de transpondeurs. On y retrouve les critères de classification et de sélection des différents transpondeurs et une brève définition de ces critères.

Notons par ailleurs que cette catégorisation sert uniquement de repère, dans la mesure où les nouvelles générations de transpondeurs offrent des performances plus intéressantes et intègrent de plus en plus de fonctionnalités. Par exemple, la compagnie SAVI technology, un des principaux fournisseurs de technologies RFID du département américain de la Défense, proposait récemment des transpondeurs actifs de type *beacon* qui intègrent des senseurs afin de transmettre automatiquement des données informationnelles et étatiques à intervalles pré-programmés. Cette même compagnie propose aussi des transpondeurs actifs qui intègrent des récepteurs de basses fréquences et qui permettent alors une utilisation de lecteurs hybrides (UHF et BF) pour la lecture. Ces fonctionnalités supplémentaires dans les transpondeurs offrent ainsi une plus grande flexibilité dans les choix reliés à l'infrastructure technologique.

Cette exploration des différents types de transpondeurs met en évidence la complexité du processus décisionnel lors du choix des technologies, qu'il s'agisse de déterminer quelle technologie RFID (active, passive ou semi passive) ou encore quelles autres technologies AIDC sont les plus appropriées.

Tableau 2.2: Tableau comparatif des différents types de transpondeurs

Critères de classification	Transpondeurs actifs	Transpondeurs semi – passifs	Transpondeurs Passifs
Type de transpondeurs Autres classifications : Écriture unique et lectures multiples (*Write Onece Read Many*- WORM), Écritures et lectures multiples (*Write Many Read Many*- WMRM).	Les transpondeurs actifs sont équipés d'une source d'énergie interne qui active le circuit intégré afin d'amplifier le signal à transmettre aux lecteurs; deux types : i) *Actifs*, activés lors de la réception du signal envoyé par un lecteur. ii) *beacons*, activés en permanence, ils émettent automatiquement un signal à intervalles prédéfinis.	Les transpondeurs semi-passifs, aussi appelés transpondeurs assistés par batterie - *battery assisted passive tags* ou *BAP* sont aussi équipés d'une batterie qui alimente en continu le circuit intégré et les senseurs. Ils ne sont toutefois pas équipés d'un transmetteur.	Les transpondeurs passifs ne sont pas équipés d'une source interne d'énergie. Ils sont activés par le signal transmis par le lecteur (onde électromagnétique qui active le circuit intégré).
Caractéristiques générales des transpondeurs			
La fréquence d'opération (*1).	Bande de fréquence UHF de 433 MHz.	Bande de fréquence UHF de 433 MHz et micro ondes (2.4 GHz).	Fréquences d'opération multiples : Bandes de basse fréquence, (LF - 125KHz), hautes (HF - 13.56 MHz), et ultra-hautes (UHF - 913-933 MHz).
La classe de transpondeurs : selon les catégories établies par EPCglobal (Sudarshan *et al.*, 2004).	Classe 4 : WMRM, actifs Permettent un transfert de données plus rapide et une communication entre transpondeurs.	Classe 3 : WMRM, semi-passifs. Permettent un transfert de données plus rapide. Les transpondeurs qui fonctionnent sur une bande de fréquence micro ondes sont les plus performants quant au taux de transfert de données.	Classe 0 : passif en lecture seulement, de type WORM et préprogrammés chez le manufacturier de transpondeurs; Classe 1 : passif de type WORM programmable par le client (Class 1, Gen 2 : interopérabilité globale, performances supérieures et fonctionnalités additionnelles); Classe 2 : passifs de type WMRM;Les transpondeurs passifs de deuxième génération (UHF Class1, Gen 2) représentent le standard actuel dans les applications de gestion de la chaîne d'approvisionnement.
Source d'énergie (batteries) et cycle de vie du transpondeur.	Durée de vie de la batterie de 3 à 5 ans, en fonction du nombre de fois que les transpondeurs sont interrogés.	Durée de vie relative en fonction de la consommation d'énergie par les senseurs et du nombre de fois que les transpondeurs sont interrogés; généralement quelques années.	Pas de batterie. Durée de vie théoriquement infinie, l'onde électromagnétique envoyée par le lecteur fournie l'énergie nécessaire à activer le transpondeur.
Performance en mode lecture (nombre de lectures, distance de lecture et temps nécessaire pour lire l'information sur les transpondeurs)	Généralement de 10 à 100 m.	Généralement de quelques m. à quelques dizaines de m. Distance de lecture moins grande que les transpondeurs actifs.	De quelques mm (2mm) à quelques m. (4 à 10m), en fonction de la fréquence d'utilisation. Pour les transpondeurs passifs UHF : jusqu'à 400 lectures/seconde dans des conditions d'opérations optimales. Jusqu'à 12 m à une puissance de 1 watt du lecteur (*2).
La performance en mode d'écriture (nombre d'écritures et temps nécessaire pour écrire de l'information sur les transpondeurs)	Requiert généralement la moitié de la distance permise en mode lecture. Toutefois, l'écriture se fait d'habitude à proximité du transpondeur.	Requiert généralement la moitié de la distance permise en mode lecture. Toutefois, l'écriture se fait d'habitude à proximité du transpondeur).	Dans le cas des transpondeurs passifs UHF, la distance maximale recommandée est d'environ un quart de la distance de lecture, jusqu'à 3m (à une puissance de 1 watt du lecteur).
Temps de réponse du transpondeur.	Très rapide, en milliseconde car le transpondeur est déjà alimenté.	Très rapide, en milliseconde, car le transpondeur est déjà alimenté.	Très rapide, en milliseconde, mais nécessite toutefois un temps de « réveil » du transpondeur (autour de 15 millisecondes avant de répondre).

Tableau 2.2: Tableau comparatif des différents types de transpondeurs (suite et fin)

Critères de classification	Transpondeurs actifs	Transpondeurs semi – passifs	Transpondeurs Passifs
La capacité de la mémoire de la puce.	Capacité importante, jusqu'à 128 Kb.	Capacité importante, jusqu'à 128 Kb et plus, en fonction des informations recueillies sur les senseurs.	Capacité actuelle de 96-256 bits. Dans les applications de gestion de la chaîne d'approvisionnement. Les transpondeurs passifs UHF Gen 2 intègrent aussi une mémoire de contrôle de 16-bits pour fonctionnalités de sécurité *(lock)* et de désactivation *(kill)*.
Prix	Généralement plus chers que les autres types de transpondeurs (25 à 250 $)	Généralement similaires aux transpondeurs actifs, prix plus élevés en fonction du nombre de senseurs.	Moins chers que les autres types de transpondeurs (de 10 à 30 cents pour les étiquettes à quelques dollars pour les transpondeurs protégés (cartes, inserts, etc.).
Le format et la taille physique du transpondeur.	Multiples : se présentent sous formes de boîtiers de quelques cm de LxlxH. Dépend du type de protection requise.	Multiples : se présentent sous formes de boîtiers de quelques cm de LxlxH. Dépend du type de protection requise et du nombre de senseurs à intégrer dans le transpondeur.	Multiples : se présentent sous formes d'étiquette *(smart label)*, de cartes, d'inserts, de billes de verre, de bracelets, de boutons contact, etc. Généralement de quelques mm à quelques cm. Dans le cas des transpondeurs passifs, la taille du transpondeur dépend de la taille de l'antenne et non de la puce.
Type d'antenne et polarisation (*3).	Antenne en métal intégrée dans le transpondeur	Antenne en métal intégrée dans le transpondeur.	Antenne en métal (ex : cuivre).. De plus en plus d'antennes imprimées (encre conductrice à particules d'argent) pour les transpondeurs passifs UHF
Méthode de communication.	Transmission électromagnétique *(Backscatter coupling)*	Transmission électromagnétique *(Backscatter coupling)*.	Couplage par induction électromagnétique *(Inductive Coupling)* pour les transpondeurs passifs BF et HF. Transmission électromagnétique *(Backscatter coupling)* pour les transpondeurs passifs UHF.

(*1) Bandes de fréquences utilisées par les différents types de transpondeurs

- Basses fréquences (BF): 125 KHz, pour une portée de quelques mm. à 1 pied, vitesse de lecture lente, mais peu sensibles aux objets étiquetés (ex : métal, liquide) et à l'environnement d'opération (interférences). Bande de fréquences disponible dans la plupart des pays.
- Hautes fréquences (HF): 13.56 MHz, pour une portée de 3 à 4 pieds, vitesse de lecture moyenne. Bande de fréquences disponibles et légales dans tous les pays du monde.
- Ultra-Hautes fréquences (UHF): de 400 MHz à 1 GHz (en fonction de la région géographique; 902-928 aux États Unis et 860-890 en Europe.) pour une portée de 7 à 30 pieds, vitesse de lecture moyenne à rapide, mais sensibles aux objets étiquetés (ex : métal, liquide) et à l'environnement d'opération, ce qui peut affecter la performance et créer de l'interférence avec les systèmes environnants. Les transpondeurs passifs UHF utilisés dans les applications de gestion de la chaine d'approvisionnement utilisent désormais une bande de fréquence large, de 860-960 MHz. qui permet l'interopérabilité dans différents pays.
- Fréquences Micro Ondes : de 2.35 GHz et 2.45 GHz, vitesse de lecture rapide, mais rayon d'action de courte portée.

(*2) Conditions d'opérations

Les conditions sont généralement définies par la température, l'humidité, la résistance à la pluie, à la poussière, aux chocs, aux produits chimiques, etc. Pour les transpondeurs de type étiquettes passifs UHF Gen 2, bien que la sensibilité soit plus grande, les transpondeurs peuvent quand même être lus dans des conditions de gel, couverts de poussière, et même si une partie de l'antenne est détruite.

(*3) Polarisation des antennes des transpondeurs et impacts sur la performance de lecture

Une antenne a une polarisation circulaire, verticale ou horizontale, en fonction du mouvement de l'onde radio qu'elle émet.
La polarisation affecte ainsi la performance de lecture en fonction de l'orientation du transpondeur et de sa distance de l'antenne émettrice (celle du lecteur).
Une antenne à polarisation circulaire est utilisée dans une situation où l'orientation du transpondeur ne peut être garantie, elle couvre un champ de lecture plus large qu'une antenne à polarisation linéaire, mais émet son onde radio mois loin.
Actuellement, les transpondeurs proposent de plus en plus des antennes à polarisations diverses permettant un champ d'action large lors de la lecture.

Étant donné que pour une même application, plusieurs scénarios technologiques sont possibles, chaque entreprise décidera quels critères de sélection elle priorisera pour retenir un système RFID afin de trouver le juste équilibre entre les coûts et la performance désirée. Rappelons que les différentes technologies AIDC ne sont pas exclusives et que les technologies RFID peuvent aussi être complémentaires. La figure 2.5 illustre cette complémentarité à travers la stratégie de traçabilité multi niveaux adoptée par le département américain de la Défense (US DoD, 2007)[22].

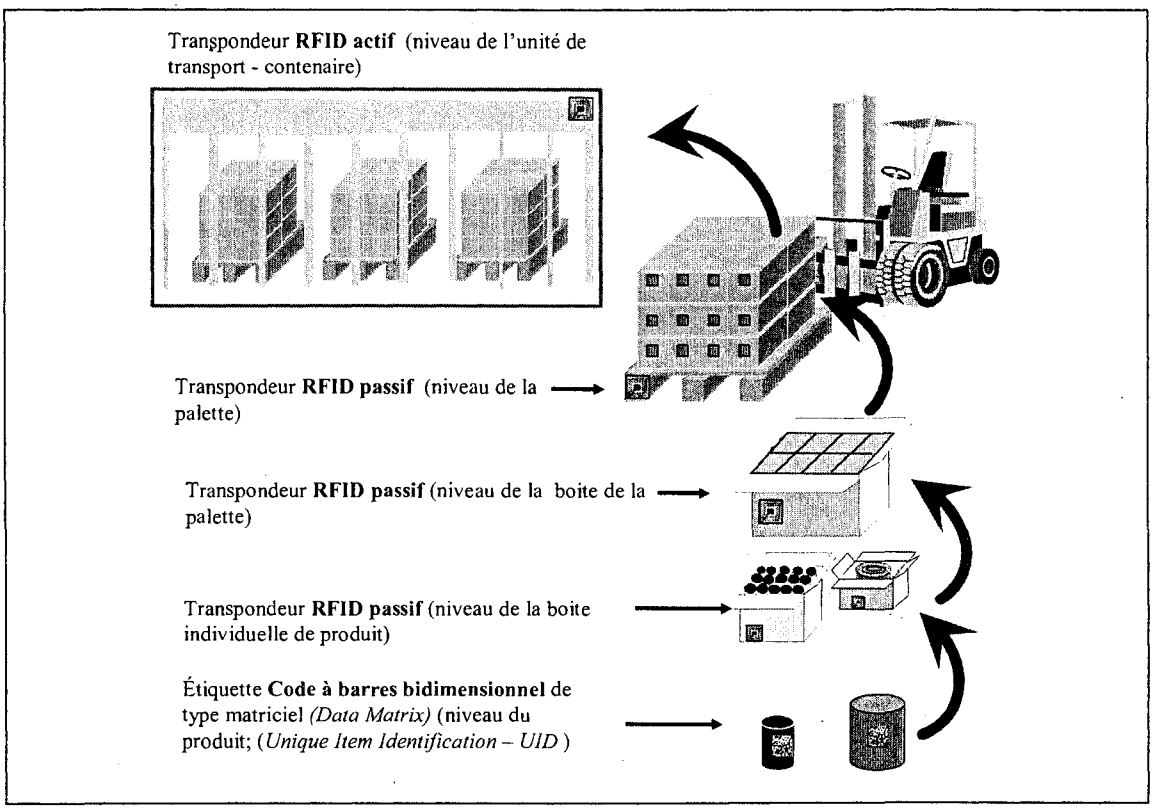


Figure 2.5: Hiérarchie des technologies AIDC dans la stratégie de traçabilité du département américain de la Défense (Adaptée de US DoD, 2007)

---

[22] Dans sa stratégie de déploiement des technologies RFID, le Le département américain de la Défense stipule que l'utilisation de transpondeurs passifs est requis sur toutes les boîtes et palettes envoyées dans

Cette stratégie préconise ainsi l'utilisation de transpondeurs actifs, passifs et des codes à barres bidimensionnels. Tous ces identifiants sont inter-reliés les uns aux autres, permettant ainsi de remonter rapidement la hiérarchie logistique. Outre l'aspect financier, la stratégie de traçabilité du département américain de la Défense capitalise sur les avantages de chacune des technologies AIDC. Ainsi, pour identifier et localiser des contenaires, où la distance de lecture requise est importante, des transpondeurs actifs sont utilisés. Si les produits dans le contennaire nécessitent aussi le suivi de leurs conditions, des transpondeurs semi-passifs équipés de senseurs sont priorisés; par exemple pour des contennaires de nourriture qui ne peuvent rester au soleil lorsqu'ils sont débarqués dans un port. La capacité de mémoire des transpondeurs actifs permet aussi de répertorier tous les numéros uniques des palettes qui s'y trouvent. Dans le cas où le déchargement d'un contennaire se ferait dans une zone qui ne permettrait pas l'accès à un réseau, le transpondeur actif servirait ainsi de base de données mobile .Une fois ces contenaires déchargés, chaque palette est quant à elle équipée d'un transpondeur passif UHF. Chaque transpondeur contient un numéro unique qui, lorsqu'il est interrogé, pointe sur une base de données où toute l'information relative au contenu de la palette et le lien avec le contennaire « parent » est indiqué. La stratégie est similaire pour les boîtes sur les palettes et les emballages individuels. Quant aux produits, le code à barres 2D est utilisé. Les avantages de cette technologie sont, d'une part la grande capacité de mémoire, et d'autre part, le coût minime d'impression de chaque code à barres 2D (ex : data matrix, PDF 417) sur une étiquette, ou à même le produit.

2.2.2 Les lecteurs (interrogateurs)

Un lecteur RFID, aussi appelé interrogateur, est une des principales composantes des systèmes RFID. Un lecteur est un terminal autonome équipé d'une antenne, qui active les transpondeurs et communique avec eux avant de relayer l'information à l'intergiciel.

---

tous les emplacements, pour tous les produits et emballages individuels, tel que défini dans sa politique d'indentification unique (US DOD, 2006).

Les lecteurs se retrouvent sous trois formes principales: fixes, portables ou montés sur véhicules (Figure 2.6).

2.2.2.1 Les lecteurs fixes

Les lecteurs fixes sont généralement utilisés au niveau des ports d'entrée et de sortie des entrepôts et des magasins où la circulation de produits est importante. Ce type d'installation est appelé « portails RFID ». L'acronyme *choke-point* est souvent utilisé pour identifier ces points critiques de lecture. On retrouvera aussi des lecteurs fixes au niveau des stations d'emballage des palettes. La rotation de la palette autour d'un axe permet au lecteur de bombarder une même zone, alors que les transpondeurs sur les boîtes se présenteront plusieurs fois, maximisant ainsi la probabilité d'être lus. Finalement, les lecteurs fixes sont aussi courants au niveau des convoyeurs pour automatiser la capture de données sur une chaîne de montage ou une chaîne de distribution. Ces lecteurs sont munis de plusieurs ports d'entrée et de sortie (I/O), de telle sorte qu'ils peuvent être reliés à diverses antennes, généralement de deux à quatre, en fonction de la couverture désirée pour une zone spécifique. D'autre part, pour maximiser la performance de lecture dans la zone de lecture potentielle, aussi appelée « *Sweep Spot* »; les installateurs auront recours à diverses stratégies. Par exemple, en orientant les antennes en direction de la provenance des produits, les transpondeurs seront énergisés plus longtemps, augmentant par le fait même le nombre de lectures possibles. Sur un convoyeur roulant à 600 pieds minutes, cette stratégie de positionnement des antennes, couplée à un ajustement de la puissance du lecteur, permettra d'optimiser le *« sweep spot »*. Notons que de telles conditions de lectures sont exigées par des grands donneurs d'ordres comme Wal-Mart.

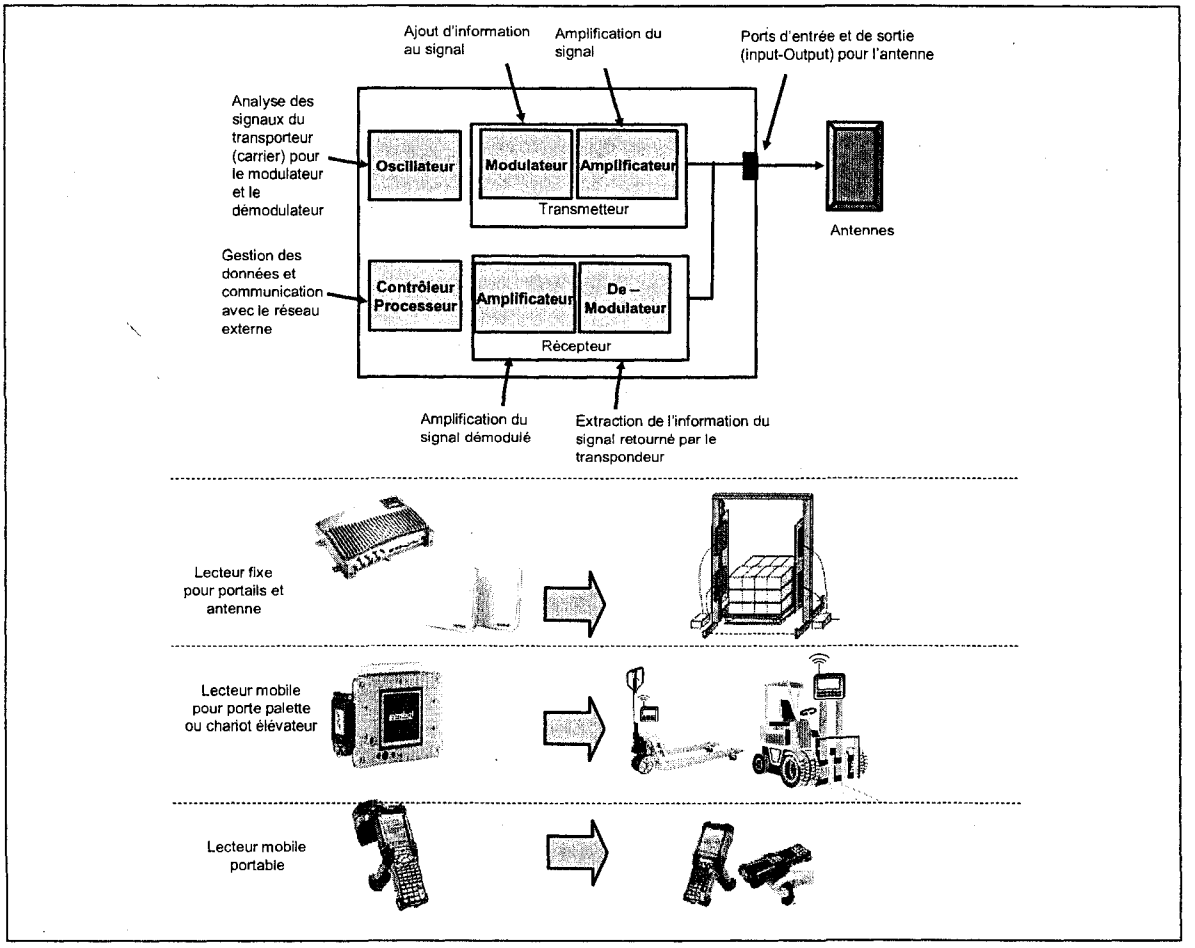


Figure 2.6: Lecteurs RFID (Source : Adapté de Zeisel et Sabella, 2006).

Les lecteurs fixes sont aussi reliés à divers équipements auxiliaires comme des unités logiques de contrôle, des détecteurs de mouvements, des feux d'indication, et des écrans, qui leur permettent d'interagir avec l'environnement d'opération. Ces unités complémentaires seront explorées dans la section 2.2.3.

2.2.2.2 Les lecteurs mobiles

Il existe deux types de lecteurs mobiles : (i) portables et (ii) montés sur des véhicules. Dans le cas des lecteurs mobiles portables, l'antenne est intégrée au lecteur. Ces lecteurs peuvent aussi héberger un client de l'intergiciel afin de permettre à l'utilisateur

d'interagir avec les systèmes d'entreprises en temps réel. Par exemple, lire un produit et l'associer à une commande spécifique dans l'ERP de l'entreprise. Généralement, les lecteurs mobiles portables sont utilisés pour de la gestion d'exception. Les lecteurs mobiles montés sur véhicule ou des transpalettes, quant à eux, sont utilisés pour assurer une capture de données lors du mouvement de matériel et assurer une lecture en temps réel partout dans l'entrepôt. Finalement, si l'utilisation des lecteurs mobiles est pratique, elle est toutefois limitée en fonction de la durée de vie de la batterie.

Le choix d'un type de lecteur est décidé en fonction de plusieurs considérations. En voici quelques unes :

- D'abord, en fonction de l'application poursuivie : dans le cas des projets où la conformité à un mandat est l'unique raison d'adoption, rappelons que le mode d'adoption de type « slap and ship » est prédominant. Dans un tel cas, où l'entreprise étiquette et lit ses produits en fin de parcours, seul un portail RFID équipé de lecteurs fixes à la sortie de l'entrepôt ou à la station d'emballage des palettes est nécessaire.
- La performance de lecture telle que commercialisée, et aussi dans l'environnement d'installation sont des critères importants : par exemple, dans un environnement saturé dit « *dense reader environment* » où plusieurs lecteurs sont à proximité et peuvent interférer entre eux[23], certains lecteurs seront plus adéquats, car moins sensibles aux interférences ou plus facilement ajustables.
- Les bandes fréquences que le lecteur peut utiliser pour fonctionner : de plus en plus de lecteurs possèdent une option de lecture multi-fréquences. En Amérique du Nord, les lecteurs peuvent alterner dans des bandes de fréquence entre 902 et 928 MHz pour assurer une lecture optimale des transpondeurs passifs UHF

---

[23] Une des techniques pour limiter les contraintes de lecture dans un environnement dit saturé ou dense est de permettre aux lecteurs d'alterner entre plusieurs bandes de fréquences lors de la lecture. Cette technique est appelée *« Frequency hopping »*. L'interférence est en fait un phénomène issu de la superposition d'au moins deux ondes de même nature et possédant des fréquences semblables, ce qui a pour effet de modifier

principalement utilisés dans des applications de gestion de la chaîne d'approvisionnement.

- S'il est hybride ou non (c'est-à-dire s'il fonctionne aussi pour lire des codes à barres) car un tel choix permet de capitaliser sur l'infrastructure déjà en place.
- L'intelligence embarquée : pour ne pas saturer les réseaux, on retrouve de plus en plus d'applications logicielles au niveau des lecteurs. Ces micro-logiciels permettent d'assurer un premier niveau de traitement de données capturées, par exemple en tant que filtre et agrégateur de données.
- Ensuite viennent plusieurs considérations au niveau de l'installation et de la maintenance dont : (i) les possibilités de mises à jour, (ii) la robustesse en fonction des conditions d'opération (humidité, chocs, vibration, eau, température maximum et minimum, poussière), (iv) la facilité d'installation et de gestion (v) le type d'installations possibles, (v) les quantités de lecteurs requis, etc.

Une fois de plus, il n'existe pas de scénario standard pour le choix des lecteurs. Certaines entreprises préfèreront la mobilité à tout prix, alors que d'autres opteront pour des lecteurs fixes et une capture de données de nature discrète à certains points de contrôles spécifiques. Finalement, la sélection d'une stratégie hybride, où lecteurs fixes et mobiles se côtoient est aussi une pratique courante. Quoiqu'il en soit, ce choix est établi très tôt dans le processus d'adoption des technologies, lors de la définition des exigences techniques, qui elles même supportent la proposition d'affaire développée.

2.2.3 Les équipements auxiliaires

Les équipements auxiliaires, souvent oubliés, dans la description des systèmes RFID, représentent les diverses pièces d'équipements complémentaires à un système RFID. Il s'agit entre autres d'imprimantes, d'applicateurs d'étiquettes RFID, d'unités logiques de contrôle, de détecteurs de mouvements, de portes de déviations sur les convoyeurs, et de

---

l'amplitude des signaux provenant d'appareils émetteurs et d'altérer la performance de la transmission des

divers systèmes de rétroaction comme des feux d'indications, des alarmes sonores, des écrans de contrôle, etc. Ces équipements permettent, d'une part, aux lecteurs d'interagir avec leur environnement, et, d'autre part, aux utilisateurs, d'avoir une confirmation visuelle des opérations qu'ils mènent.

2.2.3.1 Les imprimantes

Les imprimantes, aussi appelées encodeurs, sont généralement utilisées dans un contexte de gestion de la chaîne d'approvisionnement pour produire des étiquettes RFID de type passives UHF appelées *Smart label* et qui sont apposées sur des palettes et des boîtes. Généralement, une imprimante RFID est munie d'une section qui encode et lit les transpondeurs, et d'une section qui imprime l'information encodée sur l'étiquette. Ceci constitue, un système de redondance d'information en plus d'une alternative à la lecture pour les membres de la chaîne d'approvisionnement qui ne possèdent pas de lecteurs RFID. Parmi les fonctionnalités les plus courantes des imprimantes, on retrouve (i) la vérification des transpondeurs avant de les encoder, (ii) l'encodage et la lecture pour valider les données encodées, et (iii) l'impression de l'information sur l'étiquette. Les imprimantes fixes[24] sont généralement utilisées dans un contexte où le nombre de produits à étiqueter n'est pas élevé, car les transpondeurs doivent être apposés manuellement.

2.2.3.2 Les applicateurs automatiques

Les imprimantes munies d'applicateurs automatiques aussi appelées *Print and apply stations* ou *automated label applicator* permettent d'appliquer automatiquement plusieurs dizaines de transpondeurs par minute. Elles sont généralement utilisées au niveau des convoyeurs automatiques. On retrouve plusieurs types d'applicateurs

---

données.

[24] Notons qu'il existe aujourd'hui des imprimantes RFID portables qui permettent la mobilité des employés et redéfinissent la stratégie d'étiquetage. Récemment introduites sur le marché, elles permettent entre autres la gestion d'exceptions. Kimberley Clark, un des adopteurs précoce des technologies RFID

automatiques dont deux principaux (i) à rouleau applicateur appelé *wipe on* et (ii) à piston pneumatique. Une fois de plus, le choix de ces applicateurs est fonction de l'environnement d'implantation. Par exemple, sur un convoyeur où la taille des boites est similaire, la surface d'application plate, la vitesse du convoyeur constante, un applicateur à rouleau sera préconisé et permettra d'appliquer des transpondeurs, au dessus, en dessous ou sur les côté des boites. Dans un environnement où la taille des boîtes diffère et où un ajustement constant de l'applicateur est nécessaire, un applicateur à piston pneumatique sera préconisé.

2.2.3.3 Système de contrôle, rétroaction et redondance

Les différents systèmes de contrôle et de rétroaction utilisés dans des environnements automatisés permettent d'identifier rapidement divers problèmes de capture des données, de les rapporter aussitôt qu'ils surviennent et de déclencher des actions conséquentes.
A ce titre là, les systèmes de contrôle les plus courants sont des capteurs de mouvements.

- Parmi la multitude de capteurs de mouvement disponibles sur le marché, deux principaux types sont utilisés dans les environnements RFID. Ainsi, sur des convoyeurs, on retrouve surtout des capteurs de mouvements à faisceau optique linéaire appelés *Photo eye*, qui déclenchent automatiquement une action une fois que le faisceau est coupé. Dans le cas des portails RFID, on retrouve surtout des capteurs de mouvements, à plus grand rayon d'action. Ces équipements servent principalement à détecter la présence d'objets (produits, chariot élévateur, employé, etc.), alerter le lecteur concerné, qui à son tour active les antennes requises et assure la lecture des transpondeurs lors de leurs passages. Ces capteurs permettent ainsi au système de rester en veille, limitant par le fait même la consommation d'énergie et les radiations potentiellement nuisibles pour la santé des employés. D'autre part, un

---

met justement à l'essai de telles imprimantes produites par ADASA et qui offrent une capacité de transport de 500 transpondeurs RFID (RFID Journal, 2007).

capteur qui est activé, mais qui n'est pas suivi d'une lecture peut indiquer un problème; d'où l'importance de mécanismes de rétroaction. Cette problématique reliée à la gestion des règles de logiques pour gérer les opérations est explorée dans la section 2.2.4 sur le rôle de l'integiciel dans un système RFID.

Les systèmes de rétroaction les plus courants sont des feux d'indication, des écrans de contrôle, des alarmes sonores etc.

- Les feux d'indication, généralement installés juste après les lecteurs, près des convoyeurs ou à l'entrée des portails RFID, fournissent une confirmation visuelle de la lecture. Dans un entrepôt par exemple, un opérateur qui passe une palette à travers un portail RFID, verra une lumière verte lui confirmer la lecture des transpondeurs, alors qu'une lumière rouge indiquera un problème. Les alarmes sonores agissent de la même manière. Dans un environnement RFID, ces mécanismes de rétroaction sont d'autant plus importants que les processus d'affaires sont dit « transparents » et ne permettent aucunement de valider les processus sans support visuel ou sonore. Dans un environnement automatisé, comme sur un convoyeur, ces mécanismes de rétroaction sont liés à des mécanismes de contrôle comme des portes de déviation. Par exemple, si une boîte est détectée, mais que son transpondeur ne peut être lu à cause d'une défectuosité, ou encore que le transpondeur est lu, mais qu'il n'appartient pas à une commande placée, cette boîte sera automatiquement redirigée vers un espace de traitement des exceptions.

Finalement, un ensemble de systèmes auxiliaires peut être utilisé à titre de système de redondance dans un environnement où le taux de lecture des transpondeurs au niveau des boîtes n'est pas garanti à 100%.

- On pensera par exemple à une balance au sol avant un portail RFID. De cette manière, le poids des boites installées sur la palette est pris à l'entrée du portail RFID. Une fois que les transpondeurs sont lus, une conversion est établie afin de comparer le poids lu et le poids réel attendu. Si un écart se présente, des règles

d'affaires préconfigurées dans l'intergiciel déclenchent une série de décisions qui permettent au système de prendre automatiquement des actions (accepter ou refuser la transaction par exemple). D'autres types de systèmes de redondances peuvent être utilisés, comme par exemple des capteurs à reconnaissance de formes.

- Actuellement, pour pallier à la probabilité d'un taux de lecture en deçà de 100%, un scénario commun est d'étiqueter à deux niveaux : au niveau de chacune des boîtes et niveau de la palette. Le transpondeur placé sur la palette, appelé « transpondeur maître » contient des données sur l'ensemble des boîtes contenues sur la palette. Étant donné que chacune des boites est équipée d'un transpondeur, il est possible de créer des liens qui permettent de retracer en amont et en aval la hiérarchie logistique (similaire à la stratégie d'étiquetage multiple requise par le département américain de la Défense et présentée à la figure 2.5). Ainsi, dans un environnement d'opérations, on voudra surtout assurer la lecture du transpondeur maître au niveau de la palette sans toutefois compromettre la visibilité sur les boîtes qui risqueraient de ne pas lues. Outre les problématiques de lecture, rappelons ici que cette stratégie d'étiquetage à deux niveaux est très pratique dans un contexte de gestion de la chaîne d'approvisionnement où des palettes initialement reçues d'un fournisseur peuvent être défaites et reconstituées sous forme de « palettes mixtes » avant d'être envoyées chez un client. À ce moment là, la traçabilité des boîtes n'est pas perdue et les mêmes transpondeurs peuvent être utilisés. Pour ce qui est de l'information associée au transpondeur de la palette, elle devra toutefois être actualisée afin de refléter son nouveau contenu. Dans le cas de transpondeurs passifs, généralement à capacité de mémoire moins importante, le numéro unique inscrit sur la puce servira de référence pour accéder et modifier l'information sur une base de données accessible via un réseau (Diekmann *et al.*, 2007).

Cette section a mis en évidence l'importance d'établir des règles d'affaires basées sur une logique de lecture des transpondeurs. Ces règles peuvent être très simples, et ne se baser que sur des données de lectures acquises par l'infrastructure RFID, ou plus

complexes et demander l'input de données provenant d'autres systèmes et interagir avec d'autres terminaux externes.

Dans le premier cas, voici un exemple de logique :

(1) si un transpondeur n'est pas lu :

<< (2) déclencher une alarme>>

<< (3) et refuser l'accès >>.

Dans le deuxième cas, ces règles de logique plus complexes appellent à l'utilisation d'un intergiciel RFID et de son intégration avec les différents systèmes de gestion de l'entreprise afin de traduire la capture automatique des données en intelligence d'affaire et en « processus intelligents » (Fosso Wamba *et al.,* 2008b). Voici un exemple simple :

(1) si un transpondeur est lu :

<< (2) vérifier qu'il correspond à l'ASN envoyé>>

<< (3) vérifier qu'il appartient à une commande ouverte dans le ERP >>

<< (4) si oui, allumer le feu vert>>

<< (5) si non, déclencher une alarme >> et << (6) et envoyer un message sur le téléphone cellulaire du contremaître le plus proche>>

Ce qui nous amène à notre prochain point d'intérêt : l'intergiciel.

2.2.4 L'infrastructure virtuelle : l'intergiciel (RFID middleware)

Un intergiciel RFID aussi appelé RFID *Middleware* ou logiciel des couches intermédiaires est un ensemble d'applications logicielles qui servent de passerelle entre les composantes hardware (infrastructure RFID physique) et les composantes software des systèmes RFID (Floerkemeier et Lampe, 2005). Les fonctionnalités sont expliquées plus en détail dans la figure 2.7. L'intergiciel a donc plusieurs fonctions, (i) il gère l'équipement RFID, (ii) il traite les données capturées par l'ensemble des lecteurs et (iii) interagit avec les systèmes de gestion de l'entreprise (O'Connor, 2007).

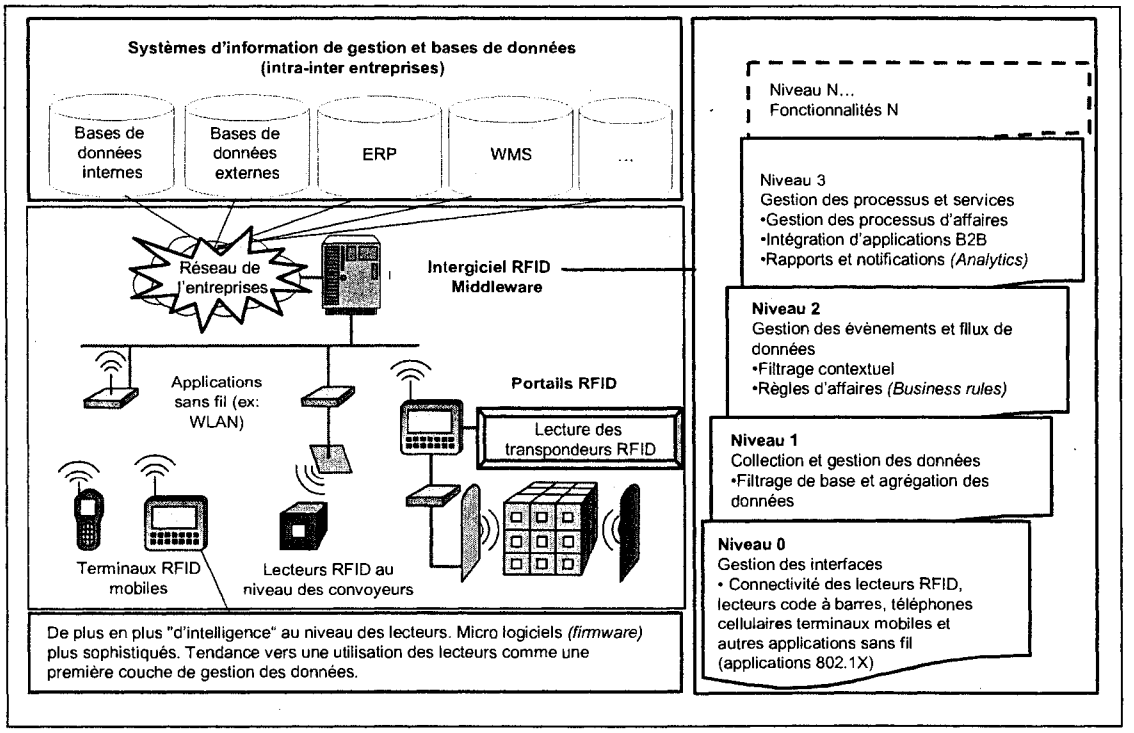


Figure 2.7: Rôle de l'intergiciel dans un système RFID (adapté de Leaver *et al.,* 2004; Sikander, 2004).

Au niveau de la gestion de l'équipement RFID, l'intergiciel suit le statut de toutes les composantes, permet l'identification rapide d'une panne, et détecte éventuellement des problèmes en faisant de la prévention. Par exemple, un lecteur qui semble fonctionnel, mais qui indique une faible performance de lecture ou un taux de lecture en deçà de la moyenne établie, sera signe d'un problème. Un message pourra être envoyé à un technicien afin de vérifier le lecteur, les connections, l'orientation des antennes, etc.
Au niveau du traitement des données capturées par l'ensemble des lecteurs, l'intergiciel agit à titre de couche dite intelligente car c'est à ce niveau là que les données capturées par les lecteurs RFID, les lecteurs de code à barres, le réseau sans fil (802.11), et autres, sont interprétées, filtrées, agrégées, et redirigées vers les systèmes d'entreprises requis (Figure 2.7, partie à droite). Rappelons en effet que si l'implantation des technologies RFID permet une amélioration de la visibilité sur la gestion de la chaîne d'approvisionnement, l'une des conséquences de cette collection automatique des données à un niveau de granularité plus important, implique aussi un défi de gestion et d'analyse de l'information (Melski *et al.,* 2007). Dans un environnement d'opération important, comme c'est le cas du centre de distribution caractérisé par de multi-lecteurs, multi-antennes, multi-transpondeurs, et multi-passages, la quantité astronomique de données capturées est de plus en plus gérée par les lecteurs qui servent de premier filtre. Toutefois, l'ensemble des données doivent aussi être traitées contextuellement, c'est-à-dire en fonction de règles de logique pré-configurées dans l'integiciel et qui régissent la logique des opérations intra- et inter-entreprises. Plus la portée de l'implantation sera importante, plus la configuration de l'intergiciel demandera un travail considérable, ce qui représente une démarche similaire à celle entreprise lors de la configuration d'un ERP.

Au niveau de l'interaction avec les systèmes de gestion de l'entreprise, l'intergiciel occupe une fois de plus un rôle crucial. Il ne sert pas uniquement d'interface de conversion de données comme les plateformes d'interfaces traditionnelles aussi appelées *Enterprise Application Interface* (EAI), mais agit en mode de dialogue avec les divers

systèmes de l'entreprise. Les couches les plus évoluées de l'intergiciel RFID permettent ainsi une gestion contextuelle et la prise d'actions en fonction des données capturées. Par exemple, l'automatisation d'un processus de réception ou d'envoi d'une commande de produits demandera plusieurs échanges entre l'integiciel et l'ERP. Ces échanges devront prendre en compte tous les scénarios possibles (cas d'utilisation) afin d'être en mesure d'opérationnaliser cette automatisation. Les règles de logique configurées devront donc répondre à certaines questions comme celles qui suivent :

- Comment savoir à quelles transactions attribuer la lecture des transpondeurs à un portail RFID spécifique? Est-ce que le système doit associer ces lectures à une entrée ou à une sortie de produits? A quel numéro de commande associer cette transaction?
- Quelle action prendre si un transpondeur sur une boîte n'est pas lu? Par exemple s'il est défectueux, ou si le numéro unique lu ne correspond à aucun numéro généré par l'entreprise?
- Quelle action prendre si un transpondeur sur une boîte est lu, mais plusieurs fois au même endroit? Par exemple, si un opérateur repasse par inadvertance à travers le portail RFID avec son chargement? Est ce que le système doit exécuter une sortie du matériel, puis une rentrée du matériel; annuler les deux actions; lancer une alarme sonore; ...ce sont là des scénarios à envisager lors de la configuration de l'intergiciel.

Les quelques questions ci-dessus mettent en relief les multiples possibilités à considérer lors de la configuration de l'intergiciel. Cette réflexion met aussi en évidence les multiples possibilités lors du design des scénarios d'affaires et des scénarios technologiques pour répondre à chacune de ces interrogations. Cela laisse entrevoir l'importance d'un travail en amont du projet d'adoption lors de la phase de gestion des exigences, du développement et de la configuration de la solution, afin de limiter la portée du projet tout en respectant les objectifs définis. L'implantation d'un tel système demande en effet une démarche de réflexion et d'analyse afin de proposer une solution qui satisfasse les besoins de l'entreprise, sans pousser le travail de configuration à

outrance, ou la sophistication dans une infrastructure infaillible, mais impossible à financer car trop onéreuse. D'autre part, étant donné le caractère nouveau des technologies et de ce type d'implantation dans un contexte de gestion de la chaîne d'approvisionnement, la probabilité de faire face à des imprévus est très élevée. La gestion de ces imprévus auxquels il faut paradoxalement s'attendre suggère une fois de plus une démarche d'implantation progressive et itérative, qui fait d'abord appel au prototypage en laboratoire afin d'assurer le raffinement de la solution.

2.3 La technologie RFID et le réseau EPC

Il existe aujourd'hui plusieurs types de plateformes électroniques pour stocker et échanger des données sur les produits. En regard à la technologie RFID, la question se pose quant aux choix des bases de données, à savoir si elles doivent être distribuées ou centralisées (Diekmann *et al.*, 2007). Dans le premier cas, toute l'information est stockée sur le transpondeur. Dans le deuxième cas, un numéro de référence unique est attribué à chaque transpondeur et l'accès à l'information se fait via une base de données centralisée accessible par un réseau. Notons qu'il existe aussi des approches hybrides où l'information peut être partagée, ou dédoublée. Le tableau 2.3 synthétise les caractéristiques relatives à stratégie d'accès à l'information produit.

Tableau 2.3: Caractéristiques de la stratégie d'accès à l'information produit (Source : Adapté de Diekmann *et al.*, 2007).

	Données sur le réseau	Données sur le transpondeur
Concept	Séparation de l'objet et des données, et conciliation possible par l'accès au réseau.	Intégration des données produit et du produit.
Exigence pour la capture des données relatives au produit	Accès au produit et à un réseau Le réseau EPC utilise Internet.	Accès au produit.
Base de données	Centralisée.	Décentralisée.
Type d'information	Numéro de références unique Le modèle EPC préconise l'utilisation d'un standard établi par EPC Global.	Numéro de référence unique et informations supplémentaires sur le produit en fonction de la capacité de mémoire.
Nature de l'information sur le transpondeur	Généralement statique. L'information est mise à jour sur le réseau.	Généralement dynamique. L'information est mise à jour sur le transpondeur.
Capacité de stockage nécessaire	Petite : actuellement, de 96 à 256 bits.	Élevée : actuellement, au dessus de 128 Kb.
Sécurité	Déterminée par l'accès au réseau.	Déterminée par l'encryption sur le transpondeur.
Type d'applications	Généralement dans les applications de gestion de la chaîne d'approvisionnement, gestion et suivi des animaux, contrôle des accès, etc.	Généralement dans des applications où l'accès à un réseau n'est pas garanti.
Infrastructure requise	Infrastructure RFID (transpondeurs, lecteurs, intergiciel) reliée à un réseau. Le réseau EPC offre cette possibilité.	Infrastructure RFID.
Transpondeurs généralement utilisés	Transpondeurs passifs.	Transpondeurs actifs et semi-passifs.

Quelque soit la stratégie de stockage de l'information présentés au tableau 2.3, soit (i) la séparation de l'objet et des données, ou (ii) l'intégration des données produit et du produit, l'idée maîtresse est de faciliter l'accès et le partage, en temps réel, de cette information afin de permettre une synchronisation automatique des flux de produits et des flux d'informations. Dans certains cas d'applications liées à la gestion la chaîne d'approvisionnement, cet accès doit être permis en tout lieu, en tout temps, et par tous les membres du réseau, notamment en capitalisant sur Internet (Thiesse et Michahelles, 2006). C'est dans cette perspective, qu'a émergé l'idée de mettre en place un réseau RFID/EPC *(Electronic Product Code network)* (EPCglobal, 2004); relançant par la même occasion le concept d'objets auto-identifiables, interconnectés et omniprésents (Ranasinghe *et al.*, 2005; Weiser, 1991).

2.3.1 Le réseau EPC

Le réseau RFID/EPC est donc un réseau de partage d'informations, où l'information sur les produits est hébergée sur des bases de données accessibles via Internet (Thiesse et Michahelles, 2006). Ce réseau est constitué d'un ensemble de technologies qui assurent une identification et une capture automatique des données, et leur partage en temps réel. Pour assurer une standardisation de l'information, un système de codification séquentielle des produits appelé code EPC ou *Electronic Product Code* est utilisé.

De manière générale, le réseau RFID/EPC est constitué de trois éléments : les transpondeurs, l'infrastructure RFID, et un réseau de partage d'informations appelé réseau EPC (GS1, 2007b). Ces trois éléments constituent ainsi une solution émergente pour des applications de traçabilité de produits et de gestion de la chaîne d'approvisionnement.

Le premier élément est le transpondeur EPC, généralement une étiquette électronique passive UHF, appelé *EPC tag*. Chaque transpondeur se voit attribuer un code EPC unique de 96 à 256 bits[25] inscrit sur sa puce mémoire. Lorsque le transpondeur est associé à un objet physique, ce dernier fourni aux membres de la chaîne d'approvisionnement des informations telles que le manufacturier, la catégorie de produit, la date d'expiration, etc. De manière plus spécifique, le code EPC se construit comme suit (voir tableau 2.4) :

---

[25] Rappelons que 96 bits équivaut à 24 caractères alphanumériques, permettant ainsi des trillons de possibilités pour la génération de codes uniques. La dernière génération de transpondeurs passifs UHF class 1 Gen 2 possède jusqu'à 256 bits de mémoire.

Tableau 2.4: Code EPC de 96 bits (source GS1, 2007b)

Entête (Header)	No d'entreprise *(EPC Manager)*	Classe de produit *(Object Class)*	Numéro de série (Serial Number)
01	0000A21	00015E	000189DF0
8 Bits	8 – 35 bits	39 – 56 bits	60 – 95 bits

- Entête *(Header)* – Identifie la longueur, le type, la structure, la génération de transpondeur.
- Le numéro d'entreprise *(EPC Manager number)* - Identifie la compagnie, il s'agit d'un numéro assigné par l'organisme EPCglobal.
- La classe de produits *(Object class)* – Identifie la classe de produit, il s'agit d'un numéro similaire au code à barres (SKU).
- Le numéro de série *(Serial number)* – Identifie le numéro unique qui est assigné par la compagnie.

Le deuxième élément du réseau EPC réfère d'une part, à l'infrastructure RFID décrite précédemment et d'autre part, au réseau d'accès et de partage de l'information. La figure 2.8 schématise un échange d'informations inter-entreprises qui utilisent la technologie RFID et le réseau EPC. Rappelons à cet effet, le rôle du lecteur qui capture les codes EPC, et envoie cette information à l'intergiciel qui traite les données et interagit avec le système *EPC Information Service (EPC-IS)* et le *local Object Name Service (ONS)*. Ces éléments sont définis ci-dessous.

Le système EPC-IS est en quelque sorte le portail d'accès à l'information hébergée sur les bases de données accessibles via le réseau EPC (EPCglobal, 2007); c'est donc un des éléments essentiels du réseau EPC qui permet finalement le partage de l'information (code EPC) et la possibilité à de multiples applications de capitaliser sur l'accès à cette information en temps réel. Le système EPC-IS peut aussi être considéré comme un intergiciel dans la mesure où il incorpore une compréhension du contexte d'affaire dans lequel les codes EPC sont obtenus (EPCglobal, 2007). Le système EPC-IS comporte

trois composantes principales : une application de capture des données préalablement filtrées par l'intergiciel, un répertoire de données, et une application d'accès et de partage de données. De manière générale, pour accéder à de l'information sur un produit, l'approche est très semblable à l'utilisation d'Internet. Dans ce cas, chaque produit à son propre *URL*, qui permet de localiser l'information qui lui est propre sur le réseau, peu importe sur quelles bases de données se trouve cette information. Il s'agit de l'*Object Name Service (ONS)* qui est donc l'équivalent du nom de domaine (*Domain Name Service - DNS)* sur Internet. À la figure 2.8 qui résume le fonctionnement du réseau EPC, nous pouvons voir que lorsqu'un requérant d'information (compagnie A) veut connaître ou mettre à jour le statut d'un objet (ex : palette), il accède à l'information produit en passant par l'ONS local qui interagira avec le Root ONS, accessible via Internet, qui a pour fonction de localiser l'information produit sur le réseau et de router la requête vers la base de données identifiée (en interagissant avec un service de recherche du système EPC-IS, au niveau global).

2.3.2 EPC Global

EPCglobal[26] est l'organisation en charge du développement des standards pour permettre l'interopérabilité au niveau de l'encodage, de la communication et de la synchronisation des données RFID. En 2003, à la suite d'un accord survenu entre le centre de recherche Auto-ID du Massachusetts Institute of Technology (MIT)[27], EAN international et UCC (sous la bannière de GS1 Global depuis 2005), EPCglobal est

---

[26] http://www.epcglobalinc.org/home/

[27] Depuis 2003 le centre de recherche Auto-ID s'est départi du volet standardisation et s'est reconstruit autour de sept centres de recherches appelés laboratoires Auto-ID Labs (www.autoidlabs.org). Le centre Auto-ID a été initialement fondé en 1999 à la suite d'un partenariat entre plus de 100 entreprises de calibre international et du Massachusetts Institute of Technology (MIT). Aujourd'hui, les Auto-ID Labs sont présents dans des universités aux États-Unis, en Angleterre, en Australie, au Japon, en Suisse, en Chine, et finalement en Korée. Chacun de ces centres travaille sur des problématiques particulières. Par exemple, le centre de l'université de Cambridge se concentre sur l'exploration du potentiel de la technologie RFID pour des applications relatives à la gestion du cycle de vie du produit dans le secteur de l'aéronautique (Aero-ID), alors que le centre du MIT s'intéresse plus aux opportunités des technologies dans les applications de gestion de la chaîne d'approvisionnement dans le secteur du détail.

devenu l'organisme en charge d'assurer le déploiement du système EPC à travers le monde.

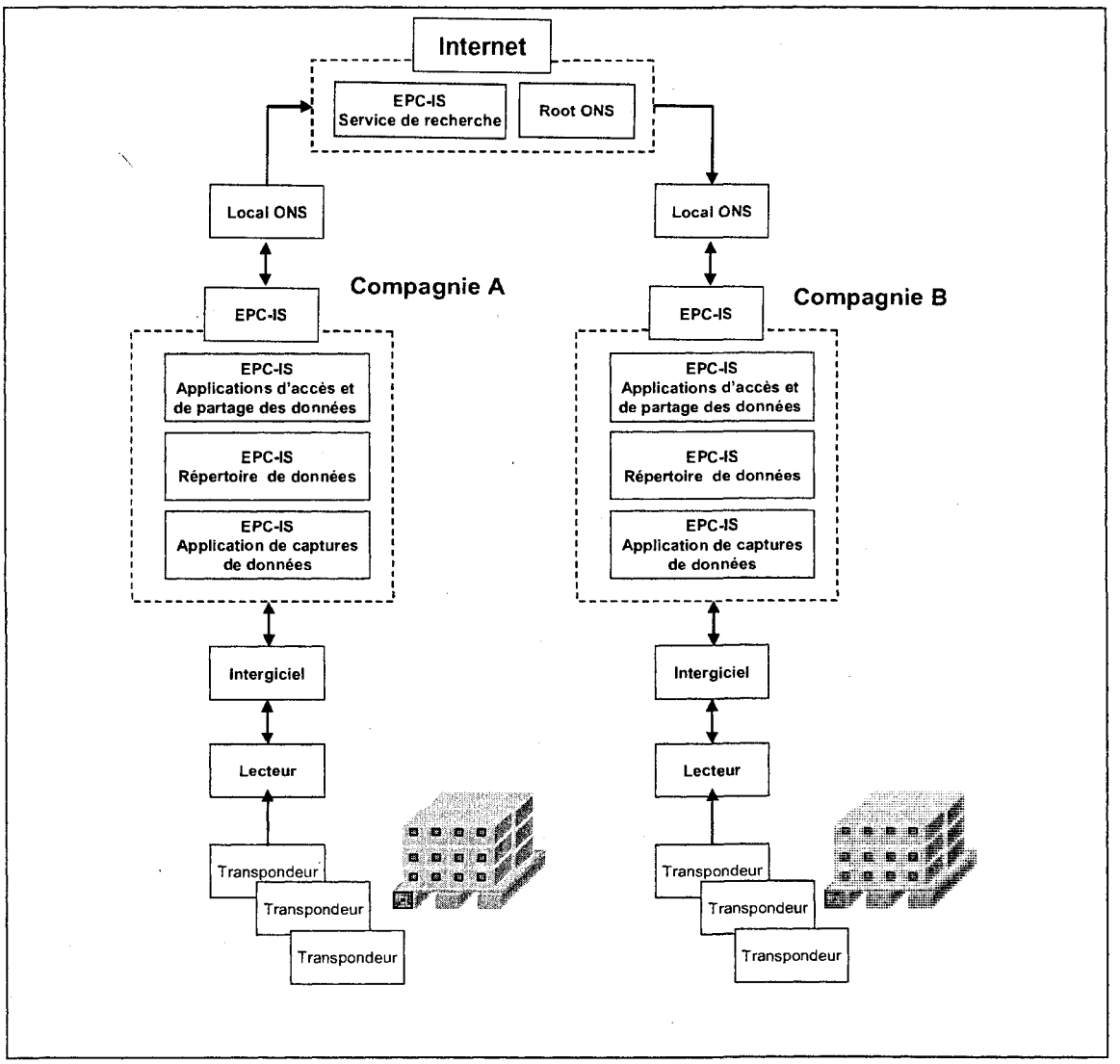


Figure 2.8: Réseau EPC (Adapté de EPC Global, 2007)

2.3.3 État actuel du réseau EPC

Depuis 2003, les progrès accomplis par EPCglobal ont permis la mise en place d'un design dominant au niveau des technologies RFID dans les applications inter-entreprises, notamment pour des applications relatives à la gestion de la chaîne d'approvisionnement. Ainsi, en 2005, un premier standard était établi pour assurer l'interopérabilité des transpondeurs de type UHF (860 Mhz-960 Mhz) de classe 1 Génération 2, en standardisant le protocole de communication (EPCglobal, 2005). Peu après, le standard était amendé par ISO/EPCglobal sous la bannière ISO/IEC 18000-6C (ISO, 2006). Plus récemment, les standards pour le partage d'information en temps réel via le système EPCIS étaient ratifiés par EPCGlobal (EPCglobal, 2007), favorisant une adoption plus généralisée.

Cette partie conclut le chapitre sur les technologies RFID et le réseau EPC. Ce chapitre nous a ainsi permis de mieux comprendre les technologies RFID, leur intégration avec les systèmes intégrés existants et les modèles d'affaires électroniques émergents.

Dans le chapitre suivant, le cadre conceptuel de la thèse est discuté.

CHAPITRE 3 : CADRE CONCEPTUEL ET CONTEXTE D'INNOVATION

Dans le cadre de ce chapitre, un cadre conceptuel est proposé afin d'encadrer la démarche de recherche, d'en circonscrire la portée et de positionner les trois principaux articles de la thèse.

1.7 Cadre conceptuel proposé

La figure 3.1 présente notre cadre conceptuel général. Trois cases imbriquées les unes dans les autres représentent le contexte de notre recherche. Chacun des éléments de ce cadre conceptuel est explicité dans les sections 3.2 à 3.6.

Au niveau le plus global (ou premier niveau) se retrouve le *contexte d'innovation* dans lequel le projet innovation retenu (deuxième niveau) sera analysé (*contexte de projet d'innovation*). Ce même projet d'innovation sera à son tour étudié dans un contexte interne et externe spécifique (troisième niveau) où se déroule la recherche.

Au centre du modèle, les projets d'innovation et plus spécifiquement les phases en amont des projets d'adoption des technologies RFID seront explorés, ce qui correspond à deux objectifs de recherche qui s'intéressent plus particulièrement :

- au processus d'adoption, soit plus particulièrement (i) à la structuration des phases en amont du projet d'adoption par l'identification et l'analyse d'une démarche qui facilite l'adoption des technologies complexes telles les technologies RFID, (ii) à l'importance de mettre en réseau des acteurs clés du processus d'adoption, d'identifier des moyens de générer et de partager des connaissances relatives à la technologie et à son application, et (iii) à l'évaluation de la faisabilité économique, technique, et organisationnelle du projet,
- à l'analyse d'impacts de l'adoption des technologies RFID sur les processus d'affaires intra- et inter-organisationnels et sur la performance des entreprises et des chaînes d'approvisionnement.

De l'analyse d'impacts, il sera possible d'identifier des zones d'*opportunités d'amélioration* qui pourront à leur tour redéfinir le projet initial d'adoption. En effet, le cadre conceptuel présenté à la figure 3.1 tient compte des changements constants qui caractérisent l'environnement technologique des *projets de d'adoption* des technologies RFID. Cette turbulence technologique marquée par une série d'innovations récentes qui ont grandement amélioré la performance des systèmes RFID oblige alors à continuellement réévaluer les *opportunités d'amélioration* dans *les phases en amont des projets d'adoption* des technologies. Cette démarche ouvre de nouvelles pistes de recherche quant aux pratiques d'affaires actuelles et émergentes qui devront à leur tour faire l'objet d'évaluation en terme de faisabilité économique, technique, et organisationnelle dans *un projet d'adoption.*

Afin d'ancrer nos recherches dans la réalité industrielle, deux chaînes d'approvisionnements dans deux secteurs distincts, soit celui de la vente au détail et celui des utilités publiques, ont été sélectionnés et seront présentés dans la section 3.4.

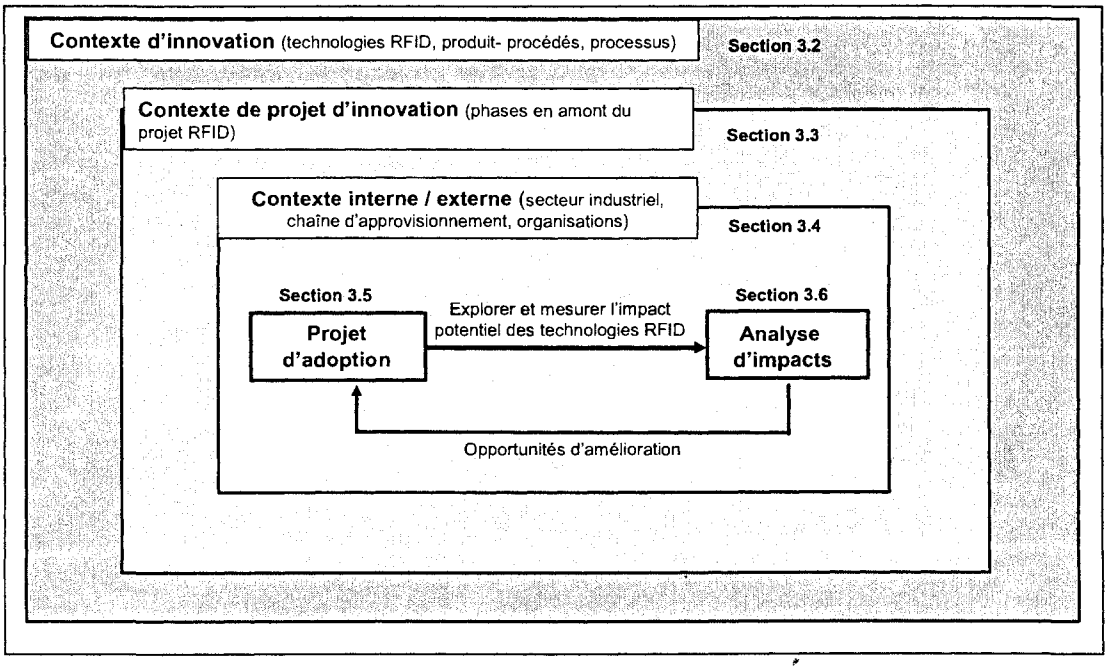


Figure 3.1: Cadre conceptuel général

3.2 Contexte d'innovation des technologies RFID

L'objectif de cette section est de positionner les technologies RFID dans un contexte d'innovation technologique dans la même lignée que les systèmes IOS (Sharma *et al.* 2007; Riggins et Slaughter, 2006; Yang et Jarvenpaa, 2005), permettant la « connectivité » intra- et inter-entreprises (Kumar, 2007; Neeley 2006) et agissant comme facilitateurs à l'opérationnalisation de pratiques d'affaires innovantes.

Certaines applications qui intègrent les technologies RFID sont établies depuis plusieurs décennies. À titre indicatif, la sécurité contre le vol, aussi appelé *Electronic Article surveillance* (EAS) existe depuis le milieu des années 60, le suivi d'animaux de ferme, depuis le milieu des années 70, et l'automatisation des paiements aux péages routiers, ou encore le suivi de wagons de trains, depuis le milieu des années 80. Ces applications, les technologies RFID et les standards qui les supportent sont désormais matures (Landt, 2001), elles ne connaissent que des innovations incrémentales et leur adoption se diffuse dans d'autres industries et dans d'autres domaines d'applications où les fonctionnalités recherchées sont similaires.

Dans ce sens, les recherches de Sheffi (2005) sont intéressantes dans la mesure où elles tentent de positionner les technologies RFID dans un cycle d'innovation et proposent une indication sur les trajectoires potentielles d'adoption, en les comparant entre à d'autres technologies radicales[28], dites *"disruptive"*. Similairement, Adomavicius *et al.* (2006) présentent plusieurs exemples de technologies, dont les technologies RFID, pour identifier des patterns d'évolution communs[29]. Ils se concentrent sur la nature complexe

---

[28] À titre de comparatif, Sheffi (2005) propose de regarder différentes technologies dont (i) la réfrigération, (ii) les systèmes d'autoroutes, (iii) la lampe à incandescence, (iv) la télévision, et (v) l'ordinateur personnel.

[29] Pour illustrer de manière plus concrète leur modèle, les auteurs proposent d'analyser les technologies de support à la musique numérique. Les auteurs s'intéressent entre autres aux composantes (ex : micro processeurs), aux familles de produits et services (ex: caméra digitale, téléphone cellulaire) et à l'infrastructure de support (ex : réseaux, procédés de fabrication) qui constituent chacune une source d'influence sur l'évolution possible de la technologie et de son adoption.

et interdépendante de l'« écosystème des technologies » qui constituent chacune une source d'influence sur l'évolution possible de la technologie et de son adoption. Une réflexion d'autant plus intéressante que les technologies RFID sont tributaires de la performance des transpondeurs, des lecteurs, des antennes, de l'intergiciel, des réseaux de communications, et aussi des systèmes d'information de gestion sur lesquels ils se greffent.

Les innovations produits-procédés reliées aux technologies RFID indiquent clairement que ces technologies sont encore en phase de développement et fluctuent entre différentes phases initiales d'innovations telles que définies par Utterback (1996) et Abernaty et Utterback (1978).

En termes d'innovations produits, les transpondeurs sont certainement les composantes technologiques des systèmes RFID qui ont connu les percées d'innovations les plus impressionnantes au cours des dernières années. Les transpondeurs intègrent des innovations autant radicales qu'incrémentales en termes de taille, de capacité de mémoire, de taux de transfert de données, de performance de lecture et d'écriture, de type d'antenne, de résistance aux interférences, etc. À titre d'exemple, les transpondeurs *HP "Memory Spot"* (Hewlett-Packard, 2006) et *Hitachi "μ-chip"* (Hitachi, 2006; Usami et Ohki, 2003) attestent de ces progrès, avec des tailles respectives de 2mm2 et de 1.6 mm2. Si ces transpondeurs se ressemblent sur la taille, ils se distinguent sur leurs propriétés. Ainsi, les *"Memory Spot"* comportent 1/2 mégabit de mémoire flash et assurent un taux de transfert de données en moins d'une seconde (1000 fois plus rapide que les transpondeurs RFID similaires qui fonctionnent sur une bande de fréquence HF). Par contre, le *"μ-chip"* ne propose que 128 bits de mémoire, juste assez pour y encoder un numéro unique qui réfèrera à une base de données pour accéder à une information complète sur le produit. Cela dit, malgré des caractéristiques différentes, ces innovations convergent vers la possibilité d'attacher un transpondeur à chaque objet, module, système, et composante, pour ainsi permettre un suivi de l'information tout au long de leurs cycles de vie. Plus encore, récemment, un brevet de Kodak (US Patent and

Trademark office, 2007) faisait mention d'un transpondeur RFID digestible pour suivre l'absorption des médicaments. Ce dernier comprendrait une antenne composée d'une substance médicamenteuse et conductrice, ainsi que d'un circuit intégré «fragile» destructible par les sucs gastriques, une fois l'information communiquée. Finalement, et encore plus petit, Alien technology, une entreprise innovante pionière dans le secteur de la fabrication de transpondeurs et des lecteurs RFID, propose des nano-puces de 350 microns, si petites qu'elles peuvent être dissipées partout, d'où la notion de poussière intelligente ou *"smart dust"* (Khan *et al.,* 2000; Warneke *et al.,* 2001; Mitsugi *et al.,*2007).

Les autres composantes de l'infrastructure RFID connaissent aussi des avancées technologiques importantes. À titre d'exemple, au niveau des lecteurs, plusieurs compagnies ont récemment exploré diverses avenues, dont les lecteurs hybrides, multi-fréquences, ou intégrant la mobilité comme fonctionnalité importante. À ce titre, Motorolla-Symbol a récemment mis sur le marché le lecteur mobile DS5000, qui permet de compter les palettes au fur à mesure qu'elles sont embarquées sur un chariot élévateur ou sur un transpalette. Ce lecteur offre aussi une possibilité d'intégration avec les réseaux sans fils locaux (LAN) de l'entreprise et permet une intégration avec des technologies complémentaires comme Bluetooth. Plus encore, Savi technology, récemment acquis par Lokheed Martin, proposait des lecteurs RFID qui fonctionnent à l'énergie solaire; une technologie qui permet une réduction des coûts de consommation d'énergie, mais qui ouvre surtout de nouvelles opportunités d'applications, par exemple lors de la mise en place d'entrepôts mobiles dans le désert du Koweit où le département américain de la Défense est présent (Savi, 2007).

En termes d'innovations procédés de fabrication, des ajustements majeurs ont du être mis en place pour assurer la production de masse des transpondeurs RFID passifs de type étiquette, ce qui est requis dans le secteur de la vente au détail. En effet, la demande de transpondeurs a explosé depuis l'initiative de Wal-Mart, pour s'établir autour de plusieurs centaines de millions de transpondeurs par année, seulement dans ce secteur.

Pour assurer une rentabilité dans la production de transpondeurs, les fabricants de transpondeurs ont introduit des pratiques innovantes au niveau de leurs procédés de fabrication. A ce titre, dès 2003, Alien technology, en coopération avec l'université de Berkeley en Californie mettait en place un procédé de fabrication appelé *"Fluidic Self Assembly"*, pour produire des milliards de nano-puces (Alien, 2007). Outre les puces, toutes les composantes des transpondeurs RFID connaissent des avancées sur le plan des procédés de fabrication. Par exemple, au niveau des antennes, les recherches visant une réduction des coûts de fabrication ont permis la possibilité d'imprimer des antennes à partir d'encre conductrice; et cette technique est désormais essayée pour imprimer des puces (Subramanian *et al.*, 2005a, 2005b).

Plus généralement, dans une récente analyse rétrospective des recherches sur les technologies RFID depuis le début des années 90, Chao *et al.* (2007) suggèrent à que les technologies RFID sont passées à travers trois grands stades d'innovations : (i) le premier, caractérisé par une emphase sur la technologie (communication des données, contrôle des accès, qualité et distance des transmissions, amélioration des antennes, réduction de la taille des transpondeurs, etc.), (ii) le deuxième stade, marqué par l'adoption croissante d'applications des technologies dans de multiples secteurs d'activités, (iii) et le troisième stade influencé d'une part par les innovations technologiques qui permettent par exemple la production de masse des transpondeurs et l'amélioration de la performance des composantes des systèmes RFID, et caractérisé d'autre part par l'intégration avec les systèmes de gestion des entreprises (ex : ERP, WMS) et les systèmes de communications sans fils (ex : LAN, WI-FI). Plus précisément, sur le plan de l'adoption, le troisième stade correspond à une diffusion mondiale des technologies, au niveau d'applications intra- et inter-entreprises dont l'automatisation des lignes de production, l'intégration des technologies RFID dans les applications de gestion de la logistique et de support aux activités de commerce électronique. Similairement, Ngai *et al.* (2008) indiquent que la plupart des recherches

scientifiques se sont initialement concentrées sur l'aspect technique des technologies[30], mais qu'au fur et à mesure que les défis initiallement identifiés sont relevés, l'emphase est de plus en plus mise sur des applications possibles et sur le potentiel des technologies RFID au sein des organisations; ce qui représente un filon de recherche appelé à être exploré (Ngai *et al.*, 2008; Curtin *et al.*, 2007).

Dans le contexte de gestion de la chaîne d'approvisionnement où les transpondeurs passifs de type UHF sont utilisés par centaine de millions dans le secteur de la vente au détail uniquement, Trebilcock (2006) rappelle que les technologies RFID se situent dans un tournant important, alors que se profile la standardisation et de l'émergence d'un design dominant proposé par EPCglobal (EPC Global, 2007). Rappelons à ce titre le standard ISO/IEC 18000-6C qui définit le protocole de communication pour assurer l'interopérabilité des transpondeurs de type UHF Classe1 Génération 2 (EPCglobal, 2005; ISO, 2006) ainsi que la ratification récente du standard pour assurer le partage d'informations en temps réel via le système EPC-IS (EPCglobal, 2007).

Sur le plan plus sensible de la propriété intellectuelle, les disputes des dernières années ont fait émerger l'idée de mettre sur pied un consortium en charge de gérer cet aspect et d'offrir des licences croisées d'utilisation de technologies propriétaires [31]. Étant donné que le cadre réglementaire et judiciaire évolue plus lentement que la technologie, cette stratégie technologique permet d'éviter de longues poursuites judiciaires (Meza et Burgulman, 2003) en plus de favoriser l'adoption d'un standard. Dans le cas des technologies RFID, l'idée d'un basin de brevets appelé *"RFID patent pool"* a ainsi été proposé au milieu de l'année 2005 (O'Connor, 2006). Dans ce programme, les

---

[30] Ngai *et al.* (2008) expliquent que près de 80% de la littérature scientifique publiée, et relative aux technologies RFID, s'articule autour de préoccupations techniques des transpondeurs, en tant que composantes déterminantes dans la performance des systèmes RFID. Les auteurs notent toutefois que peu d'articles (16.1%) se sont intéressés à la performance du système dans son ensemble.

[31] D'une certaine manière, le modèle d'affaire est similaire à ceux mis en place au milieu des années 90 pour le développement de standards MPEG *(Moving Picture Experts Group)* et DVD *(Digital Versatile Disc)* (U.S. Patent and Trademark Office, 2000). Pour une information plus exhaustive sur les bassins de

participants, incluant d'importants fournisseurs de technologies RFID[32], peuvent désormais bénéficier de nouvelles opportunités d'affaires tout en partageant les redevances avec le consortium (Wu et Yen, 2007). À ce titre, Intermec, un leader dans le domaine de l'infrastructure RFID (terminaux mobiles, systèmes de traitement de données, imprimantes de codes à barres), qui détient plus de 145 brevets RFID dans divers domaines d'application, a lancé sa propre initiative appelée *"Intermec RFID Rapid Start Licensing Program"*. Cette initiative qui se traduit sous formes de licences, a pour but de donner accès aux innovations de l'entreprise à un ensemble de compagnies qui pourront désormais utiliser les technologies propriétaires d'Intermec. De manière plus générale, Nappi (2004) rappelle qu'entre 1970 et 2003, 1256 brevets contenant le terme RFID ont été émis; soit 776 (62%) au cours des quatre dernières années, ce qui reflète incontestablement l'intérêt exponentiel pour ces technologies au cours des dernières années.

En termes de dynamique de l'environnement industriel, les alliances de diverses natures autant technologiques que d'affaires, les acquisitions d'entreprises, qu'elles soient des petits joueurs ou des firmes établies sont encore très fréquentes. À titre d'exemple, en 2005, Symbol Technologies, un des plus grands fournisseurs de lecteurs de codes à barres, pénétrait le marché des technologies RFID en achetant Matrix Technology, un pionnier dans la fabrication des lecteurs, antennes et transpondeurs RFID. Symbol Technologies possédait à ce moment là plus de 900 brevets dans des domaines complémentaires comme les lecteurs de codes à barres, les technologies RFID, les terminaux mobiles et les terminaux sans fils. Or, récemment cette entreprise a été acquise par Motorola pour la somme approximative de quatre milliards de dollars (Motorola, 2007). Cette acquisition par l'un des acteurs clés du secteur des

---

brevets *(joint licensing schemes)* et de leurs administrateurs le site du MGPEG Industry Forum (http://www.mpegla.com/index1.cfm) et celui du DVD 6C Licensing Agency (http://www.dvd6cla.com).

[32] Ce groupe est formé de huit entreprises dont Alien Technology, Applied Wireless Identifications Group (AWID), Avery Dennison, Moore Wallace, Motorolla/Symbol Technologies, ThingMagic, Tyco Fire & Security et Zebra Technologies.

télécommunications sans fils renforce une fois de plus l'importance du phénomène de la complémentarité des actifs technologiques (Teece, 1987), nécessaire à la commercialisation des innovations, et symptomatique de la phase dite "fluide" qui caractérise la dynamique des innovations technologiques (Roberts et Liu, 2001)[33]. En contrepartie, Nokia, fondateur du « forum pour les technologies de communications de courtes portées » *("Near Field Communication Forum"[34])*, avait déjà démontré un intérêt certain envers les technologies RFID. Dès 2004, l'entreprise présentait un prototype de son modèle téléphone cellulaire intégrant un lecteur RFID lors de l'événement du CTIA Wireless I.T. & Entertainment. Ce téléphone cellulaire devait servir de base de données tampon avant de relayer de l'information capturée (RFIDJournal, 2004). Nokia avait alors développé une alliance avec Verisign, une entreprise qui œuvre dans l'exploitation d'infrastructures numériques à travers l'ensemble des réseaux téléphoniques et de transmission de données, dans le monde. Cette entreprise, aussi connue pour sa marque de commerce au niveau de la délivrance de certificats numériques, est un des pionniers dans la mise sur pieds du réseau EPC.

Cela dit, cette restructuration continue du marché illustrée par les exemples précédents s'inscrit dans un mouvement de convergence technologique bien établi. Dans une perspective de gestions de la chaîne d'approvisionnement, ce mouvement de convergence, couplé à celui de l'intégration des systèmes d'information intra- et inter-entreprises permet désormais aux entreprises d'étendre leurs réseaux de communication

---

[33] Roberts et Liu (2001) reprennent les travaux de Utterback (1996) et proposent une analogie intéressante entre la dynamique des phases technologiques (fluide, transitionnelle, mature, discontinue), le degré de maturité d'une technologie et les stratégies technologiques d'acquisitions/alliances caractéristiques de ces phases. Leur cadre d'analyse permet ainsi de mieux comprendre les priorités des entreprises dans leurs choix stratégiques tel que le réalignement des compétences technologiques en fonction du design dominant, l'exploration continue des opportunités de la technologie, la poursuite d'une stratégie de croissance, etc., ainsi que les stratégies d'acquisitions/alliances conséquentes. En se basant sur leur cadre d'analyse, les technologies RFID seraient actuellement aux confluents de la phase dite "fluide" et de la phase dite "transitionnelle".

[34] http://www.nfc-forum.org/home

et leurs capacité à traiter de l'information au-delà des limites traditionnellement fixées par la localisation géographique.

La section suivante présente une synthèse des entreprises qui gravitent autour de la mise en place d'un système RFID.

3.2.1 Les acteurs autour de la mise en place d'un système RFID

La figure 3.2 présente une synthèse des fournisseurs de technologies et de services qui gravitent autour de la mise en place d'un système RFID. Notons que la plupart des entreprises sont difficiles à catégoriser car (i) elles offrent parfois une gamme de produits et de services complémentaires, (ii) elles s'adressent à divers secteurs d'activités dont celui de la santé, de la défense, de la vente au détail, etc., et (iii) elles fournissent une gamme d'applications diversifiées qui s'inscrivent dans les quatre grands domaines d'applications présentés à la section 1.2., soit la gestion de la relation client; la gestion de la sécurité et des accès; la gestion des actifs; et la gestion de la chaîne d'approvisionnement.

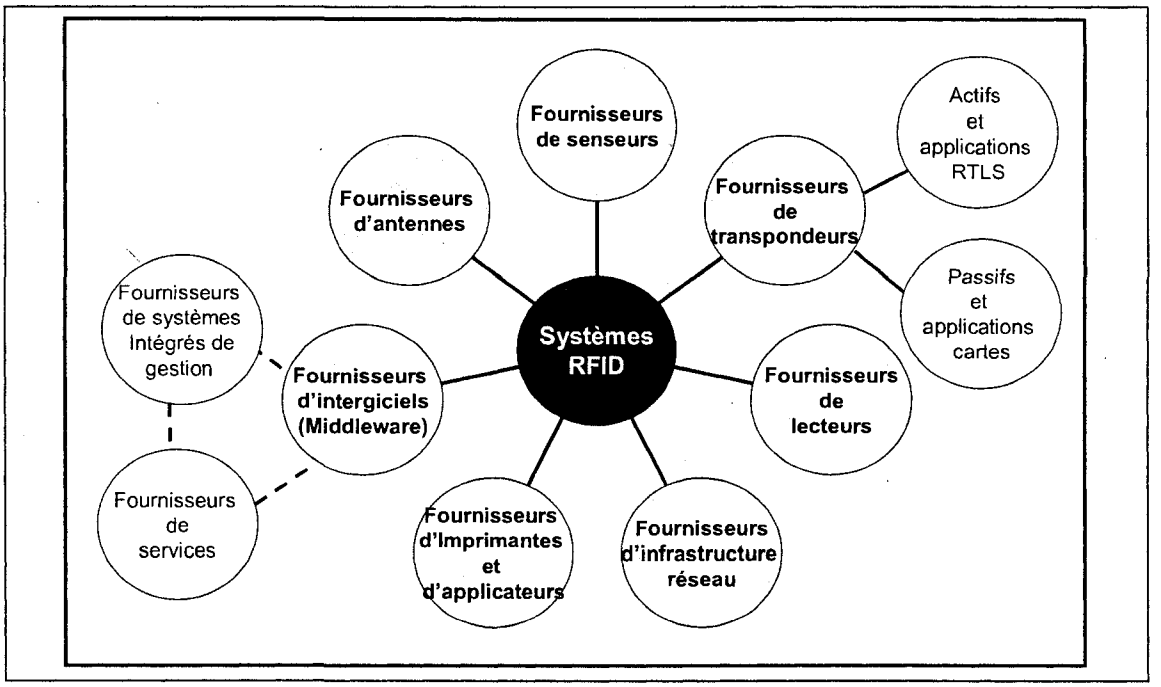


Figure 3.2: Portrait des acteurs pour la mise en place d'un système RFID (Synthétisée à partir de RFID Journal, 2007)

Pour chacune des catégories illustrées à la figure 3.2, plusieurs entreprises répertoriées récemment sont indiquées. En voici quelques unes :

- **transpondeurs:** 3M, Impinj, Tag Sense, TAGSYS, Right Tag, RFID Inc., Avery Dennison RFID, Checkpoint, Hitachi, Texas instrument (TI-RFID), Paxar, etc.
    - **transpondeurs passifs et cartes :** ASK, ASTA-SD ltd., FreedomPay, Hypercom, etc.
    - **transpondeurs actifs et semi passifs** (RTLS): AAID Security Solution, Aeroscout, Assetpulse, Avante International, Ekahau Inc., Identec Solutions, RF Code, Savi – Lokheed Martin, WhereNet, etc.
- **senseurs:** Crossbow Tech. Inc., Gentag, Infratab Inc., Sensitech Inc., Thermal solutions Inc., etc.

- **lecteurs et antennes:** Motorola-Symbol, Intermec, Alien, A.C.C. systems, Assa Abloy identification technology (ITG), IPICO, Right Tag, RFID Inc., AWID – Applied Wireless Identification, Psion Technologix, Siemens, ThinMagic, etc.
- **imprimantes et des applicateurs:** Datamax Corp., Diagraph – a ITW compagny, FoxIV, Printronix, SATO, Zebra, WS Pakaging Group, etc.
- **systèmes intégrés de gestion:** Accellos Inc. et RedPrairie Corp. (au niveau des WMS), ACSIS (au niveau des MES), SAP (au niveau des ERP), etc.
- **intergiciels:** GlobeRanger, Corp., Codeplus Inc., Bea Systems, IBM Corp., Manhatan Associate Inc., Oracle, RF-IT Solutions Gmbh, SAP (Auto ID infrastructure -AII), Microsoft (Web Sphere), Shipcom Wireless (Catamaran), SPEDE technologies, Ship2Save (OMS), etc.
- **fournisseurs de services:** plusieurs acteurs comme IBM Global Solution, Hewlett Packard ou Bell Canada se proposent comme intégrateur de solutions. Plusieurs firmes de consultation dont Accenture, Deloitte, CapGemini et Bearing Point proposent leurs services, mais aussi des firmes spécialisées comme Deuteron, Cactus et Ship2Save au Québec.
- **réseaux:** Cisco Systems, Sun Microsystems, Omnitrol, Blue Vector Systems, MARKEM, Vue technologyTechnology, etc.

Les entreprises qui gravitent autour de la mise en place d'un système RFID peuvent aussi être catégorisées en tant qu'acteurs directs qui fournissent l'équipement nécessaire à la mise en place du système, et en tant qu'acteurs indirects ou de support, qui fournissent les services et les applications complémentaires nécessaires à la bonne marche des systèmes RFID.

Pour ce qui est des fournisseurs directs, notons entre autres :

- les fournisseurs de différents types de transpondeurs, de lecteurs, d'antennes, d'imprimantes, et d'intergiciels RFID. Alors que l'offre de service des fournisseurs d'infrastructure hardware est relativement claire, celle des

fournisseurs d'infrastructure logicielle est plus difficilement cernable car les acteurs qui oeuvrent dans le domaine sont très diversifiés dans leurs offres de services. En fait, il existe encore relativement peu de fournisseurs d'intergiciels dédiés ou *"pure players"* comme Shipcom Wireless qui propose son intergiciel « Catamaran » aux grandes entreprises ou Ship2Save qui propose son intergiciel « OMS » aux petites et moyennes entreprises. Notons que les fournisseurs de transpondeurs actifs pourvoient aussi des solutions logicielles pour supporter la gestion des transpondeurs dans les applications de localisation des actifs en temps réel aussi appelées RTLS ou *"Real time Location Systems"*. À titre d'exemple, Aeroscout et Ekahau Inc. sont les deux leaders dans le domaine des applications RTLS dans le secteur hospitalier et la complémentarité de leurs offres a certainement contribué à leur positionnement. En effet, les entreprises proposent des transpondeurs actifs ainsi qu'un logiciel de géolocalisation. Aeroscout propose aussi, en partenariat avec Cisco, l'infrastructure sans fils (Wi-Fi) requise.

Pour ce qui est des fournisseurs indirects, il est possible de mentionner:

- les fournisseurs de systèmes intégrés de gestion de l'information aussi appelés systèmes d'applications d'entreprises qui proposent des solutions hybrides. D'une part, ces entreprises intègrent des passerelles technologiques RFID pour assurer la compatibilité des systèmes RFID avec leurs propres plateformes. D'autre part, elles proposent leurs propres intergiciels RFID. À ce titre, citons l'exemple de SAP dans le domaine des ERP qui propose sa propre solution intergiciel appelée SAPAII- *Auto ID Infrastructure*, ou encore le cas de RedPrairie / Marc Global dans le domaine des WMS qui propose sa propre solution RFID dans son offre de système de gestion d'entrepôt.

- les fournisseurs d'infrastructure technologique comme IBM ou HP qui proposent des serveurs pour l'entreposage et le traitement de l'information. Notons que ces deux entreprises ont chacune des filiales qui se positionnent dans le marché des

intégrateurs de solutions. Un marché dans lequel s'est aussi positionné Bell Canada, fournisseur d'infrastructure réseau.

- les fournisseurs d'infrastructure de réseau pour assurer la connectivité intra- et inter-entreprises comme Sun Microsystem ou Cisco systems. Cette dernière s'est spécialisé dans le couplage des technologies RFID actives et des réseaux Wi-Fi qu'elle propose déjà depuis plusieurs années.
- les fournisseurs de technologies sans fil comme Motorola-Symbol et Nokia qui travaillent activement à l'intégration des technologies RFID dans l'offre de terminaux mobiles qu'ils proposent.
- les fournisseurs de services conseils dont Accenture, Deloitte, CapGemini ou Bearing Point, qui oeuvrent traditionnellement dans la mise en place de solution ERP, SCM ou CRM et qui agrandissent leur portfolio d'offres de services. Le fait de capitaliser sur les systèmes déjà en place (ex : ERP, WMS) pour optimiser l'impact des technologies RFID requiert de la part des fournisseurs de services conseils une expertise préalable dans le domaine (à moins de vouloir installer une solution RFID qui fonctionne en mode autonome, aussi appelée *"RFID stand alone solution"*.

Cette synthèse des acteurs qui gravitent autour de la mise en oeuvre des projets RFID met en évidence l'apparition d'un effet réseau d'entreprises (Dew et Read, 2007), aux compétences complémentaires qui évoluent de manière interdépendante pour former un « écosystème RFID » (Quaadgras, 2005; Adomavicius *et al.*, 2006).

Depuis les cinq dernières années, la structuration des acteurs autour des technologies RFID s'est établie autant parmi les fournisseurs de technologies que parmi les « adopteurs » actuels et potentiels. A cet effet, une récente étude, Dew et Read (2007) suggèrent que l'industrie des technologies RFID a été fortement influencée par des problèmes de coordination entre les différents fournisseurs de technologies et les utilisateurs potentiels, dues à des externalités de réseau directes et indirectes (Katz et

Shapiro, 1986; Riggins *et al.*, 1994). Les auteurs notent par exemple, (i) l'importance des codes à barres comme point d'ancrage et de repère pour les technologies RFID, et comme un levier pour définir le standard EPC; (ii) le rôle central du leadership d'entreprise comme Wal-Mart aux États-Unis, Metro AG en Allemagne ou Tesco en Angleterre qui ont contribué à créer une masse critique d'entreprises autour des technologies, et (iii) le partage de l'information et la création de connaissance, comme des mécanismes de coordination qui ont enclenché un processus d'adoption et aidé l'industrie à sortir de son inertie [35]. Curtin *et al.* (2007) s'intéressent aussi aux rôles des externalités de réseau directes et indirectes sur l'adoption des technologies RFID, en tant que système IOS. Ils mettent par exemple en valeur l'importance de la standardisation pour permettre l'interopérabilité entre les transpondeurs et les lecteurs afin que les adopteurs évitent de se retrouver prisonniers d'une technologie. Si les technologies RFID semblent plus intéressantes à adopter dans la mesure où les entreprises peuvent capitaliser sur leurs investissements en collaborant avec un plus grand nombre de membres du réseau, ils perdent toutefois la capacité à se différencier. Curtin *et al.* (2007) se questionnent alors sur les intentions d'adoption des technologies, en tant qu'« avantage compétitif ou nécessité compétitive ». Cela soulève alors une réflexion, non plus quant à l'adoption des technologies, mais quant au degré d'adoption, au niveau d'intégration avec les systèmes existants et aux différentes stratégies de différentiation qui dépendent fortement de la capacité de l'entreprise à exploiter les innombrables possibilités offertes par les technologies RFID. Cette réflexion peut être illustrée ainsi : (i) dans un cas simple où les technologies RFID ne sont adoptées qu'avec l'intention de répondre à un mandat, c'est-à-dire, en mode *« Slap and Ship »* où les pratiques d'affaires de l'entreprise ne changent pas, l'impact de l'adoption est minime, si ce n'est que cette opération représente un coût supplémentaire pour l'adopteur, mais lui permet de

---

[35] Plusieurs récents modèles d'adoption fortement influencés par la littérature en systèmes IOS ont récemment été proposés (ex : Sharma *et al.*, 2007 et Neeley, 2006). Quelques études académiques quantitatives sur l'intention d'adoption ont aussi été réalisées (ex : Leimeister *et al.*, 2007; Vijayaraman et Osyk, 2006; Brown et Russell, 2007).

maintenir sa relation d'affaire avec son client influent, (ii) dans un scénario d'adoption plus élaboré, l'intégration d'un système RFID avec le système d'information de gestion de l'entreprise permettrait d'automatiser dans le ERP la transaction relative à la sortie de produits, ajuster l'inventaire en temps réel, aviser par un ASN le client de l'envoi de la commande, et au besoin, lancer une demande de réapprovisionnement. (iii) à un niveau d'intégration plus élevé, soit entre les différents membres d'une chaîne d'approvisionnement, le couplage des applications RFID à celles de commerce électronique inter-entreprises ouvrent des opportunités de réingénierie des processus d'affaires, qui à leur tour permettent d'augmenter la performance de la chaîne d'approvisionnement.

La proposition de Hamel (2006) peut aussi servir à nourrir la réflexion relative aux technologies RFID comme source d'avantage compétitif. L'auteur suggère que les innovations industrielles s'organisent autour de deux axes (i) celles de type« opérationnel » qui mettent l'emphase sur les processus de l'entreprise dont les approvisionnements, la logistique, le service à la clientèle, etc., et qui ont le potentiel de redéfinir la performance opérationnelle de l'entreprise (ii) et celles de type « managérial » dont la planification stratégique, la gestion de la connaissance, la gestion des relations, etc., qui altèrent de manière radicale les pratiques de gestion des entreprises, leur permettant d'atteindre des performances inégalées (Hamel, 2006, p. 73). Nous pensons que les technologies RFID présentent un potentiel pour chacun de ces deux axes.

Heinrich (2005) reprend cette réflexion en proposant une vision futuriste du pilotage des entreprises équipées de technologies RFID, qui fonctionnent alors en mode de gestion par exception. Dans un contexte de gestion de la chaîne d'approvisionnement intégrant les technologies RFID, la logique de visibilité de l'information, de synchronisation des flux informations-produits et d'anticipation des évennements permet la mise en œuvre (i) de stratégies de production telles que la fabrication ou l'assemblage en fonction de la demande ou (ii) de pratiques collaboratives telles que le CPFR qui pourraient alors se

concrétiser telles que conceptuellement proposées (Gunasekaran et Ngai, 2005; Pramataris *et al.* 2005). Ces stratégies de gestion de la chaîne d'approvisionnement qui capitalisent sur les technologies RFID comme levier informationnel pour supporter la prise de décisions exigent de repenser les stratégies au niveau du développement de produits, des procédés et des processus d'affaires qui évoluent conjointement, plus souvent qu'autrement. Les idées principales retenues qui synthétisent en partie la discussion sur le contexte d'innovation sont répertoriées à droite dans la figure 3.3.

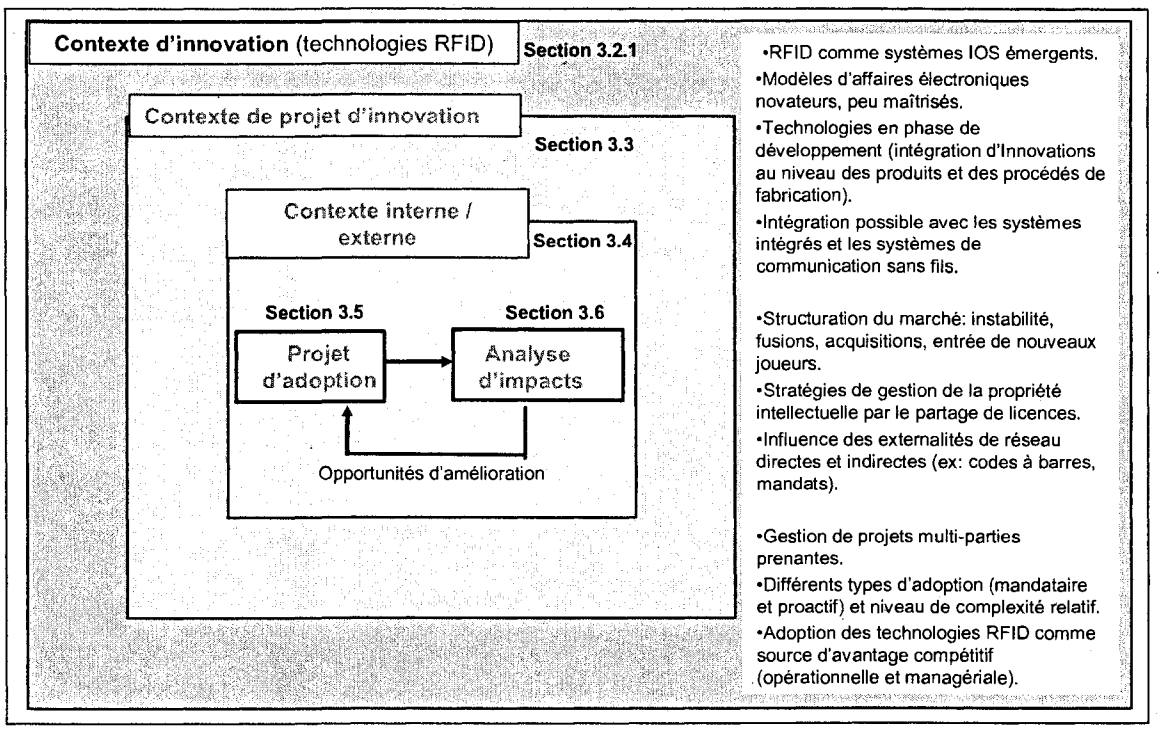


Figure 3.3 : Cadre conceptuel général et synthèse du contexte d'innovation.

D'autre part, étant donné le caractère indissociable des dimensions « produits, processus et chaîne d'approvisionnement », lors de la prise de décision pour optimiser les activités d'une chaîne d'approvisionnement (Fixson, 2005), ces différentes dimensions serviront de repères pour mieux identifier l'impact potentiel des technologies RFID comme levier à l'innovation.

3.2.2 Contexte d'innovation des technologies RFID : produits, processus et gestion de la chaîne d'approvisionnement

Cette section propose ainsi une revue de littérature rétrospective sur les pratiques d'affaires innovantes, ce qui permettra de mieux comprendre dans quelles mesures les technologies RFID peuvent servir de levier à l'innovation (i) au niveau de la gestion de la chaîne d'approvisionnement, et (ii) au niveau du développement de produits et des procédés ou processus de production.

Les technologies RFID, en tant que plateforme informationnelle placée sous la bannière des technologies de l'information et des communications (TIC) de soutien aux activités de l'entreprise s'insèrent dans un continuum d'adoption de technologies de support à la prise de décision. Historiquement, l'évolution industrielle, marquée par une succession d'innovations technologiques intimement reliées aux changements sociaux, a permis la mise en place de méthodes, de procédés techniques et de systèmes qui ont appelé les organisations à repenser les modèles d'affaires établis (Freman et Soete, 2000). Dans cette évolution, les technologies de l'information se posent comme une « force révolutionnaire » (Kalay, 2005) à la base des organisations centrées sur l'information et positionnées comme le catalyseur de la dernière vague de Kondratieff (Hall et Preston, 1988). Globalement, les TIC ont permis le la migration des pratiques d'affaires localisées et séquentielles au travail en réseau et en parallèle. Dans le contexte actuel, les entreprises capitalisent sur ces opportunités technologiques pour redéfinir leurs stratégies d'affaires, qui se traduisent par une restructuration organisationnelle, dont la mise en place d'équipes multi-entreprises et multi-locations coordonnées autour de la livraison d'un produit–service (Zeng et Possel-Dolken, 2002).

Ces modes de gestion, maintenant établis mais encore fragiles, ont contribué à la complexification des échanges, et mis de l'avant l'importance de la coordination et de la collaboration (Nobelius, 2004) et des moyens de communications de soutien. Les TIC se positionnent désormais comme l'une des dimensions fédératrices pour soutenir les

gestionnaires dans les multiples transactions qu'ils conduisent. Dans ce contexte de plus en plus orienté sur l'entreprise réseau, l'emphase sur la technologie au service des activités intra-entreprises se tourne vers la gestion des interfaces et la coordination des membres de l'entreprise étendue (Dyer, 2000). Par ailleurs, si le concept de l'entreprise étendue n'est pas nouveau, ce n'est que depuis le début des années 70 que les entreprises ont initié l'adoption de diverses plateformes électroniques dont l'EDI, suivi de l'EDI-Internet, puis de divers réseaux propriétaires inter-organisationnels et plus récemment des places d'affaires électroniques qui capitalisent aussi sur Internet (Grieger, 2003). L'adoption de ces plateformes électroniques a alors permis la mise en place de modèles d'affaires électroniques novateurs, facilitant d'abord les transactions électroniques, et plus récemment offrant des opportunités de collaboration (Markus et Christiaanse, 2003) et qui intègrent désormais les technologies RFID dans leurs offres de services (Radko et Schumacher, 2004). Dans un contexte de gestion de la chaîne d'approvisionnement, les technologies RFID sont positionnées comme un levier informationnel à la prise de décisions et facilitent l'opérationnalisation des pratiques émergentes de gestion.

La section suivante s'intéresse plus particulièrement à cet aspect et propose une brève rétrospective de divers mouvements d'amélioration de la gestion de la chaîne d'approvisionnement. Cette section illustre l'importance de la capture, de l'accès, du partage, et de la synchronisation de l'information pour opérationnaliser les diverses stratégies d'améliorations préconisées.

3.2.2.1 Les technologies RFID comme levier à l'innovation dans la gestion de la chaîne d'approvisionnement

Croom *et al.* (2000) dénotent qu'il n'existe pas de définition universelle du concept de gestion de la chaîne d'approvisionnement et cela à cause de la nature même de la littérature diversifiée où le concept est traité, soit en stratégie, en logistique, en marketing, etc.

Dans le cadre de cette thèse, deux définitions sont retenues, soit (i) celle du Supply chain Council (2007) et (ii) celle de Lambert *et al.* (1998). Selon le Supply chain Council

(2007): « la chaîne d'approvisionnement comprend l'ensemble des efforts impliqués pour produire et livrer un produit-service, des fournisseurs des fournisseurs, aux clients des clients ». La gestion de la chaîne d'approvisionnement quant à elle « comprend la gestion de l'offre et de la demande, incluant l'approvisionnement, la fabrication-assemblage, l'entreposage, la distribution à travers tous les canaux et la livraison au client final » (Supply chain Council, 2007). Cette définition est retenue pour sa simplicité relative, sa crédibilité au sein de l'industrie et son adoption comme point de référence par des milliers d'entreprises à travers le monde.

Lambert *et al.* (1998) suggèrent une définition tout aussi intéressante et complémentaire qui tient compte cette fois ci de l'aspect processus, informationnel, et de la création de valeur dans la gestion de la chaîne d'approvisionnement; soit: «l'intégration des processus d'affaires depuis l'utilisateur final jusqu'au fournisseur initial, qui fournit les produits, services et informations qui ajoutent de la valeur aux clients ».

Plus généralement d'abord, la gestion de la chaîne d'approvisionnement a été influencée par plusieurs mouvements, souvent originaires de grandes industries comme celles de la vente au détail ou de l'automobile. Rappelons à cet effet, dès la fin des années 70 la mise en place de stratégie de juste à temps ou *"Just In Time "*(JIT) (Schonberger, 1982), aussi connu sous le système de production de Toyota ou "*Toyota Production System*" (TPS). Cette stratégie obligeait au passage à repenser la gestion des flux de produits et des flux informationnels, par la réduction de la taille des lots de travail et du temps de mise en course des lots de productions, l'augmentation des fréquences de livraisons, etc. (Kannana et Tan, 2005), une gestion continue basée sur une information tout au plus vieille de quelques heures!

Dans la même lignée de pratiques d'affaires innovantes inspirées de Toyota, rappelons l'introduction du concept de *"lean Manufacturing"* (Womack *et al.*, 1991), visant à minimiser toutes les pertes de l'environnement de production; et qui sera plus tard étendu au reste de l'entreprise avec le concept de *"lean Enterprise"* (Womack et Jones,

1994). Le fonctionnement même de ce mouvement qui connaît encore une popularité grandissante repose sur une gestion efficace et efficiente des ressources matérielles et informationnelles. Ce mouvement s'inscrit d'ailleurs dans un ensemble plus large, soit celui de la gestion de la qualité totale ou *"Total Quality Management"*[36], qui vise l'amélioration continue, et préconise l'utilisation de designs modulaires, simplifiés, de composantes standards, et l'évaluation de la fabricabion-assemblage dès les premières phases de la conception, de telle sorte à intégrer la notion de qualité très tôt dans le processus (Kannana et Tan, 2005). L'un des mérites de ce mouvement est aussi d'avoir mis de l'avant l'interdépendance des différentes activités dans le cycle de vie d'un produit, et aussi l'interdépendance entre les dimensions produit-procédé et chaîne d'approvisionnement.

Un autre secteur est aussi innovateur dans la mise en place de stratégies de gestion de la chaîne d'approvisionnement, celui de la vente détail. L'introduction de l'efficacité continuellement renouvelée ou *"Efficient Customer Response"* (ECR) par Wal-Mart (Barratt et Oliveira, 2001) est basée sur la collection des données lors de la sortie des produits au comptoir. Ceci permet ainsi de surveiller automatiquement les niveaux d'inventaires et de notifier au besoin les fournisseurs respectifs afin que ces derniers assurent le réapprovisionnement de leurs produits. Ainsi, chaque transaction devient un événement déclencheur potentiel.

Dans la même perspective des approvisionnements de type collaboratif, le modèle du "*Vendor Manage Inventory*" (VMI) propose une stratégie de réapprovisionnement où l'inventaire chez le client est géré par son fournisseur (Blatherwick, 1998). Cette relation d'affaire basée sur la confiance implique par le fait même un accès à l'information, ou tout au moins un partage qui permet au fournisseur de réagir plus rapidement en fonction

---

[36] La gestion de la qualité totale, qui a pris ses racines dans le contrôle statistique des processus, avant d'évoluer. Le concept est maintenant vu comme une stratégie permettant la différentiation par l'innovation qui inclu de manière plus exhaustive, une emphase sur le client, une dimension qualité, une intégration des produit et des procédés, et un engagement des employés dans cette démarche de qualité (Prajogo et Sohal, 2006; 2001).

des variations des niveaux d'inventaires dans les centres de distribution ou les entrepôts de son client. Plus récemment, des modèles d'affaires basés sur la collaboration de multiples membres en amont et en aval de la chaîne d'approvisionnement ont été proposés afin d'optimiser le réapprovisionnement des produits au niveau des magasins. Au milieu des années 1990 le modèle du "*Collaborative Planning Forecasting and Replenishment*" (CPFR) est alors initialement proposé dans le secteur de la vente en gros et de détail (VICS, 2002; Seifert, 2003) avant d'être étendu à d'autres secteurs tel que celui des télécommunications (Cassivi, 2006). Ce modèle d'affaire est fondé sur l'échange d'information tout au long de la chaîne d'approvisionnement, au niveau des inventaires, mais aussi au niveau des prévisions conjointes de la demande et de la planification des promotions (Hölmstrom *et al.*, 2002). Les transactions dans les différents points de ventes sont donc intégrées dans la prise en compte des décisions, permettant au passage d'anticiper plus précisément la demande. Finalement le modèle de chaîne d'approvisionnement à flux tiré appelé "*Demand Driven Supply Chain*" (*DDSC)* où les événements, comme une sortie de produits par exemple, sont à l'origine de l'action et permettent de synchroniser la production alors cadencée en fonction de la demande, elle-même synchronisée avec les approvisionnements (Makatsoris et Chang, 2004). Ceci relève une fois de plus l'importance de la capture de l'information en temps réel.

En d'autres termes, quelques soient les stratégies proposées dans l'évolution de la gestion des chaînes d'approvisionnement, elles convergent toutes vers la recherche d'efficience, de fiabilité, de flexibilité, et d'agilité[37], qui requiert au passage la réduction de la spéculation essentiellement due à un manque d'informations. De plus en plus, les modèles de fabrication pour le stock ou "*Built To Stock*" (BTS) sont éliminés aux profits

---

[37] La fiabilité, la flexibilité, et l'agilité qui caractérisent la performance de gestion d'une chaîne d'approvisionnement sont désormais mesurables. Le modèle SCOR (Supply Chain Operation Reference Model) élaboré par le Supply Chain Council propose justement une liste d'indicateurs composites qui peuvent être utilisés à cet effet. Ce modèle est utilisé dans le chapitre 6 pour analyser l'impact des technologies RFID sur la performance des entreprises et des chaînes d'approvisionnement.

des modèles de fabrication en fonction de la demande ou"*Built To Order*" (BTO), où les options de personnalisation sont désormais rendues possibles économiquement. Sans élaborer d'avantage dans cette direction, il est prudent de noter que ces stratégies de gestion de la chaîne d'approvisionnement font partie d'une démarche plus large qui oblige les entreprises à repenser leurs stratégies sur les plans organisationnel, technologique, produits et processus. Par exemple, sur le plan organisationnel, par une réduction du nombre de fournisseurs, le développement de relations d'affaires plus durables et le recours à la sous-traitance (Venkatesan, 1992) d'activités de plus en plus stratégiques imparties là où les avantages sont les plus intéressants, c'est-à-dire sans limites à la localisation géographique. Cette réduction du nombre d'intervenants augmente toutefois l'importance des échanges d'informations. Sur le plan technologique, le modèle de Dell est un exemple très concret de la personnalisation de masse de produits complexes, ce qui est permis par un couplage astucieux d'adoption de plateformes électroniques de commerce électronique pour gérer la demande en temps réel. Sur le plan produit et processus, cette flexibilité exige en contrepartie la mise en place de procédés d'assemblage modulaire, le recours à des composantes standardisées et une gestion de la chaîne d'approvisionnement en JIT.

Finalement, si tous les auteurs ne sont pas toujours d'accord sur les différentes phases qui ont marqué l'évolution de la gestion des chaîne d'approvisionnement (ex : Lalonde 1998; Muzumdar et Balachandram, 2001; Strauss, 2002; Folinas *et al.*, 2004), ils s'accordent par contre sur l'importance de TI et plus récemment d'Internet comme l'un des blocs fondateurs de cette évolution (ex : Poirier et Bauer, 2001; Manthou *et al.*, 2002; Gunasekaran et Ngai, 2004). Ces technologies occupent désormais un rôle indissociable de soutien à la gestion de la chaîne d'approvisionnement, ce qui explique certainement l'émergence de multiples acronymes tels *e-supply chain, virtual supply chain, e-chain, e-supply network* qui capitalisent sur la virtualisation des modes de gestion actuels et émergents. Il n'est pas étonnant que les technologies RFID s'insèrent dans cette continuité et constituent un autre pas vers une gestion collaborative et

intégrée. (Kumar, 2007; Pramataris, 2007; Pramataris *et al.*, 2005, Cole et Engels, 2005; Prater *et al.,* 2005; Zaharudin *et al.*, 2002; Srivastava, 2004).

Les récents travaux de divers auteurs qui se sont intéressés aux technologies RFID dans la gestion de la chaîne d'approvisionnement sont résumés ci-après. Prater *et al.* (2005) identifient l'impact des technologies RFID sur les pratiques d'affaires quotidiennes et suggèrent qu'elles s'insèrent dans un continuum technologique en support aux programmes de réapprovisionnement automatique ou *"Automatic Replenishment Programs"* (*ARPs*) tels que proposés par Daugherty et Myers (1999). Dans cette optique, Pramataris *et al.* (2005) évoquent le concept de chaîne d'approvisionnement intelligente sous la bannière de *"smarter supply and demand chain"* où ils considèrent les technologies RFID comme un facilitateur aux pratiques d'affaires collaboratives dont le CPFR, où l'accès et le partage des données, la visibilité de l'information et la synchronisation des échanges soutenus par un ensemble de TI sont fondamentaux. Les auteurs identifient une liste d'opportunités d'applications potentielles dont l'entreposage, la distribution, et le service à la clientèle avant de proposer un scénario intégrateur où l'événement déclencheur du réapprovisionnement peut commencer au domicile du consommateur. Pramataris (2007) poursuit sa réflexion dans une étude comparative des différents mouvements qui ont marqué la gestion des chaînes d'approvisionnements. Elle compare différentes pratiques collaboratives (c.-à-d. VMI vs CPFR vs pratiques intégrant RFID) et identifie les technologies de support à la mise en place de ces pratiques de plus en plus collaboratives, réduisant ainsi le gap informationnel lié à la spéculation des prévisions (Lapide, 2004). Si les technologies RFID sont « les juniors » du portfolio de technologies de gestion de la chaîne d'approvisionnement, elles proposent toutefois un potentiel indéniable qu'il n'est plus permis d'ignorer.

Similairement, dès 2002, Zaharudin *et al.* (2002) avaient déjà évoqué le concept de chaîne d'approvisionnement intelligente, cette fois ci sous la bannière *"Intelligent Product Driven Supply Chain"*, où les événements associés aux produits sont à l'origine

de l'action[38]. Par exemple, une sortie de produit indiquera une action à prendre, comme un ajustement d'inventaire automatique. Les auteurs proposent aussi de reprendre des modèles d'affaires établis (ex: ECR, DDSC, VMI, JIT, etc,) et de comprendre l'impact des technologies RFID sur leur opérationnalisation. Ils ajoutent par ailleurs l'intégration d'agents intelligents et d'algorithmes de contrôle qui permettent aux produits de prendre des décisions automatiquement, établissant ainsi des mécanismes de gestion autonome de la chaîne d'approvisionnement.

Sur la même longueur d'onde, Cole et Engels (2005) élaborent le concept en y intégrant le réseau EPC. Dans leur vision de la chaîne d'approvisionnement du 21ème siècle, les objets alors « intelligents » sont alors connectés via Internet. Gunasekaran et Ngai (2005), quant à eux, suggèrent que les technologies RFID facilitent le développement de nouvelles configurations de chaînes d'approvisionnement dont la mise en place de la stratégie de fabrication en fonction de la demande (BTO).

Dès 2002, Karkkainen et Holmstrom (2002) avaient déjà identifié les technologies RFID et les technologies sans fil au centre d'un modèle de gestion de la chaîne d'approvisionnement orientée et dirigée par les produits. Cette orientation était permise par l'utilisation des technologies comme support au niveau de l'identification unique des produits, et de la possibilité de les personnaliser en conséquence. L'intégration avec les systèmes IOS et les technologies sans fils permettait de relayer cette information et ainsi de distribuer le travail dans un réseau d'acteurs sans compromettre la stratégie d'unicité et l'efficience de la gestion. Ici, la notion de visibilité de l'information et la possibilité de la communiquer automatiquement est au centre du modèle.

---

[38] Pour modéliser les processus d'affaires, plusieurs formalismes peuvent être utilisés comme celui proposé par l'ANSI *(American National Standard Institute)*, vastement adopté dans divers domaines d'applications, ou encore celui proposé par Scheer (2003), soit le formalisme ePC (event Driven Process Chain). En adhérant à la logique événement-action, nous avons sélectionné *ARIS Toolset* de IDS Scheer comme outil de modélisation et d'analyse des processus d'affaires. L'utilisation de ce formalisme en accord avec la logique de Zaharudin et al. (2002) a ainsi été utilisée pour supporter l'analyse des processus dans les chapitres 5 et 6.

En bref, l'amélioration de la visibilité des produits et des opérations est centrale dans la justification de l'utilisation des technologies RFID dans la chaîne d'approvisionnement (ex : Gaukler, 2005, Neeley, 2006, Fosso Wamba *et al.*, 2008a, Delen *et al.*, 2007). Le concept de visibilité permise par les technologies RFID est également central dans la démarche de recherche de plusieurs auteurs qui s'intéressent à différentes activités dans le cycle de vie des produits, autant au niveau des opérations (ex : Qiu, 2007; Huang *et al.*, 2007; McFarlane, 2003) que de la logistique (Choy *et al.*, 2007, Delen *et al.*, 2007), jusqu'au « dernier 100 mètres » (Stanford, 2003), ainsi que lors des activités post-ventes, reliées à la gestion de la chaîne d'approvisionnement inverse, de la récupération, ou du recyclage des objets (ex : Kiritsis *et al.*, 2003; Saar et Thomas, 2003; Parlikad *et al.*, 2005; Parlikad et Mc Farlane, 2007).

3.2.2.2 Les technologies RFID comme levier à l'innovation au niveau de la gestion des produits et des procédés

Si les technologies RFID permettent la capture automatique des données, elles ne rendent pas plus pour autant les produits intelligents, idée largement diffusée dans la presse professionnelle et académique aujourd'hui. Le concept sous-jacent mérite toutefois une explication. Cela permettra par ailleurs de mieux comprendre dans quelle mesure les technologies RFID interagissent parallèlement avec les axes produit-procédé et chaîne d'approvisionnement.

Le point de départ de l'idée des produits intelligents peut être synthétisé autour d'une conciliation des définitions telles que proposées par divers auteurs dont Zaharudin *et al.* (2002) et Karkkainen *et al.* (2003). De manière générale, un produit est dit intelligent si il est autonome, plus particulièrement :

- s'il possède une identité unique, son code EPC qui le distingue d'un autre objet aux mêmes caractéristiques (Thiesse et Michahelles, 2006).
- s'il permet l'accès et la mise à jour en temps réel à de l'information qui lui est associée, autant localement, au niveau de la puce mémoire du transpondeur, que

de manière délocalisée, au niveau des bases de données sur le réseau (Diekmann *et al.*, 2007).

- s'il est capable de communiquer avec son environnement (Ferguson, 2002), recevoir et transmettre de l'information, autant sur sa présence, que sur son état, en terme de température ou d'humidité (lorsque le transpondeur est couplé avec des senseurs) que sur son statut opératoire, à savoir son statut de composante, de produit en cours, de produit fini, ou encore, sur son niveau d'avancement et de ses exigences en terme de travail à faire, de type d'entreposage requis, etc. (Karkkainen *et al.*, 2003)..
- et finalement, s'il est capable de participer à une prise de décision sur son propre destin (Zaharudin *et al.*, 2002; Karkkainen *et al.*, 2003).

Le scénario de « l'étagère intelligente » aussi appelée "*Smart Shelf*" vulgarise relativement bien l'application des caractéristiques mentionnées précédemment : ainsi, une étagère intelligente, munie d'un système RFID, détectera automatiquement le nombre de produits équipés de transpondeurs RFID qui se trouvent dessus. Des règles de logique sont configurées dans l'intergiciel RFID afin que chaque événement déclenche une série d'action. Par exemple, pour réduire la problématique reliée à la disponibilité des produits ou "*Out Of Stock*" (OOS) :

- si un produit est pris sur une étagère,
    - un processus de recomptage automatique devrait indiquer la quantité en temps quasi-réel,
    - un message de remerciement devrait être envoyé en plus d'une suggestion de produits complémentaires (concept de vente croisée proposé par Loebbecke et Huyskens, 2006).
- si les produits viennent à manquer, en fonction du nombre restant de produits sur l'étagère et en fonction de la consommation moyenne,
    - un processus de réapprovisionnement de l'étagère serait automatiquement lancé, limitant la probabilité que le consommateur trouve une étagère

vide, justement une des principales motivations de Wal-Mart d'adopter les technologies RFID,

- si le produit n'est pas disponible dans l'entrepôt du magasin, un processus de réapprovisionnement serait automatiquement lancé au centre de distribution ou directement auprès d'un fournisseur pré-sélectionné,

Similairement, pour réduire la problématique reliée au phénomène de conciliation des inventaires physique et système, ou "*product shrinkage*" :

- si le produit est diponible en magasin, mais déposé sur une mauvaise étagère,
  - envoyer automatiquement un message au comis pour qu'il le replace.
- si les produits approchaient de leurs dates de péremption,
  - un processus d'ajustement du prix dynamique sur l'étagère serait entrepris afin d'inciter les consommateurs à l'achat, et ainsi de minimiser les pertes.
- si plusieurs produits sont pris simultanément,
  - il pourrait s'agir d'un vol, ce qui déclencherait automatiquement une alerte auprès d'un gardien, en plus d'une demander une réconciliation des produits pris sur l'étagère vs ceux passés à la caisse, justement une des motivations de Gilette d'examiner les technologies RFID, dès 2003, en collaboration avec le Auto-ID lab du MIT.

Ces exemples dans le secteur de la vente au détail illustrent la communication entre les objets, soit entre des produits de consommation et des étagères (aussi appelé "*object to object communication*"). L'auto-gestion des produits intelligents, alors autonomes, capables de prendre des décisions et de déclencher des actions, rappelle une fois de plus l'importance de traduire une capture de données en intelligence d'affaire, et marque le lien entre les « produits intelligents » et les « processus intelligents »; certainement l'une des étapes les plus délicates à configurer lors des projets d'adoption des technologies RFID (Fosso Wamba *et al.*, 2008b).

Cet exemple met aussi en évidence la nature multi-application des technologies RFID et l'importance de la créativité lors du design des solutions RFID. Ainsi, l'idée de s'assurer de la disponibilité des produits sur les étagères, qui s'inscrit dans le domaine de la gestion de la chaîne d'approvisionnement, avec l'objectif d'amélioration de la gestion du plancher ouvre la possibilité de capitaliser sur cette application, d'abord, dans le domaine de la gestion de la relation client et du service à la clientèle, par la mise en place d'applications de marketing en temps réel, et ensuite dans le domaine de la gestion de la sécurité et des accès avec la mise en place d'applications de surveillance contre le vol. De la même manière, dans un autre contexte, dans le secteur hospitalier par exemple, l'idée d'améliorer la traçabilité des actifs, a une incidence directe sur le taux d'utilisation des ressources humaines dans des activités à valeur ajoutée (réduction du temps de recherche au profit des soins au patient), mais aussi au niveau de la qualité des services au patients, et éventuellement au niveau de la réduction d'erreurs médicales par l'association multiple actif-patient-traitement (produit)-infirmière, tout en permettant d'avoir une visibilité en temps réel sur la performance des opérations (ex : temps de traitement par patient, taux d'utilisation des actifs).

Finalement cette logique d'affaire peut tout autant s'appliquer à d'autres secteurs où les produits manufacturés sont plus complexes, à la gestion de toutes les activités où il est possible de décomposer les décisions en processus décisionnels assez détaillés pour les automatiser. Ce concept introduit il y a plusieurs décennies par Simon (1957, 1968) peut aujourd'hui s'opérationnaliser en capitalisant d'une part sur les technologies RFID, mais aussi sur les logiciels de traitements de données, les applications existantes dont les ERP, les systèmes IOS, etc., ce qui relance une fois de plus la question fondamentale de l'évolution de l'écosystème de technologies centrales et périphériques qui déterminent les trajectoires d'adoption des technologies RFID.

De manière rétrospective, en parallèle à des stratégies au niveau de la gestion des chaînes d'approvisionnement, et afin de parvenir à répondre rapidement de manière économique et responsable à une demande de plus en plus personnalisée et volatile,

quelques tendances fortes ont marqué la gestion des produits et des procédés de fabrication/assemblage, dès les premières phases de conception et de développement. Les technologies RFID qui se positionnent aussi comme une des réponses aux exigences du marché s'ancrent sur les tendances présentées ci dessous :

- l'introduction du concept de fabrication agile *("agile manufacturing"),* qui met essentiellement l'emphase sur une production à plus petite échelle qui capitalise sur le modulaire et permet ainsi de faire face plus adéquatement aux turbulences de l'environnement (Cao et Dowlatshahi, 2005).
- la remise en cause de la chaîne de montage traditionnelle par la mise en place de processus opérationnels plus flexibles (Fisher *et al.,* 1999; Salvador et Forza, 2004) faisant appel à diverses stratégies, dont la mise en place de cellules dédiées, l'introduction de l'automatisation et la réduction des temps de mise en course lors du changement de modèles.
- la modularité des systèmes afin de capitaliser sur la standardisation (Ulrich, 1995), faciliter les procédés subséquents comme l'assemblage, le désassemblage, ou la réparation, et offrir des avenues intéressantes pour soutenir la gestion de systèmes complexes (Ethiraj et Levinthal, 2004).
- la réduction de la variété par la standardisation afin de fournir une base de composantes ou de plateformes commune à une famille de produits (Fisher *et al.*, 1999).
- la capitalisation sur la standardisation des plateformes communes et le recours à la différentiation retardée ou *"postopnement"* (Van Hoek, 2001) afin d'optimiser les opérations de personnalisation du produit le plus tard possible et faciliter la stratégie de personnalisation de masse (Pine *et al.*, 1993).
- le recours à différentes stratégies de développement « proactives » dès les premières phases du développement de produit avec l'introduction du concept du DFX ou *"design for X"* (Kuo *et al.*, 2001), tel le design pour l'assemblage *(DFA-"Design For Assembling"),* le design pour la maintenance (*DFM- Design For Maitenance*), le

design pour le désassemblage (*DFD-"Design For Desassembling"*), le design pour le recyclage (*DFR-"design For Recycling"*), etc. Dans cette perspective, les préoccupations relatives à la gestion des activités du cycle de vie du produit sont prises en compte dès la conception du produit jusqu'à la fin de sa vie utile, lors du désassemblage en vue d'une réutilisation, d'une modification avant d'être réutilisé ou tout simplement lors du recyclage (Desai et Mital, 2003).

C'est dans ces tendances que les technologies RFID s'insèrent, où chacun des composants, des systèmes, des modules, des produits, peut être étiqueté pour supporter l'amélioration des activités relatives à la gestion du cycle de vie des produits.

Depuis 2002, plusieurs auteurs s'intéressent à l'automatisation des lignes de fabrications qui intègrent les technologies RFID et qui permettent à leur tour une certaine forme d'intelligence en terme d'autonomie et de contrôle (Keskilammi et Kivikoski, 2003; Chappell *et al.*, 2003; McFarlane, 2003). À titre d'exemple, au niveau des applications actuelles, Ford utilise dans son usine de Cuautitlan, au Mexique les technologies RFID pour améliorer la gestion de sa production et assurer le suivi de ses opérations (Johnson, 2002). Des transpondeurs actifs attachés aux châssis des véhicules permettent d'automatiser le travail au niveau de stations de peinture. Dans son usine de moteur de Essex à Windsor, d'autres types de transpondeurs sont utilisés pour assurer le suivi des moteurs sur les lignes d'assemblage et automatiquement créer un « dossier du moteur » associé plus tard à un véhicule (Zhekun *et al.*, 2003). D'autre part, la génération automatique de ce dossier permet de complaire à des règles de qualité strictes et assurer que toutes les activités ont été entreprises, en plus d'indiquer quel est le statut du moteur, qui a travaillé dessus, quand, combien de temps, etc. Cette démarche garantit aussi l'authenticité des pièces étiquetées.

Récemment, les travaux de Qiu (2007) présentent l'intégration des technologies RFID pour permettre un haut niveau d'automatisation des activités au niveau du plancher de production. Qiu (2007) insiste sur l'importance de la disponibilité de l'information au « point de besoin » ou "*point of needs*" comme mécanisme d'assurance à

l'automatisation. Dans un contexte de production distribuée entre plusieurs postes de travail et plusieurs entreprises, l'auteur rappelle aussi l'importance de standardiser l'information et faciliter la communication, deux axes poursuivis par EPC Global.

Similairement, Huang *et al.* (2007) examinent le concept de lignes d'assemblage flexible où les employés se déplacent d'un centre de travail à un autre, et où les outils et les composantes modulaires à assembler sous différentes variantes sont acheminés automatiquement en fonction du plan de production. Les auteurs illustrent comment l'implantation d'un ensemble de technologies appelées *"Avanced Manufactring Technology"* (AMT) qui se basent essentiellement sur des technologies RFID, des réseaux sans fil et intégrées aux systèmes de gestion d'information, facilitent la collection de données en temps réel et permettent d'assurer une synchronisation des produits-processus-employés-postes de travail. Ceci implique la mise en place de la production en mode JIT et la réduction significative de la quantité des produits en cours.
De manière générale, les travaux récents sur l'utilisation des technologies de capture automatique des données sur le plancher de production (ex : Qiu, 2007; Huang *et al.*, 2007; Zhekun *et al.*, 2003; Chappell *et al.*, 2003) répondent aux préoccupations relatives aux limites des technologies établies et identifiées comme un pré-requis aux systèmes intégrés de fabrication efficients (Udoka, 1991). Dans une perspective plus générale de gestion du cycle de vie des produits, exigeant la collaboration des membres d'un réseau, la réalisation de certaines pratiques, jusque là entravées par une discontinuité entre le flux informationnel et le flux produit (Daugherty *et al.*, 2005), surtout après le point de vente (Parlikad et Mc Farlane, 2007) sont maintenant possibles et économiquement justifiables. Notons entre autres les activités reliées à la gestion de la chaîne d'approvisionnement inverse (Kiritsis *et al.*, 2003; Saar et Thomas, 2003) et plus particulièrement la récupération, le démontage, le réusinage, et le recyclage des produits (ex : Kiritsis *et al.*, 2003; Harrison *et al.*, 2005; Parlikad *et al.,* 2005; Parlikad et Mc Farlane, 2007); ou encore pour la maintenance des actifs (Lampe *et al.*, 2005; Kohn *et al.*, 2005). Au niveau des produits à long cycle de vie, la maintenance des actifs est une

des activités qui présente un fort potentiel pour capitaliser sur les technologies RFID. Dans le domaine aéronautique par exemple, Lampe *et al.* (2005) examinent différents scénarios d'amélioration des processus de maintenance qu'ils classent en tant que *"maintenance, repair, and overhaul" (MRO)*. Dans les scénarios proposés, l'utilisation de technologies RFID/EPC est appliquée à tous les objets impliqués, incluant entre autres le personnel, les outils et les composants de remplacement.

Plusieurs auteurs (ex : Kiritsis *et al.*, 2003; Harrison *et al.*, 2005; Parlikad *et al.*, 2005; Parlikad et Mc Farlane, 2007) se sont récemment intéressés au rôle des technologies RFID et du réseau EPC dans l'amélioration de la gestion (incluant le recouvrement) de l'information des produits tout au long de leur cycle de vie et plus spécifiquement après leurs points de ventes. Parlikad et Mc Farlane (2007) présentent par exemple les exigences informationnelles à différentes étapes du cycle de vie des produits. Les auteurs expliquent comment il est maintenant possible d'accéder à l'information produit (nomenclature des produits) sur une base de données centralisée accessible via le réseau EPC. Étant donné qu'à différentes étapes des cycles de vie (design, fabrication, distribution, utilisation, fin de vie), les informations requises pour supporter la prise de décision ne sont pas de même nature, et évoluent avec le temps, la possibilité de les mettre à jour en temps réel, et de partager cette information standardisée avec les membres du réseau permet d'améliorer substantiellement les décisions prises à la fin de vie des produits. Par le fait même, les auteurs indiquent dans quelle mesure les technologies permettent aux entreprises de complaire aux récentes directives européennes dont la "*WEEE-waste electrical and electronic equipment*" (Directive 2002/96/EC, 2002) où les fournisseurs sont responsables de récupérer leurs produits. C'est justement avec une préoccupation environnementale au niveau de la gestion des produits que d'autres auteurs (ex : Kiritsis *et al.*, 2003; Saar et Thomas, 2003) ont expliqué comment il est maintenant possible d'optimiser le processus de recyclage des produits équipés de transpondeurs RFID, en automatisant par exemple des activités de la chaîne d'approvisionnement inverse. Ironiquement, si les technologies RFID facilitent la

gestion de la chaîne d'approvisionnement inverse et contribuent à diminuer l'impact environnemental des produits, les milliards de transpondeurs utilisés impliquent, à leur tour, une source de pollution importante (Krauchi *et al.*, 2005; Hilty, 2005).

Les idées principales retenues qui synthétisent en partie la discussion sur le contexte d'innovation et plus spécifiquement de l'innovation au niveau de la gestion des produits-procédés, des processus et de la chaîne d'approvisionnement sont répertoriées dans la partie droite de la figure3.4.

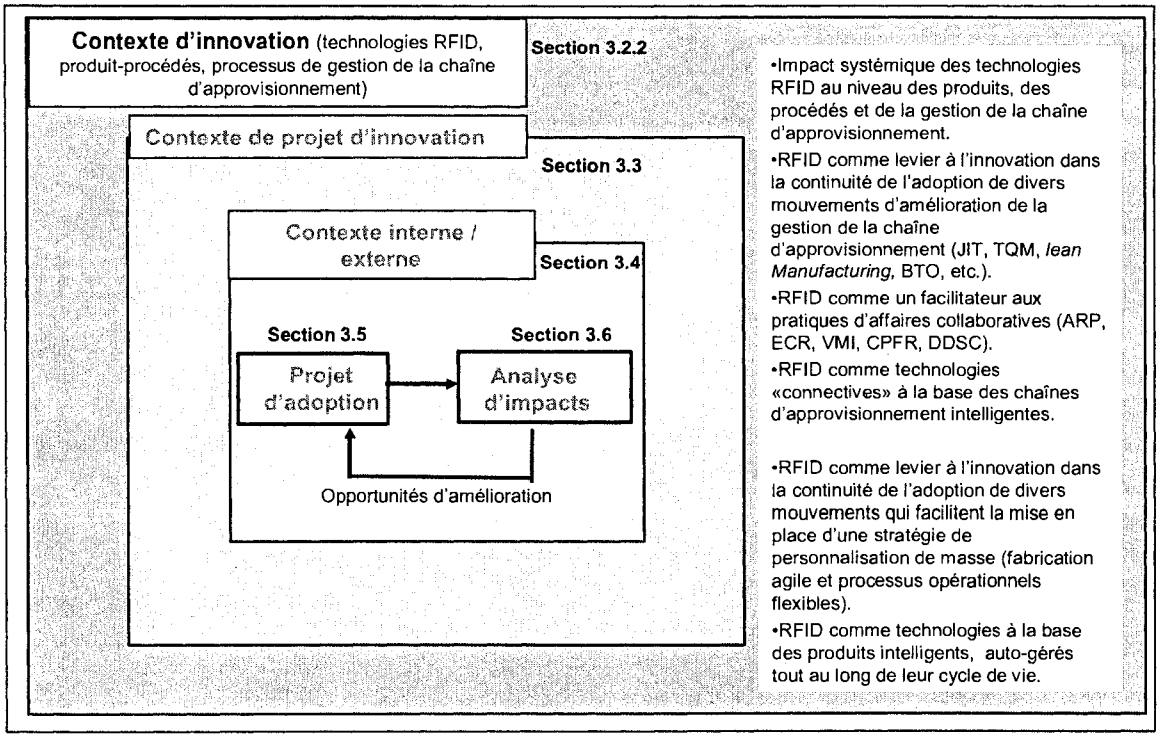


Figure 3.4 : Cadre conceptuel général et synthèse du contexte de projet d'innovation

Le *contexte de projets d'innovation* dans lequel s'insèrent les projets d'adoption des technologies RFID est élaboré dans les sections suivantes. Dans cette partie, nous nous intéressons spécifiquement aux *phases en amont des projets RFID.*

3.3 Contexte de projet d'innovation : les phases en amont des projets RFID

Le processus d'innovation proposé par Van de Ven *et al.* (1999) surnommé *"the innovation journey-innovation process"* semble approprié pour décrire le phénomène d'adoption qu'ont connu les technologies RFID. En effet, on retrouve une « période de gestation » qui aura durée près de 50 ans (Landt, 2001), et qui sera suivi d'un « choc » en 2003, avec l'annonce du département américain de la Défense et de Wal-Mart d'aller de l'avant avec le projet d'adoption graduelle des technologies.

Plusieurs tendances peuvent expliquer la sortie de cette période de gestation. Si la performance des technologies à ce moment là était problématique, en termes de prix et de performance des transpondeurs, divers évènements laissaient présager les fondations d'un écosystème d'innovation (Dew et Read, 2007; Quaadgras, 2005; Adomavicius *et al.*, 2006). De manière rétrospective, rappelons entre autres:

- l'adoption croissante des technologies RFID dans d'autres secteurs que celui de la vente au détail (Frost & Sullivan et CompTIA, 2005; Compter Economics, 2007)
- la réduction des prix et l'amélioration continue de la performance de l'infrastructure hardware, incluant les transpondeurs, les lecteurs, les antennes, les composantes auxiliaires.
- la réduction des coûts de l'infrastructure logiciel, la plus grande disponibilité des applications RFID intégrées aux systèmes ERP et WMS, et la structuration de l'offre dans le marché des intergiciels RFID (O'Connor, 2007).
- la diminution des prix des transpondeurs (Frost & Sullivan, 2006a), grâce à de nouveaux procédés de fabrication et à une perspective de production de masse, ainsi que l'entrée de fournisseurs importants dans cette sphère, comme Texas Instrument, 3M et Philips semi-conducteur.
- la mise en place dès 2003, d'EPC Global, l'organisation en charge du développement des standards qui travaille de concerts avec d'autres organismes dont GS1 (Global Standard 1) et ISO (International Standard Organisation) pour favoriser

l'émergence d'un design dominant (EPCglobal, 2005; ISO, 2006), et aussi au niveau de l'infrastructure technologique de support aux transactions électroniques intra- et inter-entreprises (EPC Global, 2007).

- la mise en place d'un réseau de centres de recherche Auto-ID labs dédiés à l'avancement des recherches, autant sur les technologies que sur les applications dans différents domaines d'activités. Les Auto-ID labs[39] sont établis dans diverses universités, dont le MIT (Massachusetts Institute of Technology) aux États-Unis, l'université de Cambridge en Angleterre, l'université d'Adélaïde en Australie, l'université de Keio au Japon, l'université de St. Gallen en Suisse, l'université de Fudan en Chine, et finalement l'université ICU (Information and Communication University) en Korée. Au Canada, la structuration progressive d'un réseau de laboratoires universitaire et privés a aussi permis à la population d'adopteurs potentiels de se familiariser avec les technologies. Du côté des laboratoires privés, notons entre autres le centre *"IBM Solution Delivery Services Centre"*[40] et le *"HP Canada's RFID Customer Experience Center"* en Ontario, ainsi que le centre *"Ship2Save's training and education services Centre"* [41] , au Québec. Du côté universitaire, mentionnons le dernier né, soit le *"RFID Applications Development (RAD) Laboratory"*[42] associé au Southern *Alberta Institute of Technology (SAIT) Polytechnic* en Alberta, le *"McMaster RFID Applications Lab (MRAL)"*[43] en Ontario, ou le vétéran canadien soit le "centre de d'expertise en commerce électroniques de l'École Polytechnique de Montréal (ePoly)"[44]au Québec.
- l'entrée en scène, dès 2002, d'un ensemble de joueurs importants dans des industries de support à la mise en place des systèmes RFID, comme Sun Microsystem ou Cisco dans les infrastructures de réseaux, IBM et HP dans les serveurs d'applications, SAP

---

[39] www.autoidlabs.org
[40] www.canadianrfidcentre.ca
[41] http://www.ship2save.com/
[42] http://www.sait.ca/
[43] http://www.mcmaster.ca/

et Oracle dans les systèmes de gestion d'information, Rockwel automation dans la proposition de solution manufacturières, etc.

- l'émergence d'organismes spécialisés dans la formation comme RFID4U en Ontario ou Academia RFID au Québec qui ont aussi contribué au développement de compétences spécialisées dans le domaine des technologies RFID, par la mise en place de programmes de formation et de certification de professionnels. La certification CompTIA RFID+™ est à cet effet garante d'un niveau de compétence minimum des professionnels dans le domaine.

En résumé, quatre années plus tard, à la fin de 2007, cet écosystème d'innovations est toutefois encore fragile, mais les fondations sur lesquelles il repose se renforcent continuellement. En effet, les technologies sont plus fiables avec l'introduction de transpondeurs de génération 2 (Gen 2), les applications sont plus matures et relativement stables, l'intégration des intergiciels RFID avec les systèmes intégrés de gestion est en voie de standardisation, les prix de l'infrastructure et de l'implantation sont plus abordables et mieux compris, les standards sont en mode d'amendement, l'implication des centres de recherche universitaires et privés s'est accrue, le développement et la validation de compétences sont rendus possibles par la disponibilité de certifications. Les projets d'adoption des technologies RFID semblent ainsi moins risqués aujourd'hui que lors des premières tentatives au début des années 2000.

Actuellement, deux grandes tendances démarquent les projets d'adoption des technologies RFID :

- les projets mandataires auxquels les entreprises doivent répondre et qui abordent le projet d'adoption des technologies comme un problème, comme une contrainte supplémentaire mais nécessaire dans la poursuite de leur relation d'affaire.

---

[44] http://www.epoly.polymtl.ca

- les projets d'adoption considérés par les entreprises dans une démarche proactive où les technologies sont abordées comme un levier à l'amélioration potentielle de leurs opérations.

Le deuxième groupe d'entreprises, auxquelles nous intéressons particulièrement dans le cadre cette thèse, se positionnent dans la deuxième tendance, dans une situation plus ambiguë, plus difficile à gérer d'un point de vue projet. À cet effet, plusieurs auteurs proposent une classification des projets et des styles de gestion à adopter en conséquence. Par exemple, Turner et Cochrane (1993) proposent une matrice de positionnement des projets en fonction de deux axes: soit l'incertitude quant aux *objectifs* du projet, et l'incertitude quant aux *méthodes* de gestion de projet. Ainsi, dans le cas des projets "proactifs", l'utilisation d'approches plus souples serait préconisée pour définir et atteindre les livrables. De la même manière, à l'opposé, dans le cadre des projets mandataires, plus formels, la planification plus formelle de jalons de projet serait plus appropriée pour atteindre les objectifs. Bendavid et Bourgault (2005) reprennent ainsi différents cadres conceptuels tels que proposés par Evaristo et Van Fenema (1999), Soderlund (2004) et Shenhar et Dvir (1996) pour tenter de positionner les projets d'adoption des technologies RFID et identifier des stratégies de gestions les plus adéquates en conséquences (voir Bendavid et Bourgault, 2005 en annexe 1)[45].

D'autre part, la nature même du livrable, soit la solution RFID pose des difficultés additionnelles dans la démarche du projet d'adoption. Dans cette perspective, Crawford et Pollack (2004) apportent une nuance intéressante entre le degré d'ambiguïté et l'incertitude des livrables. Dans le cadre de projets d'adoption de technologies émergentes telles les technologies RFID, la difficulté à définir les objectifs peut ainsi

---

[45] Cette littérature fournit des éléments de réponses dans la mesure où différentes stratégies de gestion de projets sont proposées en fonction des typologies de projets telles que proposées par exemple par (i) Shenhar et Dvir (1996) qui s'intéressent à la portée du projet et à l'interdépendances des activités, (ii) Turner et Cochrane (1993) et Williams (1999) qui positionnent les projets en fonction de leurs complexités relatives déterminées par l'incertitude des objectifs et des méthodes, (iii) Evaristo et Van Fenema (1999), Soderlund (2004) et Garel *et al.* (2003) qui tiennent compte des nouvelles réalités de projets distribués impliquant plusieurs entreprises en réseau.

résulter de l'incompréhension face à la technologie et générer de l'ambiguïté face à son potentiel et à ses limites. Plus généralement, Crawford et Pollack (2004) proposent classification des projets de *"hard"* à *"soft"*, en fonction de plusieurs dimensions où chacune est mesurée par une échelle de 1à 7 (par exemple, en fonction de la nature du livrable, du nombre de parties prenantes au projet, des influences externes sur le projet ou de la nature qualitative ou quantitative des mesures de suivi du projet, etc.). Cette classification peut aussi servir de point de repère intéressant pour positionner les projets d'adoption des technologies RFID. Les auteurs rappellent que, pour des projets tels que le développement de systèmes d'information ou pour des projets entraînant des changements organisationnels[46] (où le livrable n'est pas tangible et qui peuvent aussi être sujets à des sources d'influences externes)[47], l'équilibre est fragile. Ces projets requièrent alors des méthodes alternatives de gestion.

C'est là une préoccupation de plus en plus partagée par la communauté scientifique où divers auteurs n'hésitent pas à indiquer que les outils et les méthodes actuellement utilisés ne répondent plus adéquatement aux exigences de ce type de projets (Williams, 2005; Atkinson *et al.,* 2006) qui requièrent alors la coopération des parties prenantes, une flexibilité accrue et une tolérance à « l'à peu près », ce qui n'est pas nécessairement bien perçu dans les approches de contrôle traditionnelles. Williams (2005, p. 504) résume la situation comme suit: *"managers have to be prepared that pre-project is fallible and incomplete and are more likely to be inappropriately managed by conventional methods*". C'est dans de telles circonstances lors de la gestion des phases en amont des projets d'innovation que les gestionnaires doivent faire face à des

---

[46] Rappelons que l'adoption de systèmes RFID entraînerait par la même occasion des changements organisationnels profonds (Heinrich, 2005, Pramataris *et al.,* 2007, Gunasekaran et Ngai, 2005; Fosso Wamba *et al.,* 2007a)

[47] Les projets d'adoption des technologies RFID font justement face à de multiples sources d'influences externes attribuables à l'incertitude technologique. Notons entre autres : la stabilité et la performance des technologies, l'attente finale des standards, les contraintes reliées à la sécurité informatique, les préoccupations sociales inhérentes à l'atteinte à la vie privée, la stabilité du contexte industriel et la fiabilité des fournisseurs de technologies.

paradoxes décisionnels et essaient de concilier créativité et prudence, structure et ouverture, objectifs et concepts, jalons et itérations, etc. De toute évidence « si le projet est dit innovant, la gestion de projet n'est pas pour autant en charge de l'innovation » (Garel *et al.,* 2004, p. 6). À cet effet, Gautier et Lenfle (2004) rapellent que les effets de pression qui pèsent sur les projets et qui se traduisent par des objectifs sérrés et une hantise de la dérive, conduisent les équipes de projet à une attitude prudente qui cherche à limiter les risques.

Rappelons qu'étant donné l'unicité des projets, il existe aujourd'hui une grande diversité d'approches pour représenter le cycle de vie d'un projet, selon différentes phase et activités,les différents livrables, etc. Le cycle de vie d'un projet comprend généralement trois phases principales : les phases initiales, intermédiaires et finales qui seront alors personnalisées en fonction des projets (PMBOK, 2004). Dans les projets de développement et d'implantation de systèmes d'information émergents, la phase initiale du projet qui comprend généralement l'identification des opportunités et des problèmes et la recherche d'une solution fera l'objet d'une attention particulière. Garel *et al.* (2004, p.3) diront à ce sujet : *« L'acte de naissance du projet se caractérise par l'explication d'un ensemble de spécifications, d'un budget et d'un délai. La genèse du projet mérite une attention particulière car l'excellence dans le management d'un projet est d'un intérêt limité si le problème est mal posé au départ ».* Gautier et Lenfle (2004) qui s'intérèssent à la définition et aux enjeux de l'avant projet suggèrent que l'objectif de cette phase est triple : (i) la définition du problème de conception sur une base multi-explorations (marché, clients, technologies), (ii) l'intégration des connaissances ainsi produites en vue de converger vers la fabrication d'une solution, et (iii) la validation des solutions envisagées selon les multiples dimensions techniques, commerciales, économiques et financières.

Ainsi, dans le cas des projets d'adoption des technologies RFID, une étude de faisabilité incluant l'élaboration d'une proposition d'affaire et le développement d'un prototype pour concrétiser les concepts identifiés sera entreprise. Dans quel cas, l'entreprise

cherchera à déterminer l'intérêt d'investir dans l'exploitation de cette opportunité en termes de viabilité économique et la possibilité de réaliser ses objectifs en termes de faisabilité technique.

Plus précisément, dans des projets d'innovation technologique aux livrables « flous », la phase initiale du projet comprendra entre autres une démarche de gestion des exigences où *"requirement engineering"* qui peut s'avérer particulièrement complexe. Le processus d'acquisition, de sélection et de gestion des exigences se fera alors progressivement pour traduire les besoins ou les opportunités en concepts, les concepts en exigences d'affaire et techniques, les exigences en applications pratiques et finalement les applications en systèmes sous-jacents. Prado Leite (2000) suggère que la gestion des exigences, en tant que discipline, a connu une évolution, qu'elle est devenue plus mature, réduisant ainsi le gap entre la pratique et la recherche. L'idée étant que les systèmes d'information développés et implantés sont la résultante des exigences et non le contraire (Castro et Mylopoulos, 2002). Aujourd'hui, dans le cadre de projets de développement de systèmes d'information, pour faire face à la gestion de l'incertitude, plusieurs approches alternatives de gestion des exigences sont proposées (i) intégrant la créativité (Maiden et Robertson, 2005), (ii) orientées sur les objectifs à atteindre (Anton, 1996; Dardenne *et al.*,1993), (iii) basées sur les processus d'affaires (Arao *et al.*, 2005) afin de faciliter les projets de réingénierie (Gulla et Brasethvik, 2000) dont les projets d'implantation de ERP (Daneva, 2003), (iv) suggérant l'importance d'inclure les utilisateurs (Kujala *et al.*, 2005) et aussi toutes les parties prenantes (Gonzales et Wolf, 1996), dans ce processus collaboratif (Catledge, 1996) afin d'assurer une convergence vers une vison commune dès les premières phases du design conceptuel, et finalement, (v) intégrant la gestion des exigences très tôt dans l'analyse des besoins pour améliorer la formulation de l'appel d'offre (Haglind *et al.*, 1998). Ainsi, quelque soit l'approche choisie, dans des projets innovants, l'objectif initial est de minimiser le gap entre la gestion des exigences et la gestion du design conceptuel, quitte à introduire des phases

intermédiaires de validations en réduisant le niveau d'abstraction entre ces deux étapes cruciales (Kop et Mayr, 1998).

Ainsi, c'est dans cette phase initialedu cycle de vie du projet[48] que nous situons notre recherche, pour mieux comprendre divers aspects reliés aux projets d'adoption des technologies RFID.

3.3.1 Les phases en amont du projet d'innovation

Au cours des dernières années, divers auteurs dans plusieurs disciplines se sont intéressés aux possibilités de la structuration des phases en amont des projets d'innovation (Wheatley et Wilemon, 1997; Nobelius et Trygg, 2002; Shepherd et Pervaiz, 2000; Montoya-Weis et O'Driscoll, 2000; Khurana et Rosenthal, 2002; Reinertsen, 1994; Weelwright et Clark, 1992; Cooper, 2001; Koen *et al.*, 2002; Gautier et Lenfle, 2004), l'idée établie étant que l'influence des activités en amont du projet soit significative sur la performance et le succès du projet (Cooper, 1988; Cooper et Kleinschmidt, 1995a, 1995b; Kumar et Murphy, 1996). Ainsi, dans le cycle de vie d'un projet d'innovation, tel le développement d'un nouveau produit-service, l'influence exercée par les différentes parties prenantes, incluant les donneurs d'ordres, ne cessera de décroître au fur et à mesure que le projet avance, car, par exemple, plus un changement (ex : révision d'une exigence) sera effectué tardivement dans les phases intermédiaires et finale du projet, plus le coût de ce changement sera élevé. Ceci relève le caractère critique des phases en amont des projets d'innovation. Nobelius et Trygg (2002) rappellent toutefois qu'il n'existe pas de guide, de méthode, ou de processus standard idéal qui satisfasse les étapes en amont de tous les projets, et que ces étapes

---

[48] À la suite de *la phase initiale (1), la phase intermédiaire (2)* commencera par la mise en place d'un projet pilote afin de valider la faisabilité du projet en milieu réel et réduire l'incertitude quant aux meilleures méthodes et approches à adopter. C'est à cette étape que le projet se formalisera et que la décision d'aller ou non avec la solution sera prise. On retrouve généralement les phases de planification, de conception et de réalisation de la solution. Finalement, *la phase finale (3)* comprendra les phases d'implantation de la solution et son intégration avec les systèmes en place. Si théoriquement le projet

doivent être déterminées et gérées de manière spécifique, en fonction de chaque situation.

De manière générale, dans un contexte de projets caractérisés par un degré élevé d'incertitude, l'un des moyens les plus courants de réduire les risques est le recours au développement de modèles et de prototypes (Weelwright et Clark, 1992; Cooper, 2001; Jolly, 1997; Reinertsen, 1994). Cette approche permet de réduire non seulement les risques associés à la définition des objectifs mais aussi à la définition des méthodes (procédures) qui permettent d'atteindre ces objectifs (Turner, 2005)[49]. C'est aussi une étape cruciale car elle permet finalement aux instigateurs du projet de concrétiser leurs concepts et de décider des directions à prendre quant à la suite du projet. En effet, les résultats de la phase de prototypage fournissent plusieurs indications quant aux objectifs à fixer ou revoir, à l'équipe à mettre en place, aux ressources à budgéter, à la durée du projet à planifier, aux méthodes les plus appropriées pour assurer la gestion du projet, et, aux aspects à surveiller pour les étapes ultérieures. Ainsi, dans le cas d'un projet de développement et d'implantation d'un système d'information, la phase de prototypage se traduit sous la forme du développement d'une plateforme électronique bêta, limitée en termes de fonctionnalités et d'intégration avec les systèmes existants. L'activité de démonstration de la viabilité de la solution qui repose sur cette plateforme est quant à elle appelée « preuve de concept ». Cette activité de validation du prototype développé est généralement conduite dans un environnement contrôlé, en laboratoire. La preuve de concept constitue une activité clés dans les phases en amont des projets, car si les résultats sont jugés concluants, l'approbation d'aller de l'avant avec le projet pilote sera donnée pour poursuivre la validation du prototype, mais cette fois ci dans un environnement non-contrôlé.

---

prend fin lors de la routinisation du système, divers services dont la maintenance du système assurent une transition plus lente dans les faits.

[49] Turner (2005) nous interpelle surtout au niveau de l'importance des projets pilotes lors du développement et de l'implantation de technologies innovantes. L'auteur rappelle que si le recours aux

En d'autres termes, la différence majeure entre la preuve de concept et le projet pilote se situe donc au niveau de l'environnement de test. Dans le premier cas, l'environnement d'opération et les applications testées sont contrôlés, c'est-à-dire dans un environnement idéal et avec un nombre d'applications limitées. Dans le deuxième cas, lors du projet pilote, seules les applications sont contrôlées et limitées, alors que l'environnement de test quant à lui est réel. Si dans certains types de projets d'implantation de systèmes d'information comme les ERP ou les WMS, l'environnement physique d'opération et le type de produits importe peu sur les tests de la solution, il en est tout autre pour les projets d'adoption de technologies RFID. En effet, comme nous l'avons vu au chapitre 2, les caractéristiques des produits à étiqueter et l'environnement opérationnel dans lequel seront installées les lecteurs, les antennes et les transpondeurs peuvent remettre en cause les scénarios d'affaires initialement proposés. À cet effet, dans une récente conférence centrée sur les projets d'adoption de technologies RFID / EPC, Victor Vega, directeur marketing& aspects techniques de Alien Technology déclarait *"The Use-Case will reveal RFID business opportunities and technological requirements (...) but unexpected implementation issues could compromise your business case. Often new users overlook fundamental installation challenges, and with more options available, one needs to be cognizant of the choices, the causes and effects of their selections, as well as how to help alleviate some of the more unfavorable consequences"*[50].

Cela dit, l'activité de prototypage ou de preuve de concept, bien que cruciale, est en fait la résultante d'un processus d'innovation plus complexe qui intègre un ensemble d'activités moins formelles, plus vagues par leur nature et incertaines quant à leurs issues. Cette démarche de recherche et d'exploration en amont du projet d'innovation est aussi appelée *"Fuzzy Front End"* (Khurana et Rosenthal,2002). Gautier et Lenfle (2004, p. 14) notent que le terme est à cet égard « symptomatique de la difficulté à appréhender

---

projets pilotes est vastement emprunté dans le monde professionnel, la littérature sur le sujet est encore rare.

[50] Vega V. (2007). Common RFID Implementation Issues: 10 Considerations for Deployment, EPC Connection Conference, Chicago.

l'amont du processus de conception ». Ils proposent une définition synthèse qui évite au passage le « flou » du concept de l'avant projet qui est vu comme une phase spécifique de l'ensemble des activités menées en amont des projets et qu'il définissent comme suit : « l'avant d'un projet de conception et de développement d'un produit nouveau comme la fabrication d'une proposition de développement d'un produit ou service nouveau comprenant des hypothèses de valeur, des hypothèses techniques et technologiques et des hypothèses de solutions industrielles ». Finalement l'objectif proposé ici est d'étudier la pertinence d'un concept pour que les responsables (adopteurs potentiels) décident ou non de lancer le développement.

Le tableau 3.1 synthétise quelques articles et ouvrages qui traitent du positionnement des processus d'innovation. Ces articles proviennent de la littérature qui porte sur le développement de nouveaux produits (Cooper 2001, cooper *et al.,* 2002; Khurana et Rosenthal, 2002; Welwright et Clark, 1992), sur la gestion de l'innovation (Van de Ven, 1999; Rogers, 2000) et sur la gestion de projets (Nobelius et Trygg, 2002).
Par exemple, dans le domaine du développement de nouveaux produits, Koen *et al.* (2002) présentent le modèle de NCD ou *"New Concept Development"*. Au niveau des phases en amont des projets de développement, ils suggèrent différentes activités dont l'identification et l'analyse d'opportunités, la génération d'idées, leur élaboration-enrichissement afin de répondre à ces opportunités, la sélection d'idées et le développement d'un concept. C'est ce concept qui servira de point de départ au projet plus formel de développement du produit-service à livrer.

Finalement, il est intéressant de constater que, quelque soient les modèles proposés, de manière générale, ils proposent tous une phase d'identification d'opportunités, d'évaluation et de validation des concepts proposés pour l'exploitation de cette opportunité et incluent systématiquement une phase de prototypage. La phase prototypage/preuve de concept (Tableau 3.1, phase 3) est charnière, car elle symbolise la transition des phases en amont du projet, caractérisées par la créativité, mais aussi

l'incertitude et la gestion de processus ad hoc, à la mise en place d'une structure de projet plus formelle et plus « plus traditionnelle ».

Tableau 3.1: Positionnement des activités de prototypage dans un projet d'innovation (Source Bendavid et Bourgault, 2008)

	Model	Phases Phases 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 5
Some FEI Processes	**New Concept Development** Koen *et al.* (2002)	1-Opportunity Identification 2- Opportunity analysis 3- Idea Generation and enrichment	4- Idea Selection 5-Concept definition	6-Proof of Concept (POC)		
	Galileo Process MontoyaWeis , O'Driscoll (2000)	1- Idea classification	2-Concept development Phase 3 Concept Rating	4-Concept assessment		
Some New Product Development (NPD) processes	**NPD Front End** (Khurana and Rosenthal, 2002)	1-Preliminary opportunity identification: Market and technology analysis	2-Product concept and definition	3-Product definition and project planning	4-Specification and design. Prototype test and validation	5-Volume manufacturi ng Market Launch
	Two-track Front End process (Reinertsen, 1994)	1-Classify opportunities	2-Evaluate technical feasibility and market potential Prepare business plan	3-Develop a Proof Of Concept Prepare and review business plan Allocate resources	4-Authorize full scale development 5-Development	
	Stage-Gate Model (Cooper (2001, Cooper *et al.*, 2002)	1-Idea discovery (from research and market) 2- Ideas screen 3- Scoping:: Preliminary Evaluation (Finance, market, technology)	4-Detailed investigation 5-Business case concept creation	6-Development (technical work, prototype) 7-Test prototype 8-Operation process development	9-Customer field Trial /prototype & marketability test	10-Full-scale production & and market launch
	Development funnel (Welwright and Clark, 1992)	1- Product-process idea generation and concept development. Check fit (ideas / Technology / market / Strategy	2-Detailing of proposed project bounds and required knowledge	3-Rapid focused development projects of multiple types		
	Technology commercializ ation cycle model (Jolly, 1997)	1-Imagining: Technology and market insights Idea proposal	2-Incubating: (Technology) Define commercializability	3-Demonstrating (product and processes) Mobilize resources for demonstrating	4-Promoting adoption	5-sustaining Commerciali zation Product life cycle
Some innovation Processes	**Five stage innovation process** (Rogers , 2000)	1-Agenda setting: perceived need for innovation	2-Matching - fitting with the organization's agenda 3-Redefining/ Restructuring	3.1-Persuasion and decision: based on relative advantage, compatibility, complexity, trialability, observability	4-Clarifying-implementation	5-Routinizing and confirmation
	"Innovation journey" innovation process Van de Ven *et al.* (1999)	1- Gestation period 2- Shocks 3-Plans as "sales vehicles	4-Proliferation of ideas and paths development 5-Setbacks 6-Criteria changes 7-"fluid" participation of people	8-Involvement of investors and management 9-Relationship with other organizations 10-Industry-community infrastructure	11-Adoption Implementation	12-Termination

Étant donné (i) la nouveauté relative des technologies RFID en tant que systèmes IOS, (ii) l'émergence d'applications dans un contexte de gestion de la chaîne d'approvisionnement (Ringbeck et Stroh, 2004), (iii) le foisonnement de questionnement face à l'impact réel des technologies RFID sur la performance au sein des organisations et des chaînes d'approvisionnement (Ngai *et al.*, 2008; Curtin *et al.*, 2007), et (iv) l'incertitude face aux pratiques d'implantation dans un contexte de réseau, de plus en plus d'entreprises se tournent vers des méthodes d'adoption qui passent entre autres par la collaboration avec des centres de recherche et des laboratoires spécialisés dans le domaine des technologies RFID. Le recours à ces centres de recherche et laboratoires s'insère dans une logique d'implantation graduelle où les phases en amont du projet telles que l'exploration d'opportunités, le développement d'un plan concept et l'étude de faisabilité commerciale et technologique sont entreprises dans diverses perspectives. À titre d'exemple, le laboratoire de IBM *"IBM Solution Delivery Services Centre"* propose des tester les transpondeurs les plus adéquats pour répondre à un mandat, en fonction des produits fournis par les clients, et suggère des stratégies d'étiquetage pour optimiser la lecture. Le recours à ce type de laboratoire accélère le processus d'adoption des technologies pour des applications relativement simples de type *"Slap and Ship"*. D'autres laboratoires, comme celui de Ship2Save *"Ship2Save's training and education services Centre"*, sont utilisés à des fins de tests, mais aussi d'enseignement où, par l'accès à une infrastructure RFID fonctionnelle, les clients peuvent se familiariser avec les technologies proposées et participent plus activement au processus d'adoption. Par ailleurs, certaines grandes entreprises qui en ont les moyens, comme Kimberly Klark dans le secteur de la vente au détail ont internalisé la recherche de solutions RFID et utilisent leur propre laboratoire (Roberti, 2007). Finalement les laboratoires universitaire (ex : SAIT RFID Applications Development (RAD) Laboratory, McMaster RFID Applications Lab (MRAL) et le centre ePoly) proposent des modèles d'innovation hybrides qui essaient de concilier recherche, éducation et développement de solutions.

Les idées principales retenues qui synthétisent en partie la discussion sur le contexte d'innovation et plus spécifiquement sur les phases en amont des projets d'innovation sont présentées dans la partie droite de la figure3.5.

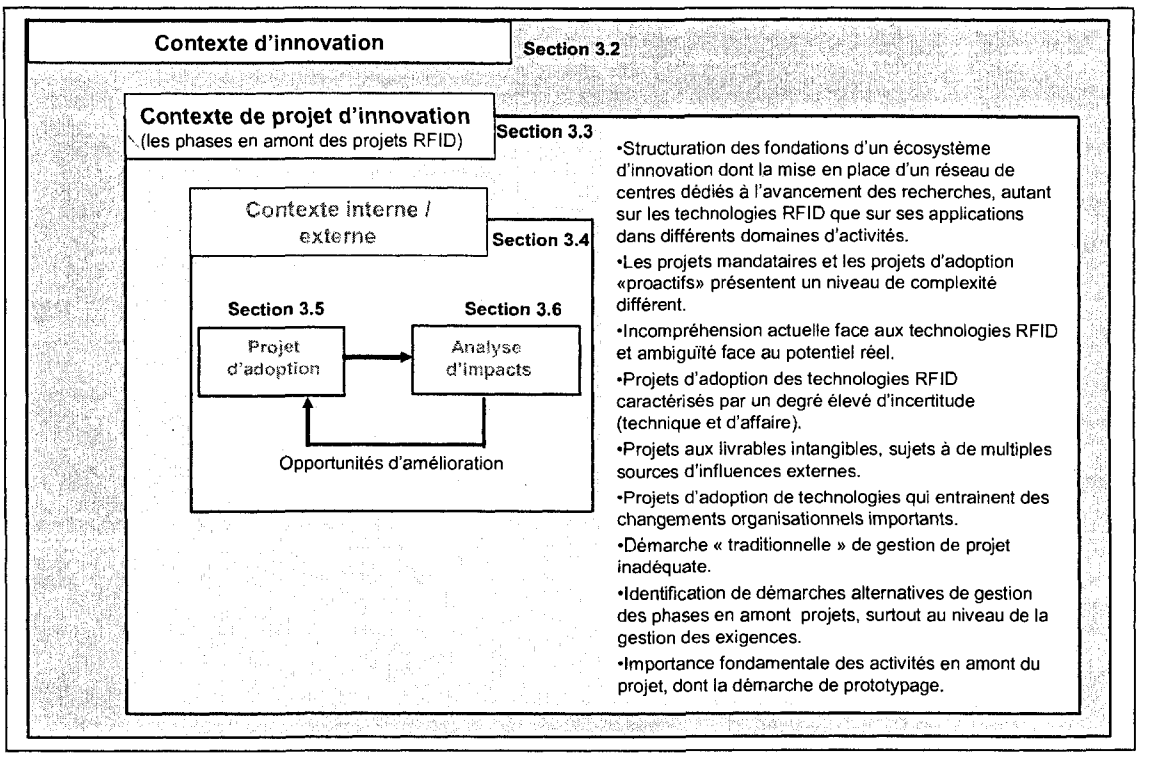


Figure 3.5 : Cadre conceptuel général et synthèse des phases en amont des projets RFID

C'est dans ce contexte *de projet d'innovations*, *dans les phases en amont du projet* que nous situons les trois articles principaux de cette thèse et qui constituent respectivement les chapitres 4 à 6.

La section suivante présente le contexte de l'étude, d'abord sur le plan de l'adoption multi-sectorielle, puis plus spécifiquement dans le contexte du secteur de la vente au détail et des utilités publiques.

3.4 Contexte industriel (secteur industriel et applications des technologies RFID)

Cette section présente le contexte de l'étude afin de circonscrire la portée des recherches. Parmi les quatre domaines d'applications génériques des technologies RFID, nous nous intéressons plus particulièrement aux préoccupations relatives à celui de la gestion de la chaîne d'approvisionnement.

Dans le cadre de cette thèse, deux chaînes d'approvisionnement dans secteurs industriels distincts, soit celui de la vente au détail et celui des utilités publiques, serviront de point d'ancrage à nos recherches. Comme nous le verrons dans l'analyse de chacun de ces secteurs industriels, leurs différences, tant sur les préoccupations d'adoption que sur le niveau de maturité de l'adoption, ou en regard aux multiples opportunités d'applications actuelles et émergentes, assurent une complémentarité intéressante dans cette étude.
Nous dresserons tout d'abord le portait global de l'adoption des technologies RFID dans divers secteurs industriels, avant de circonscrire l'étude aux deux secteurs identifiés où nous explorerons les multiples opportunités d'applications des technologies RFID.

3.4.1 Adoption des technologies RFID dans divers secteurs industriel

Si l'adoption des technologies RFID a déjà commencé il y plusieurs décennies par quelques applications discrètes comme le suivi des animaux des le milieu des années 70 ou les péages automatiques au milieu des années 80 (Landt, 2001), aujourd'hui, plus aucun secteur n'échappe à son intrusion. Wal-Mart dans le secteur de la vente au détail et le département de la défense Américaine, dans le secteur militaire sont les emblèmes de l'adoption RFID. Ils oeuvrent dans secteurs où les opportunités de capitaliser sur les technologies RFID sont multiples, et compte tenu de leurs années d'expérience avec les technologies, ils présentent un niveau de maturité relative plus élevé que les autres secteurs De manière générale, la figure 3.6 (partie du haut) positionne l'état de l'adoption des technologies RFID et l'impact potentiel de l'adoption dans différentes secteurs industriels. L'axe vertical représente la vitesse d'adoption alors que l'axe

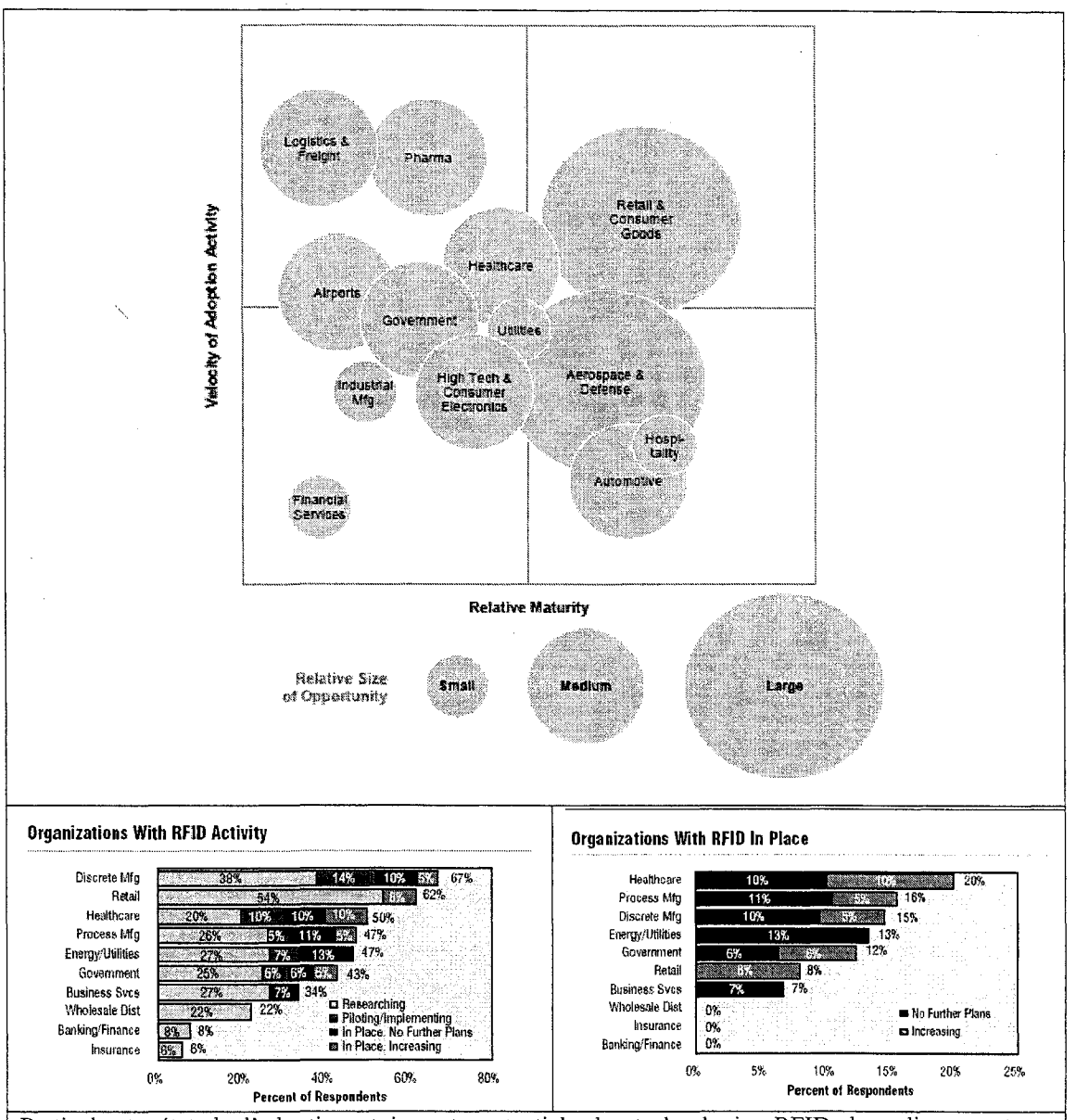
horizontal indique la maturité relative de l'adoption. La taille des cercles quant à elle indique l'impact potentiel de l'adoption en termes d'opportunités d'affaires. Ils ne représentent toutefois plus les secteurs les plus agressifs sur le plan de l'adoption (Figure3.6, partie du bas).

Une récente étude multi sectorielle de Computer Economics (2007) auprès de 200 professionnels seniors en TI met en évidence que seulement 10% d'entreprises ont implanté des technologies RFID, et que moins de la moitié d'entre elles (4%) comptent continuer leurs investissements dans la poursuite des projets pilotes entrepris ou dans le déploiement d'applications. Au total, seulement 5% des répondants sont en projets pilotes ou aux premières phases d'implantation, alors que 26% des répondants indiquent qu'ils explorent actuellement le potentiel des technologies. Néanmoins, malgré un intérêt certain, la grande majorité des entreprises (60%) n'a actuellement aucune activité reliée à la technologie.

Le secteur de la santé fait bonne figure avec près de 20% des répondants qui rapportent avoir implanté des technologies RFID, principalement au niveau de la gestion de actifs où et des améliorations significatives sont indiquées. Un récent rapport de Wasserman (2007) confirme cette tendance mondiale avec l'adoption d'applications RFID actives et passives dans plusieurs hôpitaux en Europe, en Amérique du Nord et en Asie[51].

---

[51] Des 2005, les premiers résultats de projets pilotes faisaient mention du potentiel des technologies dans les hôpitaux (Wang *et al.*, 2006), depuis la communauté scientifique s'est de plus en plus intéressé à ce secteur comme le démontre la revue de littérature proposée par Ngai *et al.,* (2008). Wasserman (2007) rapporte plusieurs exemples d'hôpitaux en phase de projet pilote qui notent une amélioration de la gestion de leurs actifs, incluant les équipements médicaux, une amélioration des soins aux patients et une augmentation du nombre de patients traités par heure, un renforcement de la gestion de la sécurité et des accès dont la réduction des vols, une amélioration de la gestion des inventaires des produits pharmaceutiques, etc.



Partie haut : état de l'adoption et impacts potentiels des technologies RFID dans divers secteurs (Source : Woods, 2005)
Partie bas : état de l'adoption des technologies RFID dans divers secteurs (Source : Computer Economics, 2007).

Figure 3.6 : État de l'adoption des technologies RFID dans divers secteurs industriels et impact potentiel de l'adoption.

En fait, le taux de pénétration des technologies sans fils, incluant entre autres l'adoption de réseaux locaux (WLAN), des technologies Bluetooth et de technologies RFID, dans le secteur de la santé connaît une augmentation exponentielle. En Amérique du nord, ce marché, évalué à 1.8 milliard de dollars en 2005 devrait se situer autour de 7 milliards de dollars en 2010 (eMarketer, 2007).

Cela dit, les chiffres présentés par Computer Economics (2007) contrastent avec les résultats d'une étude récente de Frost & Sullivan et de CompTIA (2005) qui suggérait que sur 510 entreprises nord américaines interrogées, 50% d'entre elles étaient en phase d'évaluation, de pilote, de test, d'implantation ou utilisaient les technologies RFID. Dans cette étude, le secteur de l'automobile, des produits de consommations, de la logistique et du transport, représentaient respectivement 59%, 58%, et 58% des intentions de déployer les technologies RFID dans les 12 mois.

Finalement, quelles que soient les estimations la tendance à l'adoption est croissante (Idtechex, 2008), mais en mode ralenti (Computer Economics, 2007). A cet effet, une étude de Frost & Sullivan (2006b) rapportait que près de 35 % des entreprises étaient en attente de voir quelles initiatives leurs partenaires et compétiteurs prendraient face aux technologies avant de se décider eux mêmes. Cette attitude prudente de veille décrite par Reyes *et al.* (2007) comme le *«wait and see mode»* est aussi la conséquence des résultats des premiers projets pilotes où les limites des technologies avaient déçu les attentes démesurées des entreprises, dont le jugement avait été certainement altéré par les propos de la presse, des vendeurs et des entreprises de consultation. Rappelons néanmoins qu'en 2003-2004, le contexte était différent, ne serait-ce qu'en considérant le prix et la performance des transpondeurs et des lecteurs, l'offre et la maturité des intergiciels, la disponibilité des applications qui capitalisent sur les technologies RFID, et la compétence des entreprises en charge de développer et d'implanter les systèmes.

Plus spécifiquement, pour gérer leurs chaînes d'approvisionnement, une étude de CSC/SCMR (2005a) indique que les technologies utilisées par les entreprises incluent surtout des systèmes établis dont les ERP (62%), les systèmes de planification et de

gestion d'inventaire (52%), les systèmes de gestion d'entrepôts (46%), les places d'affaires électroniques dont les solutions d'approvisionnements électroniques (43%), les systèmes de logistique et transport (34%), etc. Seulement 16% des répondants indiquaient avoir adopté des technologies RFID. Cela dit, une autre étude de CSC/SCMR (2005b) rapportait que les intentions d'adoption étaient plus étaient plus intéressantes avec 30% des répondants qui indiquaient une intention d'adopter.

Remarquons, par ailleurs que la plupart des systèmes et des applications sur lesquels les technologies RFID s'intègrent, comme les ERP, les WMS, ou encore les outils de planification et de gestion de la logistique sont de plus en plus utilisés par les entreprises. Ceci devrait alors constituer un levier à l'adoption. Ces systèmes sont effectivement un pré-requis afin que les entreprises puissent réellement capitaliser sur le potentiel des technologies RFID, s'en servir comme outil de capture automatique des données à l'origine du déclenchement automatique des événements, et non d'une finalité.

Finalement, de manière plus générale, un récent rapport d'Idtechex (2008) suggérait de classer les secteurs les plus « matures » (*leaders vs laggards*) en fonction du nombre de projets d'adoption des technologies RFID conduits. La figure 3.7 présente ces secteurs. Il en ressort que le nombre de projets conduits dans les secteurs du transport et de la logistique, et dans le secteur de la vente au détail, sont en tête de liste. Ces projets sont principalement destinés à la mise en place d'applications de gestion de la chaîne d'approvisionnement.

D'autre part, si certains secteurs (ex : minier, produits chimiques, énergie fossile) sont encore à la traîne au niveau de l'adoption, ils représentent un potentiel important, ne serai-ce qu'en tenant compte du volume d'affaire qu'ils constituent.

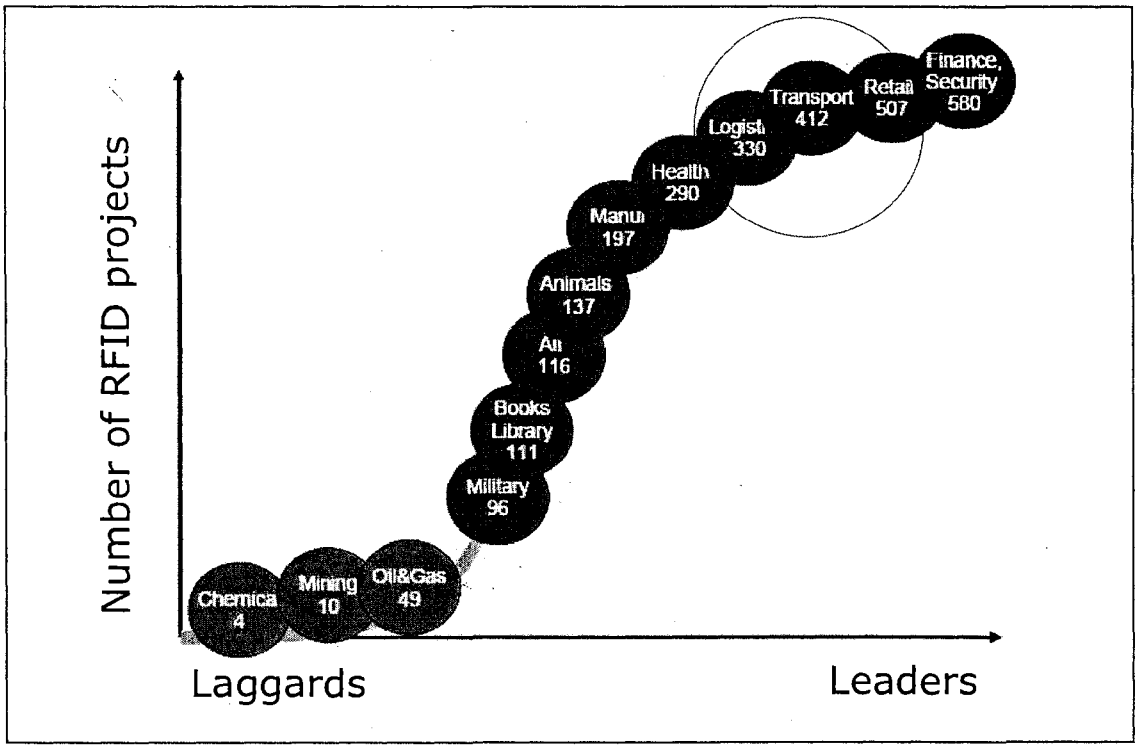


Figure 3.7 : Maturité relative des secteurs par nombre de projets (source : tiré de Idtechex, 2008).

Les sections suivantes concernent plus spécifiquement l'adoption des technologies RFID dans le secteur de la vente au détail et le secteur des utilités publiques.

3.4.2 Secteur de la vente au détail

Le secteur de la vente au détail est l'un des secteurs les plus importants au monde en termes de nombre d'établissements et d'employés. Aux États-Unis seulement, ce secteur représente 11.7 % des emplois et 3.8 trillions de dollars en ventes annuelles (Vargas, 2004). Ce secteur n'échappe pas à la tendance mondiale, caractérisée par la globalisation et une compétition agressive impliquant une pression à la réduction des coûts et une demande de plus en plus personnalisée, augmentant par le fait même le nombre de variantes de produits (appelées *Stock keeping units ou SKUs*).

Les entreprises dans le secteur de la vente au détail doivent aussi composer avec la gestion des produits de consommation frais, caractérisés par un cycle de vie court et de multiples exigences de traçabilité tout au long de la chaîne d'approvisionnement (Kelepouris *et al.,* 2007; Regattieri *et al.,* 2007; Kärkkäinen, 2003). De manière générale, le secteur de la vente au détail a été complètement restructuré au cours des dernières années et connaît encore une période de mutation importante avec une tendance nette à « l'hyper-marchétisation ». Peterson et Balasubramanian (2002, p. 9) résument la situation comme suit : *"Retailing in the 21st century will no doubt be very different from retailing in the 20th century, just as retailing in the 20th century was very different from retailing in the 19th century."*.

Dans ce processus de transformation, un des leviers aux changements est la technologie.

Dès le début de 2005, depuis que Wal-Mart, la plus grande chaîne de magasins dans le secteur de la vente au détail au monde, avec un chiffre d'affaire de plus de 350 milliards $US et près de 2 millions d'employés[52], a mandaté sesplus importants fournisseurs d'adopter les technologies RFID (Dillman, 2005; USDOD, 2005), l'engouement pour les technologies a pris une envergure fulgurante.

---

[52] Classement effectué par money.cnn.com disponible sur :
http://money.cnn.com/magazines/fortune/fortune500/2007/snapshots/1551.html

Wal-Mart, qui désire améliorer sa position compétitive poursuit actuellement l'adoption d'applications qui permettent d'automatiser des activités de gestion dans ses centres de distribution et ses magasins. Outre l'automatisation de la réception et de l'envoi des produits dans les centres de distribution, un des premiers objectifs avoué de l'entreprise est d'assurer la disponibilité des produits en tout temps sur les étagères dans ses magasins[53]. L'entreprise annonçait récemment sa volonté de poursuivre sa stratégie d'adoption des technologies RFID dans 500 magasins additionnels d'ici 2007, pour atteindre le nombre de magasins équipées des technologies à près de 1000 (RFID Update, 2006a). Dès juin 2007, l'entreprise entreprenait des démarches dans le marché canadien et commençait un projet d'installation permanente de technologies RFID dans vingt de ses magasins dans le sud de l'Ontario (Rogers, 2007). Plus récemment, en janvier 2008, lors d'une conférence organisée à Toronto, de concert avec EPC Global Canada, Wal-Mart rencontrait 75 fournisseurs canadiens pour les informer sur le déploiement de sa politique d'adoption des technologies RFID et les initier à ces technologies.

Aujourd'hui, le secteur de la vente au détail affiche une des fiches les plus performantes quant au nombre d'essais pilotes et d'implantations en cours (voir figure 3.7). En effet, dès 2003, le groupe Metro AG en Allemagne ouvrait son premier magasin du futur

---

[53] Dans une récente présentation à des dirigeants dans le secteur de la vente au détail Gruen (2007), présentait des statistiques surprenantes sur la disponibilité des produits en magasin; très proches de celles sur lesquelles Wal-Mart s'est basé pour justifier son initiative RFID. Voici quelques unes de ces statistiques : (i) les acheteurs passent en moyenne 21% de leurs temps en magasin à chercher des produits non disponibles, (ii) en moyenne, les magasins dépensent 800$ par semaine (en heures-employés) à chercher des produits non disponibles, ce qui représenterait 4.1 million de dollars annuellement pour une chaîne de 100 magasins, (iii) en moyenne 8% des produits ne sont pas disponibles et 17% dans le cas des produits en promotion, (iv), la moyenne des produits non disponibles varie en fonction des jours de la semaine, pour se situer autour de 7.3% le samedi et 10.9% le dimanche, et plus de la moitié de ces produits ne sera pas remplacé dans les 24 heures, (v) ce qui constitue un maque à gagner de près de 4%, alors qu'environ 25% des produits non disponibles sont en fait dans le magasin. Dans une récente étude qui s'intéresse aux préoccupations de la disponibilité des produits sur les étagères et l'adoption des technologies RFID comme réponse possible, Heese (2007) reprend les statistiques de Raman *et al.* (2001) qui rapportent aussi que 65% des inventaires en magasins seraient erronés. Entre autres, dans 35% des cas, la quantité en magasin serait différente de celle sur les systèmes, et dans 16% des cas, les produits seraient en magasin, mais non disponibles aux consommateurs car mal placés.

appelé *"Extra Future Store"* où les technologies RFID sont désormais utilisées pour soutenir plusieurs applications de gestion de sa chaîne d'approvisionnement (Collins, 2004). En 2005, alors que la grande majorité des entreprises se questionnaient sur la pertinence d'adopter ou non les technologies RFID, Metro AG affichait déjà un taux de lecture de 100% des étiquettes RFID au niveau de ses palettes (Paxar, 2005). Notons que cette préoccupation technique est encore d'actualité alors que Delen *et al.* (2007) rappellent que les problèmes de capture et de gestion des données constituent un frein à l'adoption. Depuis, le groupe Metro AG a poursuivi sa stratégie technologique et se positionne désormais comme un des leaders mondiaux dans le domaine. Récemment, l'entreprise annonçait une phase de déploiement des technologies RFID dans 200 de ses magazins en Allemagne, incluant des supermarchés, des hypermarchés, et des centres de distribution qui les servent (RFIDUpdate, 2007). Koerber H.J., représentant du comité d'administration du groupe Metro AG déclarait : *"The retail sector is undergoing a fundamental transformation process. Those who want to help design the future in this exciting industry require flexibility and the power of innovation. In this context, the use of modern technologies is a crucial competitive factor. RFID will play a key role in this process (and) prevails in the international market".* (dans Loebbecke et Palmer, 2006, p. 69).

Alors que 50% des vendeurs européens dans le secteur de la vente au détail croient qu'ils ne verront pas les bénéfices des technologies RFID avant cinq à six ans (Frost & Sullivan et de CompTIA, 2005), le mouvement d'adoption a provoqué un effet d'entraînement mondial, et de nombreuses entreprises ont suivi, dont Tesco en Angleterre, Carrefour en France, Target Brands et Alberton aux États-Unis, etc. Cela a eu pour impact un « effet domino » sur les principaux fournisseurs de premier niveau, dont Procter & Gamble, Gillette, Johnson & Johnson qui, à leur tour, ont mandaté leurs fournisseurs de deuxième niveau d'adopter les technologies. En termes de statistiques mondiales, une récente étude du groupe Aberdeen (2007) suggérait que si 6.5 % des entreprises interrogées allouaient des sommes aux technologies RFID, le double d'entre

elles avait budgété des sommes en vue d'une implantation prochaine. Par ailleurs, il semblerait que les donneurs d'ordres réalignent leurs stratégies mandataires en faveur d'une ligne plus collaborative qui mettrait l'emphase sur l'inclusion des fournisseurs dans leurs modèles d'adoption.

Aux États-Unis, les chiffres sont plus importants. Une étude d'Oracle (2006a) conduite auprès de 186 détaillants indiquait que 25.0% des chaînes nationales, 15.4% d'indépendants, 15.2% des chaînes régionales, 11.1% des franchises et 13.3% d'autres entreprises indépendantes planifiaient adopter les technologies RFID dans la prochaine année. En accord avec d'autres études pluri-sectorielles (Leimeister *et al.*, 2007; Vijayaraman et Osyk, 2006), ces données indiquent que les plus grandes entreprises semblent plus prédisposées à adopter les technologies RFID. Cette situation serait motivée par un volume de transactions plus important, et facilitée par la disponibilité des budgets.

En terme d'adoption de systèmes d'information seulement 8% des détaillants nord-américains indiquaient vouloir implanter les technologies RFID avant la fin de 2006 (Oracle, 2006b), priorisant d'autres technologies comme les systèmes de gestion d'inventaires (45%), les systèmes de points de ventes (37%), les systèmes de services à la clientèle (30%), les systèmes de réapprovisionnement en magasin (20%), les systèmes de gestion d'espace du plancher (18%), et finalement les systèmes de gestion des retours de marchandises (13%). Une fois de plus, il s'agit là d'applications complémentaires aux technologies RFID et dont l'adoption préliminaire peut paver la voie à l'adoption subséquente des technologies RFID.

3.4.2.1 Opportunités d'adoption et impacts potentiels des technologies RFID dans le secteur de la vente au détail

Dans le secteur de la vente au détail, plusieurs opportunités d'affaires qui capitalisent sur les technologies RFID ont été identifiées. La figure 3.8 en présente quelques unes.

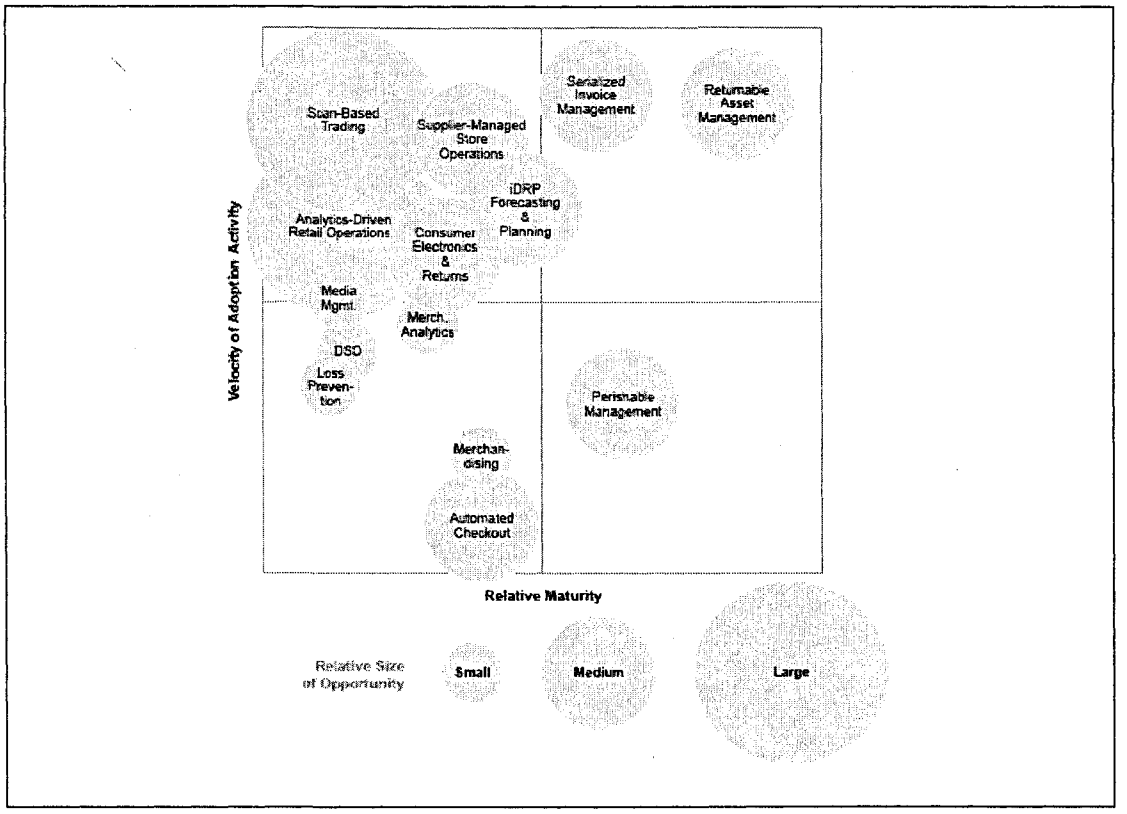


Figure 3.8: Opportunités d'adoption et impacts potentiels des technologies RFID dans le secteur de la vente au détail (Source, Woods, 2005).

De manière générale, la figure 3.8 positionne l'adoption des technologies RFID, en termes de vitesse d'adoption et de maturité relative des applications, ainsi que l'impact potentiel de l'adoption dans le secteur de la vente au détail. Concrètement, les premiers projets pilotes se sont surtout concentrés sur des applications simples au niveau de la gestion des marchandises dans les centres de distribution. Par exemple, la réconciliation des envois et des réceptions *(serialized invoice management)* ainsi que la gestion des

actifs réutilisables *(returnable asset management)* sont des applications relativement matures qui présentent une vitesse d'adoption rapide. Dans d'autres cas d'applications, la vitesse d'adoption des technologies RFID est plus lente, comme par exemple dans le cadre des applications pour soutenir la gestion des produits périssables *(perishable management)*. La taille des cercles qui représente l'impact potentiel de l'adoption en termes d'opportunités d'affaires indique cependant que ces applications présentent un potentiel intéressant d'amélioration de la gestion de la chaîne d'approvisionnement.

Deux types d'applications se distinguent nettement au niveau de (i) l'intelligence d'affaires supportée par la capacité de l'entreprises à analyser et de traduire la capture de données en informations à valeur ajoutée (*Analytics-Driven Retail Operations),* et (ii) la gestion collaborative basée sur l'accès à l'information (*Scan-Based Trading and VMI*). Ces applications qui sont encore à un stade préliminaire de développement présentent toutefois le plus grand potentiel d'affaire et une capacité de différentiation des entreprises dans le temps. A cet effet, Swartz (2000) identifie les tendances dans le secteur de la vente au détail pointe l'importance des nouvelles technologies pour améliorer la gestion des chaînes d'approvisionnement et note : *"Data are the basic building blocks of today's Information Economy and knowledge based businesses. What's done with data—how they are processed, stored or otherwise manipulated—determines their value"*. De la même manière, Loebbecke et Palmer (2006), qui présentent les résultats d'un des premiers projets d'implantation des technologies RFID dans une chaîne d'approvisionnement entre un leader Européen de la vente au détail (*Kaufhof Department Stores*) et *Gerry Weber*, un manufacturier de vêtements, arrivent à la même conclusion. Ils rappellent l'importance de filtrer et d'analyser les données recueillies comme source inconditionnelle d'amélioration des processus d'affaires et source d'avantages compétitifs dans le temps.

D'autre part, certaines applications plus publicisées comme la lecture automatique du panier d'épicerie (*automated checkout*) ont contribué à créer des attentes déraisonnées au sein du secteur, en plus de créer de la confusion auprès des adopteurs potentiels. En

effet, si cette application est maintenant techniquement possible, elle est surtout adoptée dans les centres de distribution où l'étiquetage se fait au niveau des palettes et des boîtes. Son application dans les magasins requiert un étiquetage systématique des produits sur les étagères, ce qui n'est pas prévu avant 10 ou 15 ans (Zaino, 2007).

Finalement, aujourd'hui toutes les opportunité d'affaires connues au niveau de la gestion de la chaîne d'approvisionnement font l'objet de recherches (Chappell *et al.*, 2002; Jones *et al.*, 2005), qu'il s'agisse par exemple de l'automatisation des processus d'affaires (Loebbecke et Palmer 2006), de l'amélioration de la performance de gestion de la chaîne (Bottani et Rizzi 2008), du marketing en temps réel (Loebbecke et Huyskens, 2006), de la gestion des produits à cycle de vie court (Kärkkäinen, 2003; Field, 2007), de la gestion de la chaîne de froid et de la tracabilité des produits alimentaires (Kelepouris *et al.* 2007; Regattieri *et al.* 2007), de la prévention contre les vols (Junko, 2007) de la gestion des retours pour les produits sous garantie ou les rappels de produits défectueux ou mal étiquetés (Kumar et Budin, 2006), etc. Cela dit, Regattieri *et al.* (2007) rappellent que même si l'impact économique d'appliquer des transpondeurs est minime et représente près de 0.5% du prix final, ce coût représente une barrière à l'adoption étant donné les marges de profits très faibles dans le secteur de la vente au détail, spécialement pour les produits de consommation. Dans cet ordre d'idées, une récente étude de Frost & Sullivan (2006a) indiquait une tendance nette à la diminution des prix des transpondeurs, réduisant ainsi les inquiétudes des détaillants face à la perspective de devoir étiqueter des milliards de produits.

Dans le chapitre 5, une étude plus approfondie de différentes applications soutenues par les technologies RFID sera entreprise afin de comprendre l'impact et les bénéfices potentiels de ces technologies dans la gestion d'une chaîne d'approvisionnement dans le secteur de la vente au détail. Ces applications émergentes, dont la réception et l'envoi automatique de produits, la gestion assistée de l'entreposage et de la préparation des commandes et l'automatisation des tâches administratives qui soutiennent différentes activités de la gestion de la chaîne d'approvisionnement connaissent malgré encore un

faible degré de maturité relative une vitesse d'adoption rapide (figure 3.8) qui est certainement motivée par les opportunités d'affaires potentielles.

La section suivante présente quelques applications émergentes dans le secteur des utilités publiques. Si ces applications sont différentes de celles présentées dans le secteur de la vente au détail, les préoccupations reliées à l'adoption s'entrecroisent avec la recherche continue d'opportunités d'efficience et d'efficacité dans l'amélioration de la gestion de la chaîne d'approvisionnement.

3.4.3 Secteur des utilités publiques

Aujourd'hui, la production d'énergie mondiale fait face à une augmentation constante de la demande avec un taux annuel moyen de 4.2% au cours des trois dernières années et plus encore pour les suivantes (Economist Intelligence Unit, 2005). Une des causes est l'augmentation de la consommation d'énergie par les pays asiatiques et l'Australie dont la consommation d'énergie prévue serait similaire à celle de l'Amérique du Nord, d'ici 2009. Au Canada, le secteur de l'énergie compte pour près de 6% produit intérieur brut, ce qui constitue 1.9% de la force de travail, soit 327,000 emplois et représente un des secteurs en croissance au cours des dernières années.

À part la production de pétrole brut, de gaz naturel, de charbon et d'uranium, le Canada est le cinquième plus grand producteur d'électricité dans le monde. Cette production représente 9% de l'énergie totale produite dans le pays. Dans le secteur de l'énergie, le pays bénéficie de faibles prix d'électricité, étant donné que la majeure partie de la production est de nature hydroélectrique, soit 60% de la production d'électricité totale (Economist Intelligence Unit, 2005). En tenant compte de l'abondance d'énergie, du niveau d'industrialisation du pays, de la taille du territoire, et de la rigueur du climat, le Canada figure parmi les grands consommateurs d'énergie, ce qui ne l'empêche toutefois pas d'exporter ses surplus de production qui excèdent de loin la consommation nationale. Évidement, les États-Unis représentent le client le plus important (Energy Information Administration, 2007).

Depuis 1997, suite à une dérégulation qui a forcé les entreprises à diviser leurs opérations, le secteur des utilités publiques en Amérique du Nord a connu une restructuration majeure (Zaccour, 1998). La transition d'un contexte industriel dominé par la présence de monopoles vers une économie de marché caractisé par l'ouverture à la compétition a forcé les entreprises établies à adopter des modèles d'affaires plus concurrentiels et orientés sur le marché (Glassberg *et al.*, 2003).

Toutefois, de par leur nature publique ou para-publique et de l'environnement hyper régulé dans lequel ces entreprises évoluent, les possibilités d'augmenter leurs revenus par une augmentation des prix sont assez limités. Aujourd'hui les entreprises de ce secteur se tournent vers la réduction des coûts (Hanson *et al.*, 2005) en explorant les opportunités d'amélioration de la gestion de leurs chaînes d'approvisionnement. Ainsi, suite à une série de réorganisations initiées dans les années 1990 avec l'adoption de plateformes électroniques centralisées (dont les ERP, les systèmes de géo-logistique,et les places d'affaires électroniques), le secteur a connu des mouvements importants de réingénierie des processus d'affaires. Depuis, les entreprises capitalisent sur leurs investissements technologiques et tentent d'adopter de plus en plus des approches de gestion collaboratives où l'intégration des membres de la chaîne d'approvisionnement semble être au centre des préoccupations d'affaires. Plus spécifiquement, en considérant que le montant alloué aux approvisionnements pour une entreprise moyenne dans ce secteur représente 12% à 18% de son revenu (Glasberg *et al.*, 2003), cette activité représente un potentiel important d'économies qui pourraient se traduire en millions de dollars par année, par entreprise. Deux volets de la gestion de la chaîne d'approvisionnement peuvent alors être explorés : (i) le volet stratégique qui comprend par exemple la mise en place d'approches collaboratives, la sélection des fournisseurs et la négociation des contrats et qui ouvre la possibilité de se différencier à long terme; et (ii) le volet opérationnel qui inclut entre autres la définition des besoins, la réception et l'entreposage des produits, la préparation et l'envoi des commandes, le suivi de la logistique, etc. C'est dans ce deuxième volet axé vers la réduction des coûts que les

entreprises des utilités publiques ont récemment commencé à explorer les technologies RFID.

Si les premières applications qui utilisent des technologies RFID visaient des mesures pour prévenir le vol des compteurs d'électricité, aujourd'hui le portfolio d'applications est plus large. Il inclut entre autres, l'accès et le suivi des véhicules et du personnel dans les barrages, la gestion des actifs et la gestion des forces mobiles (ex : opérateurs sur le terrain). Ces applications représentent des opportunités importantes de réduction des coûts, en plus d'une augmentation du niveau de services (SAP, 2005; Aberdeen, 2006). Une récente étude du groupe Aberdeen (2006b) indiquait à cet effet que 66% des entreprises interrogées dans ce secteur considéraient la gestion des forces mobiles «très» ou «extrêmement» importantes relativement à leurs performances opérationnelles et financières. Néanmoins seulement 13% d'entre elles indiquaient un niveau de satisfaction élevé pour cette activité; suggérant au passage des opportunités importantes à l'amélioration. Parmi les stratégies alors préconisées, 69% des répondants indiquaient l'acquisition de technologies pour automatiser une partie des opérations sur le terrain, suivie entre autres de l'intégration des activités en amont du service, telle la planification de la disponibilité des composantes (47%). De manière générale, 63% des répondants indiquaient utiliser des solutions de géo-localisation, appelées *"location based systems / services"* (LBS) et qui incluent entre autres les systèmes de GPS (*Global Positioning Systems*), de GIS (*Geographic Information Systems*), et les AVL (*Automatic Vehicle Location systems*). Ces systèmes permettent aux entreprises de localiser leurs actifs fixes et surtout leurs actifs mobiles afin d'améliorer la répartition des équipes de travail, de complaire à des règlements au niveau de la traçabilité et d'optimiser le niveau de services avec une plus grande réactivité face aux demandes de services. Finalement, seulement 11% des entreprises comptaient dans les prochains 12 à 24 mois adopter des solutions basées sur les technologies RFID pour la gestion des composantes (ou "*service parts management*").

3.4.3.1 Opportunités d'adoption et impacts potentiels des technologies RFID dans le secteur des utilités publiques

Outre les activités de gestion de la chaîne d'approvisionnement plus « traditionnelles », la figure 3.9 présente un portrait intéressant des applications actuelles et émergentes qui capitalisent sur les technologies RFID dans le secteur des utilités publiques. Ces applications sont une fois de plus positionnées selon leur vitesse d'adoption et leur maturité relative, ainsi qu'en fonction de l'impact potentiel en termes d'opportunités d'affaires. Notons que si quelques adopteurs ont déjà investi dans des projets d'adoption des technologies RFID, la plupart des applications indiquées sont au stade développement ou de tests et présentent par conséquent un degré de maturité relativement faible.

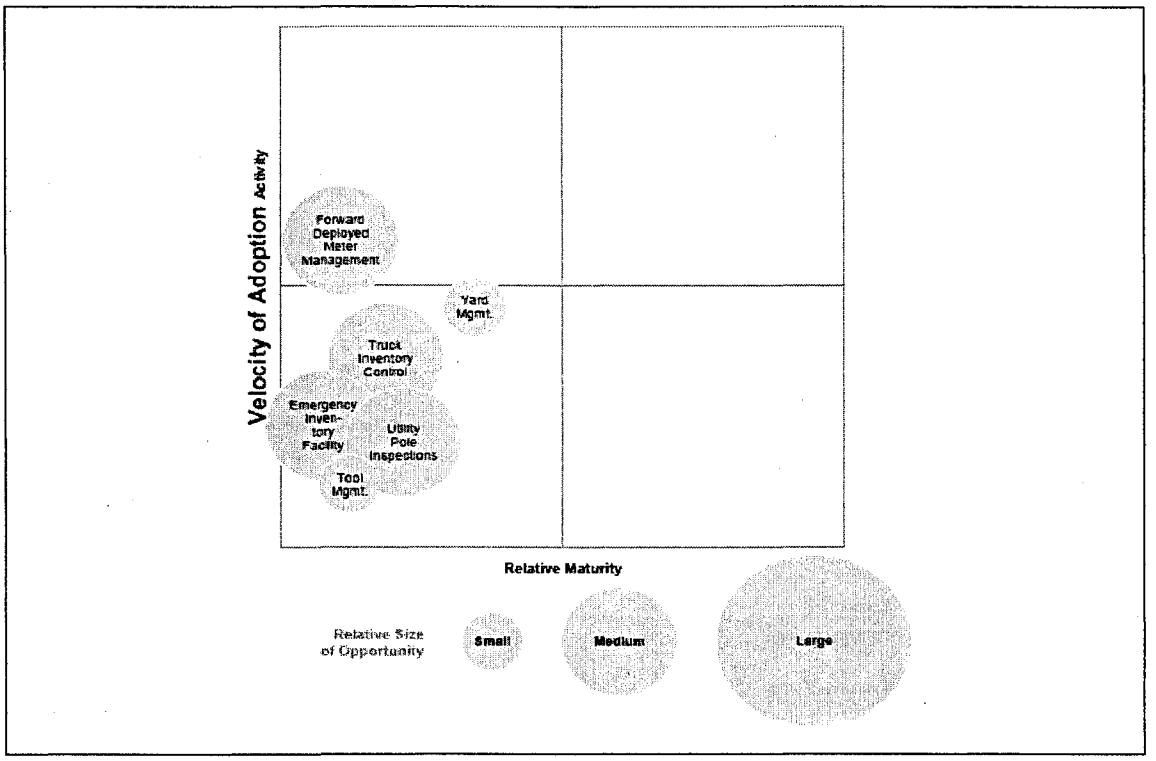


Figure 3.9: Opportunités d'adoption et impacts potentiels des technologies RFID dans le secteur des utilités publiques (Source, Woods, 2005)

Bien que l'adoption d'applications de type RTLS comme la localisation en temps réel des actifs *(Yard Inventory/Asset Control)* ne constitue pas l'impact le plus significatif en termes d'opportunités d'affaires (figure 3.9), elles sont peut être les moins difficiles à implanter. Ceci s'explique par la simplicité relative de ces applications en milieu externe, en plus d'être déjà adoptées dans d'autres industries telles l'industrie automobile ou celle du transport maritime. Ces applications qui utilisent généralement des transpondeurs actifs sont d'autant plus utiles que la taille des entrepôts et des centres de distribution est particulièrement importante, à cause du volume et de la quantité des produits à entreposer. Ici la rapidité à localiser des composantes et la fiabilité de l'inventaire physique et de l'inventaire système sont très importantes pour assurer un niveau de services adéquat, surtout dans le cas de réponse à des situations urgentes telles des pannes de réseaux.

D'autre part, rappelons que si un nombre important d'entreprises dans le secteur des utilités publiques ont recours à des applications de géo-localisation pour gérer leurs forces mobiles, la plupart d'entre elles les utilisent surtout pour optimiser l'ordonnancement et le routage des équipes (Aberdeen, 2006b). C'est en complément à ces applications que les technologies RFID sont envisagées pour améliorer la gestion des inventaires mobiles transportés par camions (ou *Truck Inventory Control*) autant en ce qui à trait aux composantes qu'aux outils *(Tool Management)*. Finalement, une fois de plus, c'est le couplage des technologies RFID aux réseaux de communications à plus grande portée (WLAN, WMAN, WWAN) ainsi qu'à divers systèmes de gestion d'information qui permettent de répondre aux préoccupations des entreprises pour assurer une visibilité en temps réel de la force mobile et de l'inventaire mobile, souvent difficile à quantifier, suivre et gérer. Pour de telles applications, les fonctionnalités envisagées incluent par exemple, une alerte automatique lorsqu'une composante est utilisée sur le terrain, ou encore la possibilité pour un opérateur d'effectuer une recherche sur une composante similaire dans les camions les plus proches. Il faut se rappeler que certains indicateurs de performance sur lesquels se basent aujourd'hui les

entreprises du secteur des utilités publiques pour gérer leurs forces mobiles sont liés à la performance de gestion des actifs tels les camions, les opérateurs ou les outils, et à la performance de gestion des produits dont les modules, les pièces, les composantes de remplacement, etc. Par exemple, « le nombre d'ordres de travail complétés par jour/par technicien », « le temps de voyagement effectif », « le temps de fonctionnement des actifs » et « le temps moyen de réparation », ainsi que « le taux de réparation complétées lors d'un premier appel », etc., sont tous dépendants d'une gestion efficiente des opérateurs, des actifs et des produits. Le fait qu'un seul outil manque, ou qu'une seule pièce ne soit pas disponible pourrait compromettre « la qualité du service rendu » et justifie l'intérêt envers l'adoption de solutions d'assistance automatique aux opérateurs comme la boîte à outil intelligente par exemple. Rappelons que l'application sous jacente au concept introduit par Floerkemeier *et al.* (2003) dans l'industrie aéronautique est qu'une boîte à outils munie d'un lecteur RFID permet d'indiquer en tout temps le statut de son contenu, et peut au besoin alerter son propriétaire si un outil est manquant (si il n'est pas lu), ou si il a besoin de maintenance. Finalement, en associant automatiquement des outils et des produits à des employés, et ces derniers à des ordres de travail et à des véhicules de service, les entreprises dans le secteur des utilités publiques peuvent plus facilement améliorer la gestion de la maintenance de leurs actifs, dont la gestion des poteaux électriques à travers le territoire (ou *Utility Pole Inspections*). Ainsi, la gestion des actifs et la gestion de la chaîne d'approvisionnement sont deux domaines d'applications dans lesquelles les technologies RFID sont appelées à pénétrer ce secteur.

Par ailleurs, si l'adoption de ces applications est plus lente que dans d'autres secteurs de services, cela est dû à certaines caractéristiques contextuelles (parapubliques, fortement bureaucratisées et syndiquées avec en moyenne plusieurs années d'existence), ce qui permet toutefois de se plier à des règle strictes en matière d'assurance qualité, en prouvant notamment que le travail a bien été fait. Des applications similaires où des documents de preuve de maintenance sont exigés sont déjà implantées dans d'autres

industries. Citons par exemple le cas de l'aéroport de Frankfort où la maintenance des systèmes de ventilation est assurée par un couplage de technologies RFID à une solution de gestion de force mobile, soit *"SAP Mobile Asset Management"*. Tous les ordres de travail sont transmis aux opérateurs sur des terminaux mobiles (PDA) équipés de lecteurs RFID. Une fois le travail terminé, les opérateurs transmettent à leur tour les données lues sur les transpondeurs RFID placés sur les valves vérifiées. Legner et Thiesse (2006) indiquent que pour cette activité, les frais de maintenance ont été réduits de 50%.

Pour conclure cette section, rappelons que la convergence des technologies permet aujourd'hui aux entreprises d'utiliser des terminaux mobiles conventionnels comme les téléphones cellulaires ou les PDA, équipés de lecteurs RFID intégrés pour supporter les forces mobiles (Vuorinen, 2005). L'avantage de ces solutions permet alors d'automatiser des activités à valeur non ajoutée comme la génération de rapport de travail, en plus d'améliorer la visibilité en temps réel sur le travail effectué, tout en permettant la transmission de données via des réseaux existants et utilisant une interface de travail déjà connue.

Les idées principales retenues qui synthétisent en partie la discussion sur l'adoption des technologies RFID dans le secteur de la vente au détail et de dans celui des utilités publiques sont présentées dans la partie droite de la figure3.10.

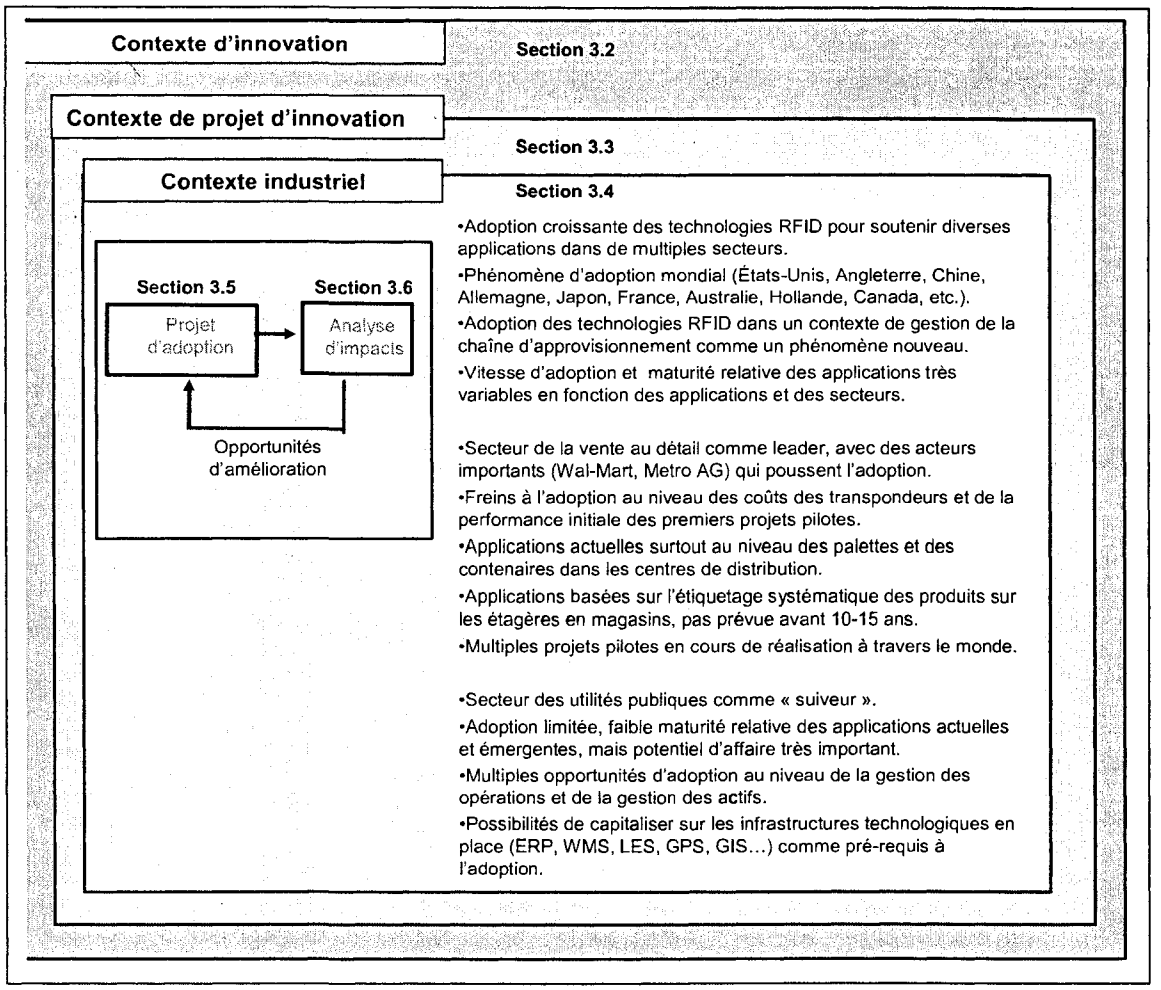


Figure 3.10: Cadre conceptuel général et synthèse des technologies RFID dans les secteurs étudiés

Afin de circonscrire la discussion qui suit, l'exploration générale des opportunités d'adoption des technologies RFID sera élaborée en fonction de deux objectifs de recherches proposés au chapitre 1 et repris à la figure 3.11.

La figure 3.11 positionne ainsi les trois chapitres suivants dans le cadre conceptuel et met en relief les deux objectifs de recherche que nous voulons poursuivre dans *les phases amont des projets d'innovation.*

Ainsi, le chapitre 4 (premier article de recherche de la thèse) est consacré à l'identification et l'analyse d'une démarche qui facilite l'adoption des technologies RFID (figure 3.11, partie de gauche).

Pour mieux comprendre les motivations sous-tendant le projet d'adoption, identifier et mesurer l'impact potentiel des technologies RFID sur les processus d'affaires intra- et inter-entreprises, une recherche a été conduite dans le secteur de la vente au détail et présentée au chapitre 5 (deuxième article de recherche de la thèse).

Le chapitre 6 bâtit ses fondations sur les résultats du chapitre 5 et se veut une réflexion plus approfondie de l'impact potentiel de l'adoption des technologies RFID sur la performance des entreprises et des chaînes d'approvisionnent (troisième article de recherche de la thèse) (figure 3.11, partie de droite).

Les approches méthodologiques empruntées et les secteurs industriels dans lesquels les recherches ont été entreprises sont aussi identifiés dans chacun de ces trois articles.

La section suivante introduit chacun des articles de la thèse qui constitueront les chapitres 4 à 6. Pour chaque article de recherche, les objectifs et les questions de recherche seront mis de l'avant.

De plus, pour chacun des articles, une revue de littérature complémentaire est proposée afin de présenter certains concepts de bases et identifier dans quelles mesures les technologies RFID s'y greffent. Cette démarche nous amènera ainsi à justifier la pertinence de notre recherche.

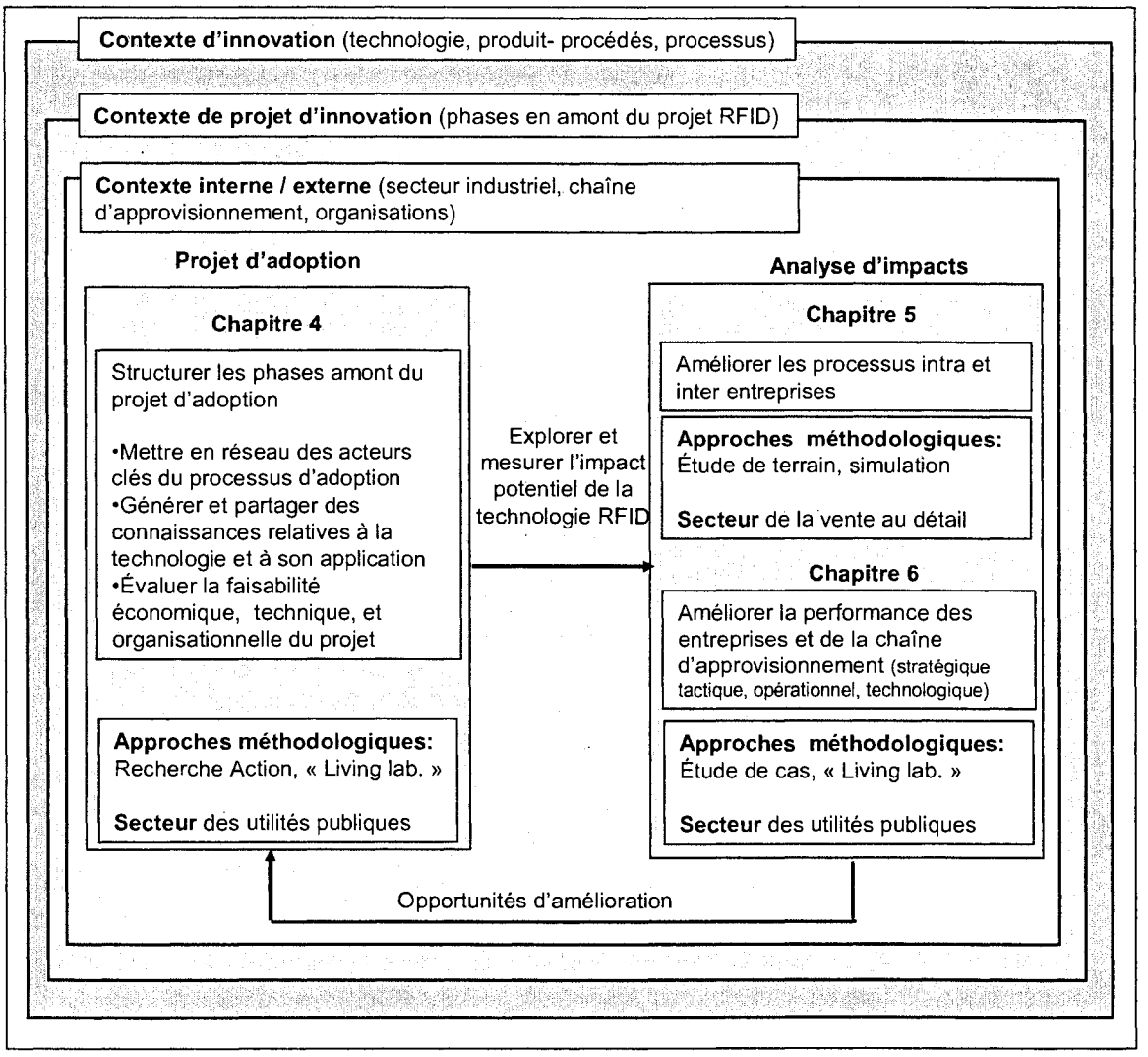


Figure 3.11: Cadre conceptuel et positionnement des articles de recherche

3.5 Projets d'adoption : structuration des phases en amont du projet d'adoption

Cette première section situe la discussion dans *les phases amont des projets d'innovation* et s'intéresse plus spécifiquement à la structuration des phases en amont des projets d'adoption des technologies RFID par l'identification et l'analyse d'une démarche qui facilite leur adoption (figure 3.11, partie de gauche).

C'est dans un contexte d'innovation aux opportunités multiples de capitaliser sur les technologies RFID que la recherche a été entreprise. Néanmoins, si les modèles d'affaires électroniques émergents promis, autant par la communauté scientifique que par les fournisseurs de technologies ou les entreprises de consultation, semblent très prometteurs, leur adoption présente des difficultés typiques à celles des technologies émergentes. Dans de tels cas où l'incompréhension, tant sur le plan technologique que commercial ou d'affaire, les gestionnaires sont obligés de se tourner vers des approches alternatives de gestion de projets. En effet, si la sous-traitance, l'acquisition de service de consultation externe, ou une collaboration plus étroite avec les fournisseurs de solutions RFID peuvent supporter les adopteurs dans leurs démarches de définition des exigences et les aider à structurer les phases initiales du projet, ce type d'arrangement n'est pas toujours souhaitable. Comme le soulignait un « directeur adjoint aux opérations » interrogé dans le secteur de la vente au détail :

> *« ...on ne connaît pas encore cette technologie, les consultants (qui nous ont invité pour une séance d'information) nous disent qu'on est déjà en retard si on l'a pas chez nous...mais comment est ce qu'on peut mandater une entreprise sur ce projet si on ne sait même pas ce qu'on veut...qu'est qu'on peut réellement faire avec (les technologies RFID) ? ...et puis, on ne veut pas se faire passer n'importe quoi ».*

Dans le secteur des utilités publiques, les préoccupations étaient similaires ; un « chef responsable de la gestion du support aux opérations » interrogé sur la perspective d'évaluation des opportunités d'adoption exprimait ses réserves comme suit :

« ...c'est sûr qu'on peut faire plein de choses avec cette technologie (RFID)...mais on ne veut pas encore être la vache à lait des consultants...on a connu ça avec l'implantation de notre ERP et on n'a pas le goût de recommencer »

C'est dans cette perspective que l'expérience conduite repose sur l'hypothèse que, d'un point de vue de l'adoption d'une innovation technologique, une entité neutre (un laboratoire universitaire), peut agir comme intermédiaire pour développer, conjointement avec des partenaires industriels, un niveau de connaissance tel que ces mêmes acteurs seraient d'avantage en position de comprendre les enjeux relatifs à l'adoption de cette innovation technologique et de prendre les décisions qui s'imposent.

C'est en quelque sorte, un rôle de développeur, de catalyseur et d'intégrateur qui peut être joué par cette tierce partie pour mettre en relation des acteurs qui, *a priori*, ne seraient pas facilement mis en contact en dehors d'ententes contractuelles plus traditionnelles et qui incluent consultants et vendeurs. L'expérience porte donc à la fois sur le rôle de cette tierce partie (le laboratoire universitaire) et sur la démarche de structuration des phases en amont du projet d'innovation proposée aux autres acteurs.

Une revue de la littérature sur les projets d'adoption et d'implantation des technologies RFID apporte d'abord quelques éléments qui permettront de positionner le premier article de recherche de la thèse présenté au chapitre 4.

3.5.1 Projets d'adoption : revue de littérature critique

D'un point de vue académique, on retrouve d'une part, plusieurs modèles d'adoption qui reprennent généralement les variables influentes retrouvées dans la littérature relative à l'adoption de systèmes IOS (ex : Sharma *et al.,* 2007; Neeley, 2006), et d'autre part, les premières études empiriques de type quantitatif qui s'intéressent à l'intention d'adoption (ex : Leimeister *et al.*, 2007; Vijayaraman et Osyk, 2006). Finalement, des études basées des méthodes de recherche hybrides sont aussi proposées pour identifier et mieux

comprendre les variables d'influence à l'adoption des technologies RFID (ex : Brown et Russell, 2007).

Vijayaraman et Osyk (2006) qui ont conduit une étude auprès de 211 répondants dans diverses industries (manufacturière (39%), distribution (30%); transport (21%)) indiquent qu'un pourcentage élevé de répondants ne considèrent pas implanter les technologies RFID à court terme. Parmi ces entreprises, les freins à l'adoption les plus souvent cités sont : l'incertitude quant aux bénéfices potentiels, les coûts du projet d'implantation, le manque de standards, les difficultés d'intégration avec les systèmes en place, et l'incompréhension face aux technologies RFID. Un point d'intérêt à noter dans cette étude est la séparation des entreprises intéressées par les technologies RFID en deux groupes : les adopteurs actuels (en phase de projet pilote ou d'implantation), et les adopteurs potentiels (qui considèrent un projet d'implantation). Il est intéressant de constater que les facteurs qui influencent l'adoption ou la poursuite de l'adoption sont différents en fonction des deux groupes. Ainsi, les entreprises qui ont décidé d'adopter ont surtout été influencées par un mandat (de Wal-Mart, par exemple). Pour sa part, le groupe d'adopteurs potentiels indique qu'une meilleure visibilité de l'inventaire est le facteur d'influence le plus important dans la décision d'adoption. La réduction potentielle des coûts d'opérations, l'amélioration de la sécurité et la traçabilité des actifs sont aussi des facteurs significativement plus importants chez le groupe d'adopteurs potentiels. De plus, les résultats de l'enquête mettaient aussi en évidence plusieurs difficultés reliées au coût et à la disponibilité des transpondeurs et de l'infrastructure hardware et software (intergiciel), ainsi que des problèmes techniques au niveau de la lecture, mais il faut noter que depuis la performance des technologies RFID a drastiquement évolué, et les coûts d'infrastructure réduits de manière significatifs.

Leimeister *et al.* (2007) présentent les résultats d'une enquête auprès de 114 CIO dans différentes industries en Allemagne. Il apparaît que la diffusion des technologies RFID est très lente, que l'intérêt est partagé, et que les perspectives d'implantation sont encore limitées. L'opinion des répondants par rapport à l'importance stratégique d'adopter ces

technologies est divisée. Ce jugement semble être influencé par le type d'industrie, la taille de l'entreprise, et le potentiel perçu des technologies. Les répondants dans l'industrie pharmaceutique, de la logistique, de la vente au détail, de l'automobile et des technologies de l'information accordent une importance stratégique aux technologies RFID. Les auteurs notent aussi une forte corrélation entre les entreprises qui perçoivent les technologies comme stratégiques et la propension à investir au cours des prochaines années. Finalement Leimeister *et al.* (2007) proposent un modèle synthèse qui s'articule comme suit : les caractéristiques des entreprises, leurs expériences avec les technologies RFID et la perception du potentiel des technologies ont un effet sur l'importance stratégique perçue des technologies, qui influence à son tour la propension à investir. Vijayaraman et Osyk (2006) indiquent aussi une corrélation entre la taille de l'entreprise et les investissements initiaux dans des projets d'adoption des technologies RFID.

En se basant sur une enquête par questionnaire et entrevues semi structurées auprès de six entreprises, dont 12 répondants équilibrés en termes de profils (gestionnaires et technologues), Brown et Russell (2007) proposent aussi d'identifier les facteurs d'influence à l'adoption des technologies RFID dans le secteur de la vente au détail en Afrique du Sud. Les auteurs indiquent qu'en 2005 plusieurs détaillants n'avaient pas encore adopté les technologies ou même conduits de projets pilotes, mais avaient l'intention d'aller dans cette direction. Cette intention était alors motivée par des facteurs technologiques (ex : bénéfices perçus de la technogie), organisationnels (ex : prise de conscience et intérêt face aux technologies par la haute direction) et des facteurs externes (ex : efforts de standardisations). D'autre part, des facteurs reliés aux technologies (ex: coûts), organisationnels (ex: l'immaturité face au projet), des facteurs externes (ex: manque standards globaux) expliquent en grande partie les raisons pour lesquelles les entreprises n'ont pas encore fait le pas. Finalement, l'immaturité perçue des technologies RFID ne semble pas avoir freiné l'adoption, qui se traduit dans ce cas, par des investissements tangibles dans des projets pilotes ou implantations.

D'un point de vue plus conceptuel, divers modèles d'adoption ont été récemment proposés. À ce titre, Sharma *et al.* (2007) examinent l'adoption et l'intégration des technologies RFID en fonction de différentes perspectives tirées de la littérature sur l'adoption des systèmes IOS dont l'EDI. Ils étudient l'influence de divers facteurs qu'ils regroupent sous quatre dimensions : le niveau de maturité organisationnel face aux technologies, les technologies, l'environnent externe et la pression inter-organisationnelle. Les auteurs suggèrent que deux facteurs reliés aux technologies (bénéfices et coûts perçus), et un facteur inter-organisationnel (pouvoir du donneur d'ordre, en tant que force coercitive) semblent exercer plus d'influence sur l'intention d'adoption et d'intégration. L'intérêt de cette l'étude provient surtout du modèle proposé, et des perspectives théoriques qui s'y rattachent. Toutefois, la littérature retenue fait abstraction de phénomènes d'adoption de systèmes IOS plus récent comme celle sur les place d'affaires électroniques qui pourrait apporter un éclairage nouveau sur la question.

Barrat et Choi (2007) s'intéressent aussi au pouvoir d'influence des donneurs d'ordres sur les stratégies d'adoption des technologies RFID par des entreprises mandatées par le département de la défense Américaine. Les auteurs, qui synthétisent les réactions de quatre entreprises face à une perspective d'adoption, relèvent plusieurs sources d'incertitudes face aux technologies et processus d'adoption. En réaction à l'incertitude des mandats, les entreprises adopteraient diverses approches, autant « minimalistes » ne serait-ce que pour plier aux exigences, et seulement si un impact monétaire est justifié, ou à l'opposé, par une réaction démesurée qui implique des dépenses inutiles. Les auteurs soulèvent l'importance, pour le donneur d'ordre, de clarifier les exigences de son mandat et de faire valoir le potentiel des technologies RFID auprès des gestionnaires afin d'en faciliter l'adoption. Dans le cas des entreprises mandatées, la réduction des différentes sources d'incertitudes autant techniques que reliées à la portée du mandat faciliterait non seulement l'adoption, mais leur permettrait aussi de capitaliser à l'interne sur des opportunités d'affaires. Dans cette perspective, les mandats d'adoption sont

perçus comme un élément déclencheur à un processus d'éducation, d'adoption et d'intégration des technologies RFID qui a su bénéficier à certaines entreprises, mais qui constitue encore une contrainte institutionnelle pour d'autres.

Finalement, Neeley (2006) qui considère les technologies RFID en tant que systèmes IOS, ou technologies « connectives », adopte une autre perspective de recherche pour comprendre l'adoption des technologies RFID. L'auteur regarde l'adoption au niveau du réseau et non au niveau de l'entreprise. Dans sa perspective de recherche, il met l'emphase sur les ressources informationnelles et relationnelles reconnues dans la théorie basée sur l'avantage des ressources ou "*Ressouce Adavantage theory*" (Hunt 1997; Hunt et Arnett 2003, Hunt et Morgan 1995) comme des ressources intangibles qui influencent indirectement l'adoption dans une chaîne d'approvisionnement. En d'autres termes, Neeley (2006) considère les technologies RFID comme un moyen pour l'organisation et le réseau d'acquérir des compétences, et non comme une fin en soi.

En analysant les variables influentes, Neeley (2006) suggère que parmi les facteurs organisationnels, la taille de l'entreprise, comme facteur structurel, et la centralisation du pouvoir auraient une influence significative sur l'intention d'adoption, ce qui ne serait toutefois pas le cas pour la culture d'innovation de l'entreprise. Autrement, les facteurs inter-organisationnels qui incluent entre autres la confiance, les intérêts individuels des entreprises, le comportement des partenaires, l'orientation du marché, la synergie et la différenciation seraient non significatifs. Finalement, parmi les facteurs technologiques, le temps de recouvrement des investissements initiaux et le retour sur l'investissement semblent être importants dans la décision d'adoption. Étonnement, la nouveauté des technologies RFID, mesurée en termes d'utilité perçue et de facilité d'utilisation s'est révélée négativement reliée à l'intention d'adoption.

Finalement, l'étude de Nelley (2006) révèle une fois de plus l'incompréhension des adopteurs potentiels face à aux avantages relatifs qui résulteraient de l'adoption par le réseau des technologies RFID, en tant qu'innovations et source d'avantages compétitifs.

Alors que les études précédentes fournissent des éléments de réponses pour mieux comprendre le processus d'adoption, d'autres études se sont concentrées sur les défis et les opportunités relatifs à l'implantation de ces technologies (ex : Loebbecke et Palmer, 2006; Li *et al.,* 2006; Wu *et al.,* 2006; Spekman et Sweeney II, 2006; Bhuptani et Moradpour, 2005; Lahiri, 2005; Bendavid et Bourgault, 2005; Ngai *et al.*, 2007). Ces diverses études mettent de l'avant les défis auxquels les gestionnaires de projets doivent faire face d'un point de vue financier, technique, organisationnel, législatifs, social, etc.De plus, depuis la fin de 2005, les premiers résultats des projets pilotes commencent à être disponibles. Par exemple, Loebbecke et Palmer (2006) et Loebbecke et Huyskens (2006) présentent les résultats d'un projet pilote conjoint entre *Kaufhof Department Stores*, un leader européen dans la vente au détail et *Gerry Weber*, un manufacturier de vêtements. Les auteurs partagent une série de « leçons apprises » qui incluent entre autres, (i) la possibilité pour un adopteur précoce de bénéficier des technologies, même dans une industrie non « high tech », (ii) l'importance de se conformer à des standards afin de faciliter l'adoption dans une chaîne d'approvisionnement, (iii) les difficultés exponentielles de passer d'une stratégie d'étiquetage au niveau des palettes à une stratégie d'étiquetage au niveau des produits, (iv) l'importance d'implanter les technologies progressivement, au cours de plusieurs phases successives conduites en collaboration avec les fournisseurs de technologies et les membres de la chaîne d'approvisionnement impliqués dans le projet, et finalement (v) l'importance de la gestion des aspects techniques du projet pour l'installation, la configuration et l'intégration des systèmes, mais aussi des aspects plus « softs » comme la confiance entre les membres de la chaîne d'approvisionnement pour assurer un accès et un partage des données (une condition nécessaire à l'exploitation des technologies). Plus récemment Ngai *et al.* (2007) livrent aussi les résultats d'une étude de cas conduite dans le secteur de l'aéronautique. Les auteurs s'intéressent à l'adoption de technologies RFID pour soutenir des applications de traçabilité des composantes lors des phases de maintenance et de réparation. En prenant soin de ne pas généraliser, les auteurs

proposent une série de « leçons apprises » en plus de suggérer huit facteurs clés de succès dont : l'importance (i) d'établir clairement les motivations d'adoption, (ii) de mettre en place une équipe inter-fonctionnelle qui devrait inclure les gestionnaires de systèmes d'information,de gestion des opérations et éventuellement une tierce partie universitaire (iii) de limiter la portée du projet et (iv) de réduire l'incertitude par un déploiement limité, précédé d'une preuve de concept, (v) d'utiliser des transpondeurs réutilisables afin de limiter les coûts d'opérations, etc.

Finalement, si certains auteurs proposent déjà des guides «pratiques» pour faciliter la gestion de divers aspects des projet d'adoption des technologies RFID, tels la budgétisation, la mise en place d'équipes, la sélection des vendeurs, etc. (Bhuptani et Moradpour, 2005), d'autres auteurs sont plus prudents dans leurs démarches et insistent sur l'étape de justification financière du projet qui inclut entre autres : (i) la formation d'une équipe en charge d'effectuer l'étude de faisabilité technique (ii) l'importance de déterminer les opportunités d'applications des technologies (iii) l'utilité d'établir un plan d'affaire et de déterminer les priorités et finalement (iv) de déterminer le cheminement pour le projet pilote (Lahiri, 2005). Cette démarche d'avant projet où l'identification et la quantification financière des opportunités d'affaires sont au centre des préoccupations des gestionnaires a justement fait l'objet de diverses conférences professionnelles (Bendavid *et al.,* 2007a, Bendavid et Boeck, 2006; 2007), où les requêtes pour la présentation de ces thèmes provenaient de la communauté d'adopteurs potentiels.

De manière générale, le constat qu'on fait des études sur l'adoption et l'implantation des technologies RFID jusqu'à maintenant, pourrait se résumer en quelques points : la plupart des études actuelles mettent l'emphase sur les applications et le potentiel des technologies plutôt que sur leur développement et leur évaluation ou sur le processus d'adoption. Bien qu'un certain nombre d'études permettent déjà d'identifier des conditions à l'adoption et des facteurs critiques à l'implantation, « l'un des plus grand défis de la recherche sur les technologies RFID et de combler l'écart entre les chercheurs et les praticiens » (Ngai *et al.* 2008, p13). C'est là une préoccupation partagée par

d'autres auteurs (Curtin *et al.*, 2007) qui lancent un appel à explorer diverses avenues de recherche, autant de nature théorique avec la proposition de modèles, concepts et cadres d'analyses, que de nature pratique avec les meilleurs pratiques d'implantation, ou à la quantification de l'impact de ces technologies.

3.5.2 Projets d'adoption : proposition de l'article 1 (chapitre 4)

Si l'on tient compte du fait que les technologies RFID sont encore en développement et que les cas d'implantation restent encore relativement limités, il y a certainement un besoin d'études additionnelles effectuées dans une grande diversité de milieux et en considérant plusieurs facteurs technologiques et organisationnels. Toutefois, cette approche ne suffit pas. En effet, l'identification de facteurs critiques de succès ne permet pas toujours de comprendre le processus qui mène à l'adoption d'une technologie au sein des entreprises et d'assurer une bonne implantation. Les projets d'implantation de systèmes d'information constituent un bon exemple. Même sur le plan technologique, il faut éviter de minimiser difficultés inhérentes aux systèmes qui devront être mis en place. Les projets d'implantation des ERP peuvent constituer un exemple approprié pour refléter cette idée. Alors que depuis le milieu des années 80 des milliers d'implantation aient été effectuées, et qu'un nombre important de facteurs clés de succès aient été identifiés, le taux de succès de ces projets est toujours aussi mitigé (ex : Motwani *et al.* 2005, Hong et Kim, 2002; Al Masharri et zahiri, 1999).

Dans les faits, plusieurs questions se posent encore :

- Face à une problématique d'adoption d'une technologie nouvelle comme RFID, comment les firmes peuvent-elles développer elles-mêmes une compréhension des enjeux, défis et bénéfices en dehors du cadre habituel de prestation de services de consultation sur lequel elles ont rarement le contrôle ?
- Devant des technologies dont la portée dépasse celle des organisations, comment mettre en place des projets d'implantation qui implique une réelle coopération à un stade très préliminaire (fuzzy front phase) d'implantation?

- D'un point de vue de gestion de projet, comment peut-on structurer adéquatement cette phase préliminaire où le niveau de connaissance (tant technique, que commerciale ou d'affaires) est très faible, et où les modèles classiques sont rarement applicables ?

La démarche décrite dans le chapitre 4 est donc proposée pour répondre en partie à ces questions. L'approche du « Living Lab. » est empruntée pour conduire cette recherche qui porte donc à la fois sur le rôle du laboratoire universitaire et sur la démarche de structuration des phases en amont du projet d'innovation. L'approche du « Living Lab. », ancrée sur le concept d'innovation ouverte (Chesbrough, 2003) s'est développée en Europe et aux États-Unis au cours des dernières années avant de se structurer autour d'un réseau Européen de living labs (Niitamo *et al.*, 2007)[54]. Le living lab. reproduit en fait un environnement de travail collaboratif et neutre comme plate forme d'innovation (Katzy et Sung, 2007) et d'apprentissage (Loeh *et al.* 2005) qui rassemble, dès les premières phases du projet, toutes les parties prenantes dans de la recherche d'une solution concrète, dans quel cas, l'utilisateur en tant que source d'innovation est un « co-créateur » (Schumacher et Feurstein, 2007; Ballon *et al.*, 2005, Von Hippel, 1988, 2005). Cette approche de recherche s'apparente à la recherche action où les chercheurs sont aussi partie prenante du projet (Coughlan et Coghlan, 2002) et contribuent à « créer un phénomène innovant, qui n'existait pas avant » (Kaplan, 1998).

Finalement, bien que la recherche d'une démarche qui facilite la structuration des phases amont du projet d'adoption des technologies RFID constitue une activité bien délimitée, dans la réalité, elle est conduite en parallèle de la recherche sur l'impact de ces technologies. Cela est dû au fait que l'évaluation de la faisabilité économique, technique et organisationnelle du projet est intrinsèquement reliée au développement de scénarios d'affaires innovants qui caractériseront les pratiques d'affaires émergentes à adopter.

---

[54] Notons entre autres deux initiatives dont celle du *Special Interest Group of Living Labs* (http://www.mosaic-network.org/amiatwork/) et celle d'un réseau Européen de "living Labs" (http://www.livinglabs-europe.com/).

L'exploration de ces pratiques et la mesure de l'impact potentiel des technologies RFID sur la performance des entreprises et de la chaîne d'approvisionnement sont ainsi abordées très tôt dans le processus d'adoption. Dans le prochain article de la thèse (chapitre 5), l'analyse d'impacts des technologies RFID est entreprise au niveau des processus d'affaires intra- et inter-entreprises.

3.6 Analyse d'impacts : amélioration des processus intra- et inter-entreprises

Les caractéristiques des technologies RFID, en tant que systèmes IOS (Boeck et Fosso Wamba, 2007; Kumar, 2007; Neeley 2006, Sharma *et al.*, 2007, Riggins *et al.*, 2006; Thiesse et Michahelles, 2006) laissent entrevoir un impact significatif sur les processus d'affaires des entreprises. Dans cette optique, l'approche de réingénierie des processus d'affaires, largement appliquée dans les cas d'implantation de systèmes de gestion d'information intra- et inter-entreprises semblait appropriée pour explorer les changements engendrés dans les projets d'adoption des technologies RFID (Bendavid et Bourgault, 2005).

À titre de clarification, Lindsay *et al.* (2003) proposent une revue de littérature qui répertorie diverses classifications des processus ((i) de production (ii) de coordination, (iii) de bureau (iv) exécutés par des machines, (v) matériels (vi) informationnels (vii) d'affaires, etc). Rivard et Talbot (2001) proposent une classification plus simple qui s'articule autour de processus d'affaires et de processus de production (ou processus opérationnels). Dans ce cas là, les processus d'affaires soutiennent les processus de production et représentent une valeur ajoutée pour le client (Hammer et Champy, 1993). C'est dernière classification qui est retenue ici.

3.6.1 Analyse d'impacts : revue de littérature critique

D'un point de vu historique, depuis les années 50 où «tout ce qui est développé est produit, et tout ce qui est produit est vendu » (Nobelius, 2004), les techniques de production de masse puis de marketing de masse ont évolué. Désormais, les

consommateurs ne sont plus forcés à faire des compromis, ils évoluent dans un contexte d'hyper segmentation où chacun d'entre eux représente un segment de marché que les entreprises veulent servir profitablement (Bose, 2002). Cette multiplication de segments oblige alors les entreprises à gérer une quantité croissante de variantes de produits et à repenser (i) le développement de ses produits, (ii) de ses procédés ou processus de production incluant la fabrication et l'assemblage, et (iii) de la gestion de sa chaîne d'approvisionnement. En soutien à la réingénierie de ces processus opérationnels, les entreprises ont du conduire en parallèle un exercice de réingénierie de leurs processus d'affaires, forcées par une volonté d'efficience dans la gestion de la multiplicité des transactions et des flux informationnels conséquents. Ceci se traduit éventuellement par une réduction des coûts de transactions et ultimement l'offre d'un meilleur service aux clients (Hammer et Champy, 1993). Ainsi, depuis le milieu des années 80, un mouvement d'adoption de divers systèmes intégrés de gestion d'information s'est amorcé. Notons entre autres la vague de réingénierie des processus d'affaires popularisée par divers auteurs dont Davenport et short (1990) ou Hammer et Champy (1993) qui appelle au redesign (fondamental) des processus en place, et qui remet par le fait même en cause les structures organisationnelles et les pratiques d'affaires établies.

Ce mouvement connaîtra de multiples variantes[55] et diverses approches de gestion de projets de réingénierie des processus d'affaires seront proposées (ex : Choi et Chan, 1997; Valiris et Glykas, 1999; Davenport, 1993). Si ces approches se ressemblent, la nature de l'événement déclencheur du projet de réingénierie les distingue. Par exemple, Davenport (1993) élabore ce point en plaçant l'innovation technologique au centre des préoccupations des gestionnaires qui doivent être alertes aux innovations dans les marchés et au potentiel d'améliorations que l'adoption de ces technologies peut apporter à l'entreprise.

---

[55] Bien que ces actions soient de nature ponctuelle, elles s'insèrent dans une mouvance d'amélioration continue, créant au passage la confusion avec mouvement établis tels que la gestion de la qualité totale (Allender, 1994; Scott, 1995).

Quelques soient les approches de réingénierie des processus d'affaires, elles placent le processus d'affaire comme l'unité d'analyse pour comprendre et capturer l'essence des changements nécessaires à la mise en place des systèmes, pour mesurer les impacts qui en découlent et éventuellement pour améliorer la performance des entreprises (Kohli et Sherer, 2002; Byrd et Davidson, 2003; Hammer et Champy, 1993; Scheer *et al.*, 2002; Attaran, 2004). Cela s'explique dans la mesure où l'adoption de systèmes d'information implique un ensemble de changements dans les pratiques d'affaires qui se traduit par la modification ou la redéfinition de processus existants, améliorant au passage les capacités de l'entreprise à gérer son information.

Dans un contexte de réseau, l'adoption de systèmes IOS oblige les entreprises à repenser leurs processus intra- et inter-organisationnels afin de capitaliser pleinement sur le potentiel des technologies, faciliter l'échange d'informations et les transactions, et améliorer la performance des entreprises (Riggins et Mukhopadhyay, 1994; Kohli et Sherer, 2002).

Finalement, cette approche est utilisée pour comprendre l'adoption du commerce électronique (Boeck *et al.*, 2004; 2006; Elia *et al.*, 2003, Lefebvre *et al.*, 2005), une mouvance dans laquelle s'insèrent les technologies RFID en tant que la prochaine vague de commerce électronique.

Les technologies RFID semblent donc se positionner dans une des ces vagues de réingénierie marquée par l'omniprésence des technologies AIDC, de la multiplication des réseaux de communications sans fils, et des plateformes électroniques de transactions permettant l'accès et le partage des données, indépendamment de la localisation et du temps. L'ensemble de ces technologies et la mise en place d'applications qui capitalisent dessus permettent alors aux entreprises de redéfinir radicalement leurs processus d'affaires.

Au cours des dernières années, plusieurs auteurs se sont intéressés à l'approche processus pour tenter d'évaluer l'impact des technologies RFID. Par exemple, Dutta *et*

al. (2007) présentent une évolution possible de l'adoption des technologies RFID en fonction de deux axes : la complexité de l'implantation et l'impact respectif en terme de valeur acquise à la suite à l'adoption. Les auteurs suggèrent un premier niveau d'adoption comme la réponse à un mandat où la complexité technique est relativement simple et où l'impact est de nature opérationnelle. Dans ce cas, l'entreprise peut développer une habileté à suivre ses commandes, mieux gérer son inventaire et diminuer les erreurs administratives de gestion des produits. Le deuxième niveau est plus complexe sur le plan de l'implantation car il implique une réingénieurie des processus d'affaires, mais offre aux entreprises des opportunités plus intéressantes d'amélioration de leur gestion. Finalement, dans le troisième niveau d'adoption, les entreprises continuent leur exercice de réingénierie des processus, en plus de redéfinir les structures organisationnelles, les politiques de gestion de l'entreprise, etc. En d'autres termes, plus le niveau d'adoption et d'intégration des technologies RFID est important, plus les changements organisationnels sont importants, et plus les opportunités d'affaires sont intéressantes. Les auteurs fournissent des indications intéressantes sur les nouveaux paradigmes de gestion possibles, mais restent toutefois à un niveau de discussion macro où les exemples d'applications sont assez généraux et anecdotiques. Loebbecke et Huyskens (2006, p. 177) suggèrent aussi que bénéficier de la visibilité de l'information permise par un niveau d'étiquetage plus fin des technologies RFID (boîtes et items) requiert une remise en cause des processus en place : *« Switching to unit-level and item-level RFID requires major infrastructure changes, as well as innovative business processes and applications ».*

Strassner et Schoch (2004) ont aussi examiné l'impact des ces technologies ubiquitaires, dont les technologies RFID sur les processus d'affaires, démontrant l'impact significatif à différents niveaux de l'organisation. Plus spécifiquement, Subirana *et al.* (2004) ont été les premiers à mesurer l'impact des technologies RFID sur la productivité d'une entreprise en utilisant l'approche processus. Les auteurs démontrent à l'aide d'un scénario d'affaire l'impact de l'automatisation de la capture des données sur les

processus d'affaires; éliminant au passage des activités à valeur non ajoutées comme « lire des documents », « compter » ou « scanner des produits », et réduisant la probabilité d'erreurs dues à la manipulation par les employés. Les auteurs limitent toutefois leur réflexion à l'automatisation des processus, et non à un exercice plus complet de plus réingénierie des processus d'affaires et se concentrent sur des activités intra-entreprise.

Dans cette lignée, Laubacher *et al.* (2006) ont aussi récemment proposé une approche appelée *"Activity-Based Performance Measurement"* (ABPM) pour mesurer l'impact des technologies RFID sur la performance d'une entreprise. Les auteurs suggèrent une analyse multi-niveaux (tâches, processus, activités) pour l'élaboration d'un plan d'affaire. Similairement à l'approche processus, ils suggèrent le fractionnement des activités pour mieux comprendre l'impact des technologies RFID sur la performance d'activités spécifiques de gestion. Cette démarche d'analyse multi-niveaux, qui cherche aussi à établir les relations de cause à effet pour identifier les zones d'amélioration potentielles a aussi été explorée par des chercheurs du MIT en collaboration avec EPC Global US (EPC Global US, 2005); ce qui mènera à la proposition d'un modèle de calcul des bénéfices sous la forme d'un chiffrier Excel : *"The EPC Value Model for Consumer products"* qui sert de canevas dans une étude de rentabilité.

Fosso Wamba *et al.* (2008a) ouvrent les perspectives de recherches en intégrant le réseau EPC et en proposant d'explorer d'autre dimensions pour saisir l'ensemble de l'impact des technologies RFID au sein des organisations. Les auteurs proposent alors de considérer l'impact des technologies RFID (i) sur les stratégies organisationnelles et la redéfinition des relations inter-entreprises, (ii) sur les systèmes d'information, (iii) sur les flux informationnels incluant la synchronisation la visibilité et le partage des données (iv) et sur les structures organisationnelles et la redéfinition des rôles et des compétences requises pour gérer les organisations aux pratiques d'affaires supportées par les technologies RFID. Cette approche processus sera aussi reprise pour Fosso Wamba *et al.* (2008b) pour développer des scénarios d'affaires qui devront être traduits en règles

logiques à configurer dans les intergiciels RFID, suggérant que le formalisme des processus peut servir de langage commun entre les gestionnaires des opérations d'une part, et les développeurs de solutions d'autre part.

3.6.2 Analyse d'impacts : proposition de l'article 2 (chapitre 5)

Dans ce contexte, une étude exploratoire est proposée dans une chaîne d'approvisionnement dans le secteur de la vente au détail qui connaît un fort intérêt face à l'adoption des technologies RFID. Les premières études d'impacts, alors majoritairement conceptuelles indiquaient la redéfinition des chaînes d'approvisionnement, et, promettaient l'émergence de modèles d'affaires électroniques innovateurs dont l'impact serait significatif sur la gestion des entreprises, mais très peu d'entre elles entraient dans les détails, dans l'opérationnalisation des concepts pour comprendre les impacts aux niveaux des processus d'affaires. De plus, les premières études orientaient leurs analyses d'impacts au niveau de l'entreprise et non de la chaîne d'approvisionnement. C'est dans ce créneau de recherche que notre étude de type exploratoire porte[56].

Deux questions principales sont alors posées :

1. Quels sont les impacts potentiels des technologies RFID sur les processus d'affaires des entreprises et des chaînes d'approvisionnement (processus intra- et inter-entreprises?
2. Est ce que les technologies RFID peuvent faciliter l'amélioration de la performance des entreprises et des chaînes d'approvisionnement?

Ces questions constituent le point de départ du deuxième article de la thèse qui est présenté au chapitre 5.

---

[56] Rappelons qu'une étude aux préoccupations similaires a aussi été conduite dans une autre chaîne d'approvisionnement dans le secteur des utilités publiques (Bendavid *et al.*, 2006b).

En parallèle de cette première phase de recherche sur la démarche des projets d'adoption et sur l'analyse d'impacts des technologies RFID sur les processus d'affaires, il s'est avéré que la mise en place d'un laboratoire équipé d'une infrastructure RFID et intégré à un environnement d'entreprise (ERP) était fondamentale à la poursuite des travaux de recherche. En effet, un tel environnement de travail où il serait possible de se familiariser aux technologies RFID permettrait d'adresser en partie des questions en suspend quant à l'élaboration réaliste des scénarios d'affaires émergents, de tester ces scénarios d'affaires et technologiques, de les valider, et finalement de les raffiner au fur et à mesure que la recherche avancerait. En 2005, le centre ePoly en collaboration avec divers partenaires technologiques se dotait du premier centre RFID au Canada. La mise en place de ce laboratoire de recherche et la configuration d'un environnement de simulation qui reproduisait une chaîne d'approvisionnement équipée de technologies RFID permettrait alors de mieux comprendre les enjeux reliés à ce type de projets d'innovation (questions explorées dans le chapitre 4).

C'est aussi à la croisée de ces perspectives (processus d'adoption et impacts de l'adoption) qu'une première « preuve de concept » est conduite dans le laboratoire du centre ePoly. La démarche est présentée à l'annexe 2 (Bendavid *et al.*, 2006a).

3.7 Analyse d'impacts : amélioration de la performance des entreprises et des chaînes d'approvisionnement

À la suite du premier article sur l'analyse d'impacts (chapitre 5) il apparaît que l'approche processus, bien qu'intéressante, ne permet pas de saisir l'ensemble de l'impact des technologies RFID au sein des organisations. En effet, bien que pertinente pour comprendre l'impact sur les processus d'affaires, elle est limitative dans le nombre de dimensions qu'elle propose pour quantifier l'impact des technologies RFID sur la performance des entreprises et des chaînes d'approvisionnement. Une vision plus holistique s'impose, appelant à l'utilisation d'autres modèles d'analyses plus exhaustifs quant à la quantification des impacts. Une revue de littérature nous permit alors

d'identifier les modèles et les indicateurs de performance les plus indiqués dans la poursuite de notre recherche.

3.7.1 Analyse d'impacts : revue de littérature critique

Cette section présente diverses études qui se sont intéressées à l'impact des technologies RFID dans la gestion de la chaîne d'approvisionnement. Notons que la plupart des études disponibles sont essentiellement conduites dans le secteur de la vente au détail.

De manière générale, avec des marges de profits réduites résultant d'une forte compétition, l'amélioration de la performance des entreprises par la réduction de leurs coûts d'opérations est vitale. Dans ce contexte, la visibilité de l'information (sur la demande, sur les capacités de production et sur les inventaires de produits finis, de produits en cours, des composantes, dans les centres de distribution, dans les magasins, chez les fournisseurs, etc.) devient un des facteurs clés à la prise de décisions. La plupart des bénéfices escomptés par les entreprises, et associés aux technologies RFID visaient justement la réduction de l'inventaire, la réduction des pénuries de produits sur les étagères *(out of stock)*, la réduction des délais (et de la variance), la réduction de la main d'œuvre etc. (A.T. Kearney, 2005). Uniquement pour ce dernier bénéfice escompté, Wal-Mart entrevoyait une réduction potentielle de sa masse salariale de 8% au sein de son réseau (Frost & Sullivan, 2006b), ce qui se traduirait par une économie de dizaines de millions de dollars annuellement. Alors qu'aujourd'hui les applications des technologies RFID s'intéressent de plus en plus aux autres domaines d'applications dans divers secteurs d'activités (Woods, 2005), la gestion de la chaîne d'approvisionnement reste le domaine phare, ce qui explique aussi que les recherches scientifiques dans le domaine s'y concentrent particulièrement. Étant donné le caractère nouveau des technologies RFID dans les chaînes d'approvisionnement, il existe très peu d'études empiriques quantitatives sur leurs impacts (Loebbecke, 2005; Hardgrave *et al.*, 2005; Loebbecke et Palmer, 2006) et dans ces cas là, les résultats proviennent de projets pilotes et non d'adoption établies.

Entre temps, diverses approches sont avancées pour anticiper les impacts de ces technologies, dont la proposition de modèles conceptuels, de modèles mathématiques et de simulations, d'études en laboratoire et d'analyses de projets pilotes, etc.

Ainsi, mis à part quelques modèles conceptuels proposés par quelques auteurs comme Gunasekaran et Ngai (2005) et Pramataris *et al.* (2005) où les technologies RFID faciliteraient la mise en place de stratégies de collaboration (ex : VMI, CPFR), et d'agilité (ex : DDSC, BTO), la plupart des études récentes dans ce domaines cherchent à quantifier l'impact de ces technologies sur la performance des entreprises. Ces recherches sont aussi justifiées par les préoccupations des entreprises de capitaliser sur leurs investissements déjà consentis dans le passé. À cet effet, dans une des études sur les opportunités et les défis d'application des technologies RFID dans une chaîne d'approvisionnement, Michael et McCathie (2005) rappellent que les entreprises ont investi massivement dans les technologies de code à barres et cherchent à capitaliser sur ces investissements. Dans une récente conférence adressées à l'intention des PME Canadiennes, Nigel Wood, directeur des relations avec l'industrie de GS1 Canada et Jack Brooks, vice président au développement d'affaire pour EPC Global Canada rassuraient justement les entreprises à ce sujet en présentant la marche à suivre pour convertir leurs codes GTIN associés aux codes à barres en codes EPC associés aux technologies RFID (Bendavid *et al.,* 2007a). Bien entendu cette initiative ne représente qu'une partie minime de la démarche d'adoption des technologies.

Malgré des opportunités significatives qui se chiffrent en centaines de milliards $US (dans l'économie américaine) au niveau de la gestion des inventaires seulement, les défis associés aux coûts d'acquisition et de maintenance des systèmes, en plus des défis relatifs à l'implantation, à la coopération des membres des chaînes d'approvisionnement, aux standards, à la sécurité etc., représentent des barrières importantes (Michael et McCathie, 2005). Srivastava (2004) rappelle à cet effet l'importance de mesurer les coûts et les bénéfices d'un tel projet, de développer des applications capables de « digérer » les quantités astronomiques d'informations générées par les systèmes; c'est-

à-dire, bien cibler l'information désirée et comprendre comment l'utiliser pour améliorer la performance de la chaîne d'approvisionnement. C'est justement là que se posent plusieurs défis, à savoir quelle informations capturer, et quelles méthodes et mesures utiliser pour analyser l'impact des technologies RFID au sein des entreprises et des chaînes d'approvisionnement?

Gaukler (2005) a développé des modèles mathématiques pour évaluer quantitativement l'impact des technologies RFID sur divers aspects de la gestion des chaînes d'approvisionnement, dont les coûts et les bénéfices relatifs à l'implantation, la valeur ajoutée de la visibilité sur l'information au sein d'une chaîne d'approvisionnement, et les bénéfices d'implanter les technologies dans un environnement d'assemblage. Au niveau des décisions de réapprovisionnement par exemple, en tenant compte des améliorations au niveau des politiques de gestion des inventaires grace à l'utilisation des technologies RFID, l'auteur indique une amélioration des coûts de l'ordre de 2.8 à 4.5%, attribuables en grande partie à la visibilité de l'information.

Plus récemment, Gaukler *et al.* (2007) présentent un modèle analytique où ils explorent les préoccupations des membres d'une chaîne d'approvisionnement par rapport au partage (généralement asymétrique) des bénéfices et des coûts résultant de l'adoption des technologies au niveau des produits *(item level tagging)*. L'intérêt de cette étude est à deux niveaux : (i) en regard à l'exploration des coûts et des bénéfices au sein des membres de la chaîne d'approvisionnement, (ii) en regard aux deux cas de situations présentés : c'est-à-dire un scénario où la chaîne d'approvisionnement est centralisée (même joueur), et un scénario où la chaîne d'approvisionnement est décentralisée (différents joueurs) où la position dominante est du coté du manufacturier/vendeur. Les auteurs suggèrent que les profits peuvent être optimaux lorsque les coûts d'étiquetage des produits sont distribués entre les membres du réseau (ici manufacturier et vendeur), ce qui suggère une fois de plus l'importance d'adopter les technologies en mode collaboratif et non prescriptive. Boeck et Fosso Wamba (2007) explorent une problématique similaire et démontrent dans quelle mesure la relation d'affaire entre les

membres d'une chaîne d'approvisionnement peut influencer le modèle d'adoption et par le fait même influencer la rentabilité de l'adoption, lorsque les bénéfices sont partagés au sein de la chaîne d'approvisionnement.

Heese (2007) analyse l'impact de l'inexactitude des données de l'inventaire sur la performance d'une chaîne d'approvisionnement. Son modèle se distingue de celui de Gaukler *et al.* (2007) au niveau des hypothèses. Ce dernier considère par exemple que l'inexactitude de l'inventaire peut être positive ou négative, c'est-à-dire que l'inventaire réellement disponible pour la vente peut être plus important que prévu, à cause entre autres de produits mal placés sur les étagères. Heese (2007) suggère aussi que les modèles de simulations devraient tenir compte du fait que les gestionnaires de plancher sont conscients du problème d'inexactitude de l'inventaire, ce qui implique des ajustements lors des demandes de réapprovisionnement et affecte par conséquent les fournisseurs. Cette hypothèse complique d'autant plus le modèle mathématique proposé. Finalement Heese (2007) conclut aux avantages plus substantiels de l'adoption des technologies RFID dans le cas d'une chaîne d'approvisionnement décentralisée où les technologies améliorent la coordination lors de la prise de décisions.

Avec les mêmes préoccupations, Hou et Huang (2006) ont conduit une étude pour tenter de quantifier les bénéfices des applications supportées par les technologies RFID dans six modèles de chaînes d'approvisionnement dans l'industrie de l'imprimerie à Taiwan. Ils présentent l'impact à différents niveaux des chaînes d'approvisionnement. Par exemple, en faisant une analyse coûts-bénéfices au niveau des vendeurs, les auteurs suggèrent des économies considérables en termes de jours de travail économisés, spécialement au niveau de la réception des produits (identification, comptage, mise à jour des inventaires, etc.) dont l'activité est réduite à quelques heures par année comparée à quelques jours avant l'implantation.

Récemment, Bottani et Rizzi (2007, 2008) démontrent justement comment les technologies RFID permettent d'éliminer ou du moins de réduire l'effet « coup de

fouet » (connu sous l'expression *bullwhip effect*)[57] popularisée par Lee *et al.*, 1997) en améliorant l'efficience opérationnelle par la réduction des temps d'attentes.

Fleisch et Tellkamp (2005) qui utilisent un modèle de simulation pour étudier l'impact de plusieurs facteurs sur les causes d'erreurs au niveau des inventaires (ex : vols, produits inutilisables/endommagés, produits mal placés, livraisons incorrectes) sur la performance d'une chaîne d'approvisionnement dans le secteur de la vente au détail. Les auteurs démontrent comment l'élimination des erreurs au niveau des inventaires peut réduire les coûts de gestion de la chaîne d'approvisionnement tout en minimisant le niveau de pénurie de produits sur les étagères. Ils concluent que les technologies RFID peuvent finalement contribuer de manière significative à résoudre ce problème. Rekik *et al.* (2007) reprennent l'une des dimensions évoquée par Fleisch et Tellkamp (2005) et cherchent à analyser l'impact des technologies RFID sur la réduction des produits mal placés au niveau des magasins. Ils comparent différentes approches afin de modéliser cette problématique. Les auteurs indiquent comment l'acquisition rapide d'informations à propos de ce type d'erreurs permet de générer des bénéfices importants en ajustant les commandes de réapprovisionnements. Ils suggèrent aussi des alternatives à l'implantation de technologies RFID, dont la mise en place de différentes stratégies d'inspection. Si les modèles précédents sont intéressants dans la mesure où ils peuvent servir de point de repère, ils reposent toutefois sur de multiples hypothèses (ex : taux de lecture des transpondeurs, coûts de l'infrastructure, niveau d'étiquetage des produits, périodicité du réapprovisionnement, capacité d'utilisation des technologies, etc.) qui permettent de questionner la pertinence des résultats.

---

[57] Rappelons à cet effet, que l'effet « coup de fouet » est causé, entre autres, par l'inexactitude des prévisions, le type de commande (par lots), la fluctuation des prix, etc. Similairement, Lee et al. (2004) avaient déjà identifié un ensemble de «contre-mesures» à l'effet coup de fouet, qui incluent notamment l'accès à l'information le plus près de la transaction (ex : point de ventes), une meilleure visibilité de l'information à différents niveaux de la chaîne d'approvisionnement, l'adoption de stratégies collaboratives de réapprovisionnement (ex: de type VMI), la réduction des temps d'attente, une meilleure visibilité sur les capacités de production etc. Ce sont finalement des préoccupations qui se retrouvent encore aujourd'hui au centre des recherches sur l'utilisation des technologies RFID dans la gestion de la chaîne d'approvisionnement.

Récemment, plusieurs articles ont capitalisé sur la prolifération des premiers projets pilotes dans le domaine de la vente au détail pour évaluer l'impact des technologies RFID à partir de données empiriques. Par exemple, Loebbecke (2005) s'est intéressée au cas du groupe Metro, géant international dans le domaine du détail et basé en Allemagne. L'auteure indique que la mise en place d'applications novatrices a contribué à réduire la pénurie de produits sur les étagères de 9 à 14% comparé à l'année précédente, tout en permettant d'améliorer l'espace de rangement de 11%. Similairement, Hardgrave *et al.* (2005) ont conduit une étude sur une période de 29 semaines dans plusieurs magasins Wal-Mart équipés des technologies RFID. Les auteurs indiquent que ces magasins sont significativement plus efficients dans leurs processus de réapprovisionnement des étagères vides, ce qui se traduit une réduction des étagères vides de 16%. (connu sous le phénomène de *"Out of Stock" ou OOS*). Loebbecke et Palmer (2006) présentent les résultats d'un projet pilote conjoint entre *Kaufhof Department Stores* et *Gerry Weber* et indiquent que les deux entreprises ont observé des gains significatifs en termes de temps associé à la manutention des marchandises au sein de la chaîne d'approvisionnement, une réduction des coûts reliées aux heures travaillées (pour accomplir les mêmes processus), une meilleure qualité des données et la possibilité de mettre en place des nouveaux services. Les auteurs concluent sur l'importance de l'analyse des données à propos des produits, des processus, des mouvements des produits, des comportements des consommateurs, etc. C'est à ce niveau là que les entreprises vont pouvoir se différencier, à savoir comment utiliser ces informations, et devoir développer une compétence distinctive qui se traduira en un avantage compétitif.Actuellement, la majorité des entreprises essaient encore d'implanter les technologies, d'optimiser le taux de lecture des transpondeurs et au mieux, intégrer l'infrastructure RFID avec les systèmes d'information de gestion déjà en place.

Plus récemment, Chopra et Sodhi (2007) analysent les bénéfices des technologies RFID en terme d'amélioration de processus à deux niveaux de la chaîne d'approvisionnement,

(i) dans les activités en en amont des magasins et (ii) dans les magasins. Pour le premier niveau, les auteurs utilisent le modèle SCOR proposé par le Supply Chain Council *("Supply Chain Operations Reference model")* et considèrent différents niveaux d'étiquetage (contenaire/palette/boîte/item) associés aux indicateurs de performances. L'identification de nouveaux indicateurs[58] de performance, en plus de ceux proposés par le modèle initial constitue un point intéressant de leur étude, qui met en relief la pertinence de certains modèles actuels pour évaluer l'impact des technologies RFID sur la performance des chaînes d'approvisionnement. Chopra et Sodhi (2007) suggèrent qu'actuellement, les gains maximum se trouvent au niveau des activités en amont, dans les centres de distribution où le volume des transactions justifie l'adoption des technologies. C'est cette perspective de recherche que nous avions aussi emprunté pour proposer le troisième article de la thèse (chapitre 6) en utilisant le modèle SCOR pour l'appliquer à une chaîne d'approvisionnement (intégrant les technologies RFID) multi-niveaux dans le secteur des utilités publiques.

3.7.2 Analyse d'impacts : proposition de l'article 3 (chapitre 6)

Ainsi, avec une intention d'analyser l'impact des technologies RFID sur la performance des chaînes d'approvisionnement, le modèle SCOR est utilisé dans un premier temps pour représenter les activités des entreprises et identifier quelles sont leurs priorités en se servant des indicateurs de performance fournis par le modèle. Dans un deuxième temps, l'approche de réingénierie des processus d'affaires est utilisée pour convertir ces priorités en termes de performances désirées en processus, proposés sous forme de scénarios d'affaires et technologiques qui intègrent les technologies RFID. Notons que le choix du modèle SCOR résulte du fait qu'il s'agit d'un modèle établi dans diverses industries, utilisé par l'entreprise focale, et bien accepté par la communauté

---

[58] Exemples de nouvelles mesures de performance au niveau des approvisionnements : (1) achats : % de retours liés à des composantes d'un fournisseur particulier, (2) réception: temps d'attente d'un contenaire/palette/boite/item dans le quai de réception (3) entreposage: % d'items par SKU dont la durée d'entreposage est inacceptable, etc.

scientifique.

Plusieurs séries de questions investiguées dans le chapitre 6 sont donc posées :

- Quels cadres/modèles d'analyses s'avèrent les plus indiqués pour évaluer les impacts potentiels des technologies RFID sur la performance des entreprises et des chaînes d'approvisionnement?
- Quels indicateurs de performance *(KPIs- key performance indicators)* considérer dans cette démarche d'évaluation? Au sein des entreprises? Au sein des chaînes d'approvisionnement? Comment ces impacts se traduisent-ils aux niveaux stratégique, tactique et opérationnel?
- Finalement, quels modèles d'affaires électroniques qui intègrent les technologies RFID mettre en place pour permettre le consensus et stimuler l'adoption par tous les membres d'une chaîne d'approvisionnement?

CHAPITRE 4: A UNIVERSITY-BASED LIVING LAB FOR MANAGING THE FRONT-END PHASE OF INNOVATION: THE CASE OF RFID IMPLEMENTATION

Journal of Technology and Innovation Management (Technovation), soumis le 23 Janvier 2008.

Ygal Bendavid[ab], *Mario Bourgault*[b],

[a] *ePoly Center of Expertise in Electronic Commerce,* [b] *Canada Research Chair in Technology Project Management, École Polytechnique de Montréal, Department of Industrial Engineering, C.P. 6079, Station Centre-Ville Montréal, Qc H3C 3A7, Canada*

Mario.Bourgault@polymtl.ca

ABSTRACT :The recent interest in Radio Frequency Identification (RFID) technologies offers an interesting opportunity for researchers to examine the different phases of the innovation process. Although this technology has improved substantially over the last few years, its adoption by the business community still raises some challenges and unanswered questions for both developers and potential users. This paper examines the role a university laboratory played in the creation of a local innovation network centered on RFID. This led to the creation of a living laboratory designed to better understand the adoption of RFID by a group of supply chain members pursuing intra- and inter-organizational B2B process optimization. The laboratory revealed a strong potential to help the stakeholders develop a mutual understanding of concepts, highlight technical problems and align business processes. The approach proved to be an efficient way of reducing fuzziness at the early stages of an implementation project.

Key Words: Innovation, Front-end, Living laboratory, RFID, project management

4.1 Introduction

How a technological innovation will be disseminated remains difficult to predict, especially in today's environment in which so many dimensions interact. This is particularly true when technology design and implementation depend on a large number of stakeholders, each with different views of and interests in the outcome of the innovation.

Radio Frequency Identification (RFID) technologies represent a very interesting case for studying the early phases of the innovation adoption and implementation processes. Although this technology has improved substantially over the last few years, its adoption by the business community still raises some challenges and unanswered questions for both developers and potential users. It has not yet established itself as a widely accepted innovation and is still at the developmental stage. Yet the proactive stance adopted by lead users indicates that the market is strongly inclined to move toward RFID adoption.

The aim of the research reported in this paper is to examine the role a university laboratory played in the creation of a local innovation network centered on RFID. Instead of investigating the innovation process as outside observers, a group of researchers chose to get involved and to head up the front-end phase of the adoption process from the inside. This led to the creation of a living laboratory designed to better understand the adoption of RFID by a group of supply chain members pursuing intra- and inter-organizational business-to-business (B2B) process optimization.

This project involved setting up a group of key stakeholders, putting in place the technological infrastructure, and leading the whole process up to the proof of concept. That step was intended to clarify the concept for the innovative product or service to be delivered and assess its commercial viability and technical feasibility. As Koen *et al.* (2002) suggest, although front-end innovation activities are often described as chaotic, unpredictable and unstructured, the situation can be organized and managed if managers are ready to accept its experimental nature and cope with uncertainty. They need to

understand that the output of such a process will be not only a stronger concept to plan the pilot but also the methods and all the other issues surrounding the whole innovation project. This is exactly what was observed in this research project.

The paper is organized as follows. We begin Section 2 by presenting the basic concepts of RFID technology and recent related studies in the literature. Section 3 describes the research design in which the living laboratory approach was applied. This approach is further explored in section 4, where the emphasis is on managing the front-end activities of RFID development and implementation within a real organizational context. Section 5 expands on this achievement by focusing on a series of key dimensions that emerged from the project life cycle. Finally, in Section 6, theoretical and practical contributions are presented and the role of a university-based laboratory in the innovation process is discussed.

4.2 Research Background

This section presents a short description of RFID technology. It also draws on the literature to relate the development and implementation of this technology to previous similar innovations especially in the information technology domain.

4.2.1 RFID technology: an enabling technology for emerging applications

RFID technology has been classified as a wireless Automatic Identification and Data Capture technology (AIDC); along with similar technologies such as biometrics, it represents a step in the continuously increasing sophistication of information systems applications in many areas of society (Smith and Konsynski, 2003; Fosso Wamba *et al.*, 2007). Compared to more mature and established AIDC technologies such as barcoding, RFID is seen as a major innovation in commercial applications as it allows the automatic bulk reading of any objects without any requirement for a line of sight. Indeed, in supply chain management applications, RFID is positioned as the emergent technology for real-

time tracking of each product, module, system and, eventually, component as they move along the various layers of today's supply chains.[59]

RFID architecture is basically composed of three layers, as depicted in Figure 4.1: (i) a printed tag (also called transponder)[60] containing a chip and a mini antenna, which is attached to or embedded in a physical object; (ii) a reader (either mobile with an integrated antenna or fixed with separate antennas) that allows multiple tags to be interrogated and to respond at the same time; and (iii) a middleware application that manages the RFID infrastructure and filters, aggregates and routes the data captured.

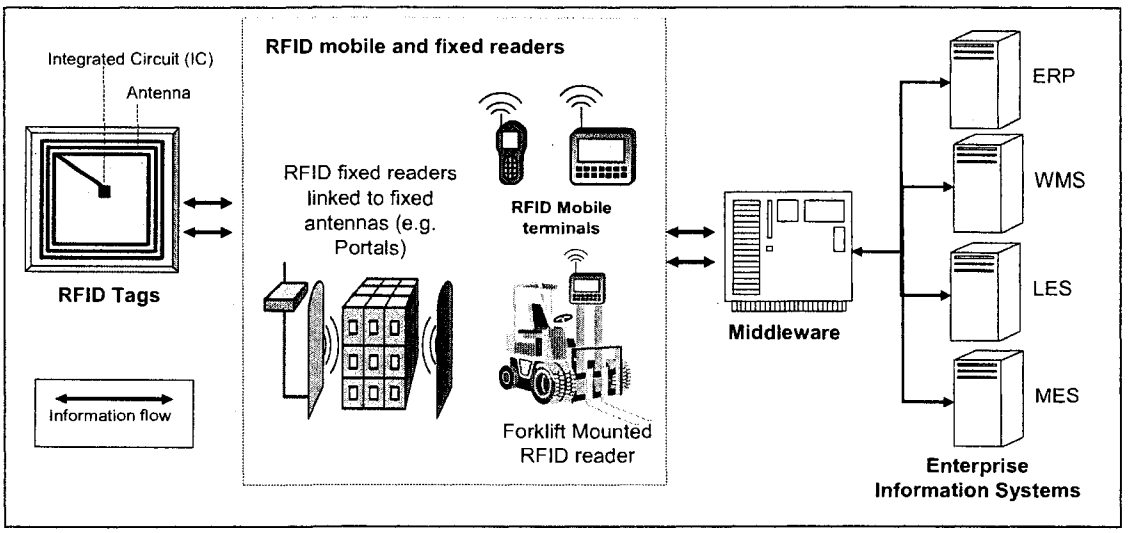


Figure 4.1: RFID technology infrastructure

[59] For example, in its IUID (Item Unique Identifier) initiative launched in 2004, the US DOD (Department of Defense) uses 2D Data Matrix bare codes at the product and subproduct level for "life cycle data visibility" purposes and RFID tags for "supply chain receipt/track" applications at the pallet, box and item level (US DoD, 2006).

[60] Generally, while passive RFID tags are activated only when powered by the radio waves of the reader's antennas, other types of tags have on-board power (active transponders, active beacons, and semi-passive tags) that provide them with enhanced functionalities such as longer read range (up to 100 m), more memory, or links to built-in sensors, but at much higher costs (starting at $15 per active tag compared to 10 to 15 cents per passive RFID tag).

The latter component also interacts with enterprise applications such as Enterprise Resource Planning Systems (ERP), Warehouse Management Systems (WMS), Logistic Execution Systems (LES) and Manufacturing Execution Systems (MES).

When coupled with wireless technologies and linked to external networks, RFID systems can automatically transfer very specific, accurate information inside and outside the boundaries of the organization, allowing access to near-real-time information, anywhere, anytime. In a context in which multiple players are involved in the delivery of a product or service, the importance of RFID as "a connective technology" (Kumar, 2007) may support the emergence of novel electronic business models such as the EPCglobal Network[61] (Thiesse and Michahelles, 2006), thus facilitating information management and inter-organizational collaboration and enabling a better integration of the supply chain members (Fosso Wamba *et al.*, 2007; Bendavid *et al.*, 2007). With its high potential for extending the integration of information flows upward and downward, RFID is likely to serve as a strong catalyst for agile, flexible, and responsive supply chains.

Although some authors have dated the RFID concept back as far as the 1950s, commercial activities integrating RFID technology started in the late 1960s with applications such as electronic article surveillance (EAS) (Landt, 2001). Following decades of developmental work and large-scale deployment of applications such as electronic tolls, the technology has only really attracted attention recently. Industry analysts now predict a surge in RFID-related investments for the years to come, possibly reaching $3 billion by 2010 (Chao et al., 2007; eMarketer, 2005). The increased interest can also be observed through the unfolding of several initiatives including:

---

[61] The RFID / EPC - Electronic Product Code™ network is a set of technologies that ensure global interoperability and enable real-time, automatic identification and sharing of information on items in the supply chain by allowing product data access on directories over the Internet (Thiesse et Michahelles, 2006). The EPCglobal organization in charge of developing standards for data synchronization and communication of RFID data is an initiative of a number of research institutes and global organizations leading the development of worldwide standards for the EPC. The organization is part of a joint venture

(i) the continuing emphasis on supply chain optimization within various industrial sectors such as the consumer goods, automotive, transportation and logistics, aerospace and defense, health care, and pharmaceutical industries (Woods, 2005; Frost and Sullivan CTIA, 2005);

(ii) the decision by major US and European retailers and suppliers to move forward with the deployment of their RFID infrastructure[62];

(iii) the continuing improvement of technology such as more effective types of tags and readers, enhanced anti-collision algorithms for readings tags in dense environments, innovative processes for producing tags and antennas, etc.

(iv) the appearance of a dominant design for RFID tags for open-loop supply chain applications (i.e., Ultra High Frequency (UHF) 915-MHz class 1 Generation 2 tags) (EPCglobal, 2005), following the developments in ISO/EPCglobal standards such as the recent amendments to UHF RFID air interface protocol ISO/IEC 18000-6C (ISO, 2006) and the EPC Information Services (EPCIS)[63] standard for real-time data sharing (EPCglobal, 2007);

(v) the development of middleware and applications technologies that can take advantage of RFID capabilities, and their proven integration in real-life settings (O'Connor, 2007);

(vi) the offering by enterprise technology providers of possibilities to leverage on their technologies (e.g., SAP AII in the ERP market and MarcGlobal/Red Prairies in the WMS market) (e.g., SAP, 2007);

---

between GS1 (formerly EAN International) and GS1 US (formerly UCC- Uniform Code Council, Inc.).

[62] For interesting source of information on RFID trends toward adoption in all sectors, see RFIDUpdate.com.

[63] The EPCIS is an integral part of the EPCglobal network. Its goal is to enable disparate applications to leverage Electronic Product Code (EPC) data via EPC-related data sharing within and across enterprises. EPCIS can be considered as a high-level middleware in the sense that it incorporates an understanding of the business context in which the EPC data were obtained (EPCglobal, 2007).

(vii) the development of specialized training and certification programs (e.g., CompTIA RFID+™ Certification) providing companies with international, vendor-neutral certified RFID professionals (CompTIA, 2007).

All of these initiatives suggest that the business environment is eager to open up new opportunities for RFID to be widely understood and adopted. The trend has reached the academic literature as well.

4.2.2 RFID adoption and implementation: a view from academia

Academia has definitely become interested in the RFID phenomenon, as witnessed by the constantly increasing number of papers in various related fields of research (Chao et al., 2007; Sheffi, 2004). One of the best covered areas is the field of supply chain management, where RFID technology is being investigated through its various impacts on operations such as its capacity to (i) enable build-to-order supply chain (BOSC) management strategies (Gunasekaran and Ngai, 2005), (ii) allow supply chain optimizations through the reduction of inefficiencies (Hartgrave et al., 2005) and improved supply chain information visibility (Choy et al., 2007), or more broadly (iii) support supply chain process redesign and improvement (Fosso Wamba et al., 2007).

Interesting contributions have also been made recently in the field of innovation management, primarily from an adoption perspective. In his studies of disruptive technologies, Sheffi (2004) positions RFID's current state of development on a life cycle model and speculates on the possible path to future adoption. From a technological ecosystem perspective, Adomavicius et al. (2006) use various examples of technologies such as RFID to identify common patterns of technology evolution, outlining the paths of influence, and thus providing insights for analyzing complex relationships between multiple technologies in such ecosystems. Similarly, Quaadgras (2005) looks at the interdependent nature of firm relationships to define the RFID business ecosystem for predicting firm participation. More recently, Dew and Read (2007) conducted an analysis of the RFID industry, which, in their view, has been beset with coordination

problems (among vendors and users) generated by direct and indirect network externalities. The authors highlight the role of focal points (e.g., use the barcode bandwagon as leverage for the EPC), leadership (e.g., instrumental role of major firms such as Wal-Mart in creating a critical mass) and sharing of common information and knowledge as coordination mechanisms that may help organizational communities advance network externality product adoption. Riggins and Slaughter (2006) also examine the adoption of RFID and develop propositions regarding how adopters collectively conceptualize their options and the behaviors that result with respect to inter-organizational system (IOS) adoption. They suggest that when firms share similar mental models, they can reach a focal point solution and decide more rapidly whether or not to adopt the technology. The adoption of RFID, as a collective action, has also been studied within multi-organizational alliance settings. For example, Yang and Jarvenpaa (2005) focus on (collective) trust in the adoption of an RFID network as a newly emerged IOS. They suggest that the adoption is complicated by the divergent attitudes and perceptions companies have about the technology, as well as about each other, making agreements more difficult to reach. Finally, Sharma et al. (2007) examined the adoption of RFID technologies from different perspectives such as strategic choice theory and institutional theory. They propose a conceptual RFID adoption model based on previous IOS adoption literature. They explore the influence of various factors driving RFID adoption and degree of expected integration such as organizational readiness, technology, external environment and inter-organizational pressure. When they compared the influence of each rationale, they found two technological factors (perceived benefit and perceived costs), and one inter-organizational pressure factor (supply chain partner power) that exercised the most influence on adoption intent and level of expected integration.

Although the studies described above have made some interesting contributions for better understanding RFID adoption patterns and issues, other studies have scrutinized how technology ought to be implemented in corporate and network settings. For

instance, Loebbecke and Palmer (2006) share some insight on RFID pilot studies conducted between Kaufhof department store, a leading European retailer, and Gerry Weber International, a fashion merchandise manufacturer. They suggest that managers in charge of the implementation should carefully consider (i) technical issues such as the fine-tuning of the equipment to ensure 99.9% reading rates; (ii) economic issues related to the selection of transponders; (iii) IT issues, addressing challenges such as information filtering and analysis; (iv) business process redesign for increased efficiency; but more importantly, (v) the "intelligent" use of RFID data. Li et al. (2006) briefly discuss RFID implementation challenges and the corresponding strategies from a technical perspective, pointing out major issues such as cost, standards, tags and reader selection, data management, system integration and security. In the same vein, Wu et al. (2006) explore some of the existing challenges and obstacles to RFID adoption such as technology limitation related too RFID physics, the lack of a unified standard, intellectual property issues, cost associated with tags and system integration, the difficulty of quantifying cost reduction and value creation in calculating ROI challenges and finally barcode-to-RFID migration challenges. The authors propose some directions to consider in resolving some of these challenges; some, however, are beyond the scope of individual firms, for example, the proposal that governments should work out regulations and standards, RFID manufacturers should develop multiple-protocol readers, etc. Bendavid and Bourgault (2005) on the other hand place more emphasis on the project management difficulties associated with RFID implementation in a supply chain context, suggesting that RFID projects share some features with business process reengineering (BPR) projects, such as ERP and IOS implementation, and need to be studied as a network tool; previous studies on implementing collaborative practices should be of interest.

In terms of implementation, Spekman and Sweeney (2006) point out critical aspects of RFID deployment, emphasizing testing based on a scientific method rather than the trial-and-error testing methods used today in some early implementation and pilot settings.

More practical step-by-step approaches for RFID implementation are proposed by Bhuptani and Moradpour (2005) and Lahiri (2005), who emphasize the technical aspects of these implementation projects. Finally, other authors propose various methodologies for the building and evaluation of RFID business cases (Lahiri, 2005; Laubacher et al., 2006; Bendavid et al., 2007). For instance, Lahiri (2005, p. 144) submits a business justification method for designing and implementing an RFID solution, which comprises five steps: (i) forming the business justification team, (ii) determining the potential application areas, (iii) building the business case, (iv) determining priorities, and (v) determining roadmaps to plan the pilots. In the same vein, Laubacher et al. (2006) propose an Activity-Based Performance Measurement (ABPM) tool for the building of a business case, allowing users to assess business performance at the activity level and then move up to the business unit and the firm level. Performance measurement was also investigated by Bendavid et al. (2007), who provide a broader vision by adopting a similar approach to BPR, using the Supply Chain Operation Reference (SCOR) model (Stewart, 1997) as a framework to evaluate the impacts and potential benefits of implementing RFID technology at the supply chain level.

Overall, the findings of studies on RFID adoption and implementation to date can be summarized in a few points: some studies have already made it possible to identify the conditions favoring adoption and the critical factors for implementation. If one takes into consideration the fact that the technology is still under development and there are relatively few examples of implementation, there is certainly a need for other studies to be done within a wide range of contexts and taking several technological and organizational factors into account. However, this approach is not sufficient. The identification of critical factors does not always allow one to understand the process that leads to a firm's adoption of a given technology. The case of information system implementation projects constitutes a good example. Identifying critical success factors is not enough to ensure a successful implementation. Even at the level of technology, one must avoid minimizing the difficulties inherent in the systems to be developed.

Some recent studies have addressed these issues concerning RFID, indicating that benefits are still questionable (e.g., GMA and IBM, 2006; Cecere and Suleski, 2007), and that some of what that has been written and speculated about this technology is misleading or simply not true (Hartgrave and Miller, 2006; Moore, 2007). In actual fact, it appears that some of the applications studied (e.g., self-service checkout, self-product replenishment, automated warehousing activities), while theoretically very attractive and potentially feasible, are quite challenging in the real world. Therefore, because of the lack of understanding of RFID physics and integration issues with existing IOSs, potential adopters could overestimate the technology's potential and develop unrealistic expectations, inevitably leading to disappointment later in the project.

All this being considered, many questions still remain unanswered:

- When considering the adoption of an emerging technology such as RFID, how can firms (potential users) develop an understanding of the stakes, challenges and benefits outside the traditional working framework in which they rely on consulting firms and solution providers, over whom they have no control?
- When facing technological projects presenting a scope (e.g., level of difficulty) beyond their organizational capabilities, how can firms set up and manage implementation projects in which genuine cooperation by the various stakeholders is required in the early phases (fuzzy front phase)?
- From a project management point of view, how can one adequately structure this front-end phase, where the level of technical and business knowledge is basic and classical models (e.g., PMI's PMBoK)[64] rarely apply?

---

[64] For less tangible development projects (see Crawford and Pollack, 2004) such as information systems development, or organizational and cultural change initiatives, subject to external (project) environment influences, project stakeholders have to recognize that the prepared pre-project is fallible and incomplete and "more likely to be inappropriately managed by conventional methods" (Williams, 2005, p. 504). The RFID project investigated falls within this realm, as it presented a high degree of ambiguity because of confusion and lack of understanding by the various project stakeholders (i.e., clarity of the objectives and respective requirements). RFID projects also "suffer" from multiple sources of external environment

The approach described in this article was formulated to answer these questions, at least in part. The experiment is based on the hypothesis that, during the adoption and implementation of a technological innovation, neutral entities (such as a university laboratory) could act as intermediaries to develop, jointly with economic partners, a level of knowledge that would place those actors in a better position to understand and make the necessary decisions. It is the kind of accompanying, catalyzing, integrating role that a third party can play to bring together actors who, a priori, would not easily come into contact outside the scope of classical contractual agreements such as contracts with consultants or solution providers.

Thus, the experiment examines both the role of this third party (the university) and the approach that was suggested to the other actors (the living laboratory).

4.3 The research Design: setting the stage for a collective learning experiment in a living laboratory

This section reports on the principles underlying the research team's strategy for putting together a group of firms and experimenting with RFID technology as an enabler of collaborative supply chain applications.

Because RFID adoption and implementation in the extended enterprise context represents a complex, multidimensional phenomenon, the research group initially planned to set up a network of industrial actors and help "create the phenomena that did not exist before" (Kaplan, 1998) at least locally. Therefore, the team of scholars did not "just" observe and document an existing phenomenon but became active change agents embedded in a collaborative, project-oriented action research process (Kaplan, 1998). This approach called for researchers to actively participate in a project in which real

---

uncertainties (e.g., technology, standards, ROI, security and privacy issues, etc.) and maintain a very fragile equilibrium. Thus, by their nature, project management approaches for such projects require an alternative project management style based on stakeholder coopération (Williams, 2005), and incorporating flexibility, tolerance and vagueness (Atkinson et al., 2006), which are not necessarily valued in traditional control approaches.

problems were tackled and a live case was investigated in real time, as suggested by Coughlan and Coghlan (2002): "*research in action rather than action about research, participative, concurrent with action, an approach to problem solving.*" Contrary to most cases of new technology implementation in which solutions are triggered by large firms,[65] the proposed research design called for a broader vision in which opportunities were to be shared and evaluated at all supply chain levels in a neutral, university-based environment. In the specific case of RFID, this proved to be critical for the success of the project since an important element of realizing value from RFID is the level of business and technological integration within the group of internal and external supply chain members (Curtin et al., 2007).

At the very beginning of the process (2004), the context was too fuzzy for most of the firms involved. As one participant (Director, Operations Management) correctly put it, "*consulting firms, vendors and even our WMS supplier are pressuring us to consider RFID technology as if we were already late in the process of adoption...but we don't even know what exactly the technology is about...and we don't want them to tell us.*" Leveraging on this timing, the research team adopted a proactive stance in order to explore these issues with influential lead users who were aware of the strong inclination by the market to move toward RFID adoption but who also knew that many critical questions were still pending. Because the industrial participants were not subject to the pressure one often finds in normal consultancy arrangements, their interest was more strategic in nature, focusing on questions such as: Why consider the adoption of RFID technology? Which layers of the supply chain should be included in the newly developed business model? And which approaches should we use to conduct a safe implementation?

---

[65] Most early RFID projects driven by large group mandates primarily sought a "slap and ship" type of implementation in which RFID tags are simply attached to shipping containers rather than being integrated into an overall process.

In more practical terms, the research team acted as a neutral, independent project initiator, integrator, and facilitator. As active intermediaries within the innovation process, the researchers performed multiple innovation intermediation functions such as those proposed by Howells (2006): (i) technology foresight and diagnostics, (ii) scanning and information processing to identify potential collaborative partners, (iii) knowledge processing by helping partners combine their knowledge, (iv) testing validation and training in laboratories, and (v) technology and application (pre)assessment and evaluation.

Because the researchers and the practitioners were jointly confronting issues that were not pre-identified (i.e., not driven by a planned pragmatic outcome such as a known transformational change), the inquiry process could be viewed as a value in itself (Coghlan, 2003). In this sense, as in "organistic-action research" (Coghlan, 2003), neither the researchers' assumptions nor their ways of thinking and acting were viewed as being necessarily right; they were also investigated during the research process. Many recent research projects have used similar approaches based on the principle of a collaborative inquiry process involving researchers and organizations (Shani et al., 2004), in turbulent environment including e-commerce (Daniel and Wilson, 2004) innovation management (Fricke and Totterdill, 2004) information systems (Lau, 1999; Baskerville et al., 1998), project management (Parker and Mobey, 2004), and operation management (Naslund, 2002)

The proposed approach is in fact akin to the concept of living laboratory developed in Europe in recent years. Loeh et al. (2005) explain that this approach has been used to support different research settings and the use of a laboratory by private and academic partners for self-learning. More specifically, a variety of applications have been reported on, such as the testing of various virtual project management settings (e.g., Loeh et al., 2005), the design and evaluation of ubiquitous computing research for human tracking (e.g., Intille et al., 2006) and location awareness in mobile computing environments (e.g., LaMarca et al., 2005).

The use of such laboratories over a prolonged period for longitudinal experiments settings that are as realistic as possible plays a central role for the management of front-end activities in implementation projects. It is also in line with other approaches such as the following:

(i) Smeds (1994) on operation management. Smeds proposes the use of social simulation games as a method for managing innovative change and allowing experimentation and experiential learning: "*(Where) the players can experience how the relationships between the activities in a business process are structured and how overall efficiency and quality of work can be improved through process changes*" (Smeds, 1994, p. 73).

(ii) Nobelius (2004), Emden et al. (2004) and Blonqvist et al. (2004) on new product development (NPD) and R&D management. For instance, Nobelius (2004) suggests that the approach to managing R&D processes has moved from a technology-centered model to a more interaction-focused view based on collaboration within a wider system involving suppliers, clients, distributors, and other companies in various industries. The author illustrates this concept with the case of Bluetooth technology (an AIDC technology), where the demand to cooperate with multiple actors outside the traditional R&D departments was driven by the requirement for companies to enhance their combinatory capabilities and joint research efforts by connecting into loosely tied multi-technology research networks. Similarly, Emden et al. (2004) investigated the concept of the co-development alliance, which creates value by integrating and transforming disparate pools of know-how related to new product or service development where each party contributes a significant portion of the end solution (like RFID applications developed in our laboratory setting). Blonqvist et al. (2004) address similar concerns and introduce the approach of networked R&D management and shared innovation, which emphasizes firms' core competencies and dynamic capabilities. Here, collaboration is viewed as a meta-capability (i.e., knowing how to create, transfer and use knowledge) for companies managing innovations in a dynamic business environment (as is the case

for RFID technology). The authors illustrate their approach with the case of Sonera Corporation in the ICT industry, where technological competencies are increasingly developed in networks, taking the form of cooperative R&D projects with internal and external complementary companies including Finnish universities and research institutes. The resulting co-learning approach within clusters of key partners is viewed as an enabler of both incremental and radical innovations, which become a source of competitive advantage.

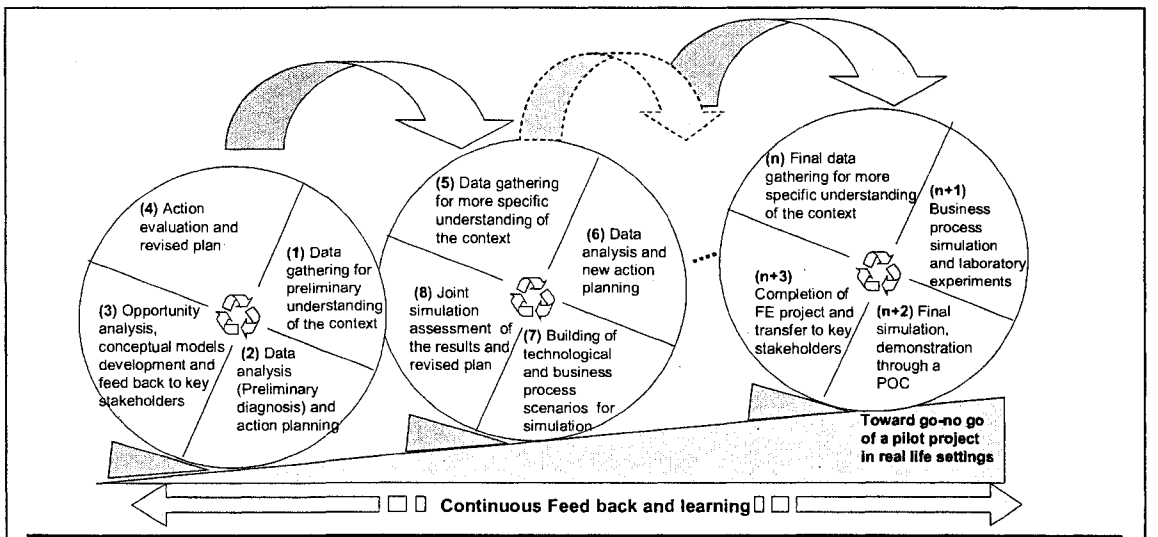
(iii) Chesbrough (2003) on innovation management. Chesbrough proposed an open approach to innovation that leverages on internal and external sources of ideas. The underlying business model in which an idea travels from invention to commercialization provides access to new skills and knowledge (e.g., through research institutes) and complementary competencies and technologies, and allows cross-disciplinary and cross-organizational integration, as an essential element for successful NPD. The concept is illustrated with multiple examples from innovative companies such as IBM, Xerox and Intel. Although an open approach to innovation might seem obvious today, the author suggests that developing the ability to experiment with one's business model "*requires the creation of processes for conducting experiments and for assessing their results...(and) many companies simply do not have such processes in place*" Chesbrough (2007, p. 24).

4.4 SETTING up the innovation project: process, people and technology

This section describes how the living laboratory became a reality through the involvement of industrial partners (*people*), the setting-up of an RFID equipment setting (*technology*) and the definition of a working *process* by the key actors. It must be understood that the following description is clearly and openly an a posteriori reflection on what really happened. In other words, even though some basic planning was done at the outset of the project, it would probably not have been possible to imagine such a clear-cut plan at that point. On the other hand, reflecting on and documenting the

process ex post is still an extremely fruitful exercise as it helps to create "bits of knowledge" that are necessary in order to compare the process with similar or complementary approaches during the early phases of innovation (e.g., Turner, 2005; Koen et al., 2002; Montoya-Weis and O'Driscoll, 2000; Khurana and Rosenthal, 2002; Reinertsen, 1994; Wheelwright and Clark, 1992).

As presented in Figure 4.2, the research was conducted in a series of five major phases, starting with the reaching of agreements with organizations that were interested in the implementation of B2B applications integrating RFID technology in a supply chain context.



Front End Innovation (FEI) Project Phases				
Preliminary **Phase (1)**	**Phase 2**	**Phase 3**	**Phase 4**	**Post experimental phase (5)**
Building agreements with partners	Iterative data gathering for understanding of the context, Continuous data analysis and action (simulation) planning	Multiples joint simulation sessions using Business Process Analytics (BPA) tools, planning of the POC including the laboratory building and system installation and integration (data bases, ERP, Middleware)	Customization of the applications (i.e. ERP and middleware configuration) Simulation, demonstration through a POC, diffusion of the results to key stakeholders and project transfer to industrial partners	Pilot in real life settings
2 months	1.5 year		6 month	Still pending

Figure 4.2: Managing early phases of the project

Eventually, they would also take part in a pilot project in a real-life setting (phase 5). However, because the research group was not directly involved in **phase 5,** only the first four phases are described in this paper. Despite the sequential presentation of the project, the iterative nature of the research process needs to be pointed out, as it reflects the complexity of what really happened as the activities unfolded.

4.4.1 Preliminary phase (1): building the team and reaching agreements with partners

The objective of the first phase was to generate enough interest in a community of interest to set up a unified working group to investigate the concept of RFID, which would last several months and would involve sharing ideas, information, and high-level expectations. Following a conference held in July 2004 at the research center, the business case for potential strategic alliances for the project, many subgroups emerged in various industries. With each subgroup, some specific respondents were identified and more focused meetings were organized in order to negotiate and customize the agreements. This phase allowed partners to agree on how to manage the alliance life cycle (Dyer et al., 2001) including the creation of formal structures and the management of the relationship. In April 2005, a first agreement in principle was signed concerning a research project in the public utility sector. As indicated in Figure 4.3, three types of partners were identified. In addition to the university research group, which would act as the integrator, industrial partners and technology partners were invited to participate. Later, satellite partners, mostly from the sales department of the firms involved, joined the project with commercial intentions. These individuals were kept outside the process as far as possible (i.e., until the end of the proof of concept) in order in maintain the neutrality and integrity of the research process.

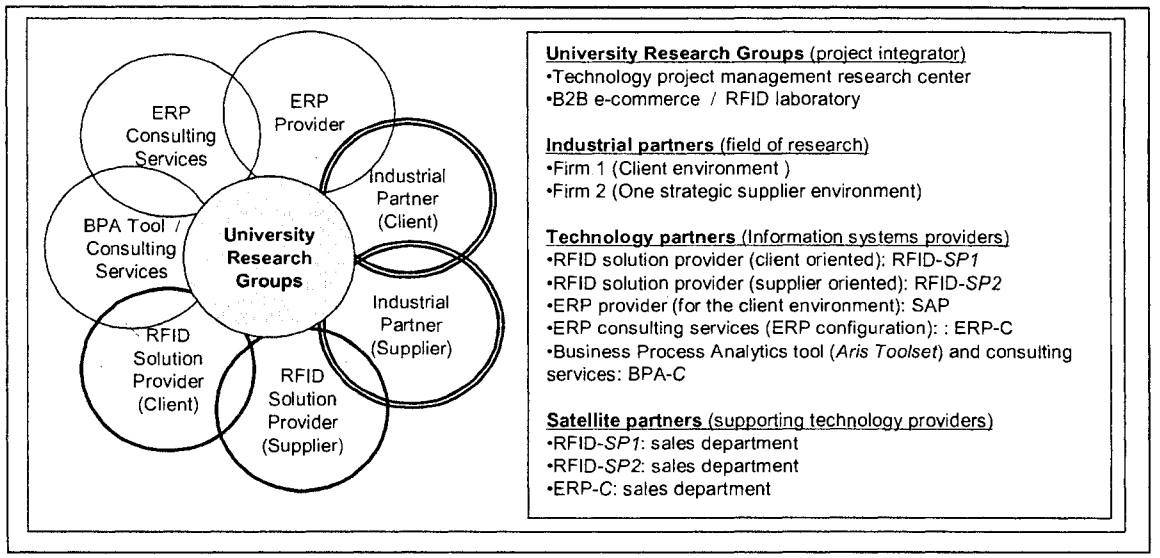


Figure 4.3: Temporary integrative platform for the project

By understanding each company's strategic objectives in establishing the industry-university relationship (Santoro and Chakrabarti, 1999) and how all partners could benefit from working with one another, the researchers managed to strengthen the capital of the relationship. Thus, establishing a common understanding facilitated the subsequent more detailed negotiation of the objectives (i.e., individual and collective needs vs. wants analysis), the incentive alignment sessions, the project scope (i.e., proof of concept), etc. The industrial partners were in fact the potential end users of RFID technologies and were to constitute the setting in which the technologies could be installed. This first category needed at least one dyad of firms due to the nature of the technology involved (RFID as a supply-chain-enabling system). **Firm 1** is a major North American producer of electricity and considered as a worldwide leader in the utility sector. Multiple divisions of the company were involved in the activities of the living laboratory. Project managers and technological and operations managers in charge of supporting the supply chain (distribution centers, logistics, stores, IT infrastructure, etc.) headed up the project within the company. **Firm 2** is a strategic first-tier supplier of Firm 1. It is a major manufacturer of specialized products for the utility sector. The vice-

president of the company and several operations managers were directly involved in the process. Both firms agreed to actively participate to the research as a way to increase their understanding of RFID technology and how they could potentially benefit from its integration within their own supply chain. At the start of the project, both firms were at the awareness stage in relation to RFID technology. Their knowledge was mainly based on information gathered at professional conferences and in specialized publications and through informal discussions with consultants. Central to the research process were the technology partners, whose contribution to the working group was mainly the provision of equipment (i.e., ERP, middleware, RFID infrastructure, Business Process Analysis (BPA) software) and specialized resources (technicians, consultants, training).

Three types of technology partners were involved. Firstly, ***RFID-SP1*** provided the RFID infrastructure including middleware and configured it to simulate the client environment (i.e., Firm 1's internal divisions). ***RFID-SP2*** provided a second RFID middleware application and configured it to simulate the supplier environment (i.e., Firm 2). Secondly, for the integration with enterprise systems, ***SAP*** provided its ERP software, which was hosted on local servers. A specialized consultant team from ***ERP-C,*** in cooperation with one IT specialist from **Firm 1**, one operations manager, and one of the researchers, configured a basic version of the client's ERP environment. Thirdly, the use of specialized BPA software (ARIS Toolset), and the training for its use was provided by ***BPA-C*** for the mapping, simulation and analysis of the RFID-enabled scenarios. As the researchers became familiar with the tool and the underlying methodology required for its use (Scheer et al., 2002), this reinforced their central position in coordinating the project and managing collaboration based on process sharing.

The initial discussions that were held with all the project partners allowed the researchers to pinpoint the stakeholders' expectations. For example, a common expectation of all the partners involved in this research process was to gain a better understanding of the RFID phenomenon, which was obviously important when one

considers the increased interest in potential adoption in all sectors (Woods, 2005). Moreover, while the decision to become actively involved in a discovery process related to the concept of RFID was sufficient reason to join the university research group, other individual expectations reinforced the desire to collaborate. Table 4.1 lists the expectations that were identified following a data collection exercise carried out by the researchers, through face-to-face discussions, emails, and telephone conference calls. Most of these expectations for cooperation are supported by the literature, although not necessarily related to RFID (right side of table 4.1). For instance, one of the key initial expectations of the university research group was to enhance the understanding of an emerging technology (RFID). The technology partners' initial expectation can be summarized as gaining visibility through a university alliance, gathering RFID project knowledge (experience) that they would later be able to commercialize as part of their offer and also using the laboratory experiments as a commercial argument to leverage on when building and developing a business relationship with the industrial partners. Finally, the industrial partners' preoccupations were closer to those of the researchers, as they wanted to demystify the oversold benefits of RFID technology, as discussed in the press or by vendors, and realistically understand the potential impact of the technology on their business processes along the supply chain.

Table 4.1: Initial expectations for cooperation

Initial expectations of the academic institution	Similar concepts found in the literature
• **Understand the RFID phenomenon** • **Develop a methodology for managing front-end activities** and define a roadmap to move from conceptual ideas to "real opportunities" for optimizing intra- and -inter-organizational business processes in an SC environment (1) • Assess the **business viability** and validate the **technological feasibility** of RFID-enabled SC in a controlled environment (2) • Assess the **data analysis techniques** to understand how to evaluate the impact of RFID on business processes (3) • Understand the **uncertainties related to RFID projects** by understanding (i) the variety of tasks and (ii) the degree of interdependencies within and between these tasks (4) • Understand the **uncertainties related to the goals** (evolving motivation toward RFID interest), and **test the methods to reach these goals** (5) • Understand **the uncertainties** related to market (client needs), technological (availability, stability), environmental (economic, ecological, social) and resource allocations (6) Access a **pool of expertise** by integrating technological and industrial partners (7) in order to be able to build a proof of concept	(1) using established front-end innovation processes such as the one proposed by Koen et al. (2002); Montoya-Weis and O'Driscoll (2000); Khurana and Rosenthal (2002); Reinertsen (1994); Nobelius and Trygg (2002). (2) using established NPD front end processes such as the one proposed by Wheelwright and Clark (1992); Cooper et al., (2002) (3) using established performance measurement framework such as Balanced Score Card (Kaplan and Norton, 1992) or SCOR (Steward, 1997) (4) see Williams (1999); Shenhar and Dvir (1996) (5) see Williams (1999); Turner (2005) (6) Jetter (2003); see also Zhang and Doll (2001) for a taxonomy of fuzziness including multiple sources of uncertainties (7) Emden et al. (2004); Chesbrough (2003) (8) Adapted from Van Telingen and Hundley (2003) (9) Santoro and Chakrabarti (1999) (10) Hartgrave and Miller (2006); Reyes et al. (2007) (11) Bendavid and Bourgault (2005); Spekman and Sweeney (2006); Asif and Mandviwalla (2005); Li et al. (2006); Wu et al. (2006) (12) Fosso Wamba et al. (2007); Bendavid et al., 2007
Initial expectations of the technology partners	
For RFID solution providers (RFID-*SP1*, RFID-*SP2*) • Based on the results of the proof of concept, **convince funding stakeholders** (potential clients) that the project is feasible and worth initial funding to proceed with a pilot, and eventually an implementation (8) Position themselves as **pioneers in the RFID** industry in Canada and gain access to a potential market in various industries (starting with this collaborative research)	
For the ERP provider (SAP) • Gain **visibility** through a university alliance (9) • Demonstrate the **compatibility of their solution** with existing RFID solutions • Insist on the importance of having a robust enterprise information system infrastructure to **be able to fully leverage on RFID technology**	
For the ERP consulting services provider (ERP-*C*) • **Develop expertise** in ERP-RFID integration without "learning by doing" in real-life settings • **Commercialize this newly acquired expertise** as a part of its offer in a booming market	
For the BPA tool and consulting service provider (BPA-*C*) • Gain **visibility** through a university alliance (9) • Understand **how its tool could be used** to help redesign RFID-enabled scenarios.	
Initial expectations of the industrial partners	
For industrial partner Firm 1 – client environment • **Demystify oversold benefits of RFID** (as discussed in the press or by vendors) (10) • **Build a "free" business case**, and understand the real potential in the utility sector • **Understand the challenges and opportunities for an RFID** development and implementation project (11)	
For industrial partner Firm 2 – supplier environment • Develop a **proactive stance toward a potential RFID mandate**. Evaluate **opportunities for leveraging on such technology** to optimize its manufacturing / assembling activities (12)	

4.4.2 Phase 2: Data gathering for understanding of the context

At this stage, the researchers were mainly involved with the industrial stakeholders in gathering contextual data. Starting in May 2005, through multiple field visits, on-site observation and semi-structured interviews with key respondents from each firm, various contextual data was gathered including detailed mapping of the supply chain, intra- and inter-firm business and operational processes, information systems infrastructure, etc. This time-consuming process, which requires extensive customer involvement, served as the basis for reproducing supply chain members' environment in the laboratory setting during a subsequent phase **(phase 4).**

Thus, **phase 2** allowed the academic partner to understand the organizations and the problems they faced, get familiar with their products and services, their industrial context, etc. In other words, while the rationale for the research was already set (i.e., primary motivation for joining the RFID group), **phase 2** clarified it, refining the purpose of the study. For instance, which activities did the respondents identify as the most critical for investigating RFID potential? Why? How are these activities conducted today? During this phase, the industrial partners were mainly information providers and the RFID technology partners were consulted for specific technical questions, such as where are the pain points in the studied supply chain? How can they be translated in business processes that can easily be shared among project stakeholders? Can RFID automate the business processes identified? How? Is it possible for RFID readers to identify this type of product? In this specific environment? At this distance?

Because the selection of RFID infrastructure is primarily driven by (i) the targeted applications, (ii) the selected product to be identified and tracked, and (iii) the constraints specific to the physical environment,[66] ***RFID-SP1*** had to participate in this

---

[66] The selection of RFID infrastructure depends on (i) the applications, which will be characterized by the distance of reading (how far?), the time frame for reading (i.e., dwell time) (how fast?), the number of tags to be read (how many?), the volume of data to be transferred (how much?); (ii) the selected product to be

phase to some extent, when it conducted the preliminary "site survey." This activity allows one to narrow the scope of the technological design considered for the implementation in a real-life setting and select appropriate arrangements for the laboratory demonstration. While feedback was provided continuously, in order to formalize **phase 2**, a detailed mapping of all the targeted processes, a preliminary data analysis and opportunity identification, and various basic conceptual models (e.g., for identifying RFID impacts) were sent to all project stakeholders. These deliverables allowed to adjust the planning of further actions such as subsequent more specific data gathering, RFID-enabled scenario building and simulation.

4.4.3 Phase 3: Data analysis and action planning using BPR approach

While Phase 2 allowed to gather data on the context, identify and clarify project goals, and do the initial planning for the simulation, in Phase 3, the industrial and technological partners played a much more active role; they all participated in the development, building, evaluation, screening and selection of RFID-enabled supply chain scenarios. **Phase 3** allowed the industrial partners to understand and assess their propositions. For instance, what would be the impact and potential benefits of implementing this technology in their daily operations?

A first approach similar to the one based on (software) requirement engineering (e.g., Wiegers, 2003) was used for gathering and managing the requirements throughout the product/process development cycle (i.e., elicitation, analysis, specification and validation). Moreover, because of the high uncertainty of this development project, a highest degree of experimentation, via prototyping and iterative testing, was required to better determine information systems requirements (El Laoudi et al., 1998). A second

---

identified and tracked, which will influence the choice of the technology with regard to the type of material (e.g., reflective material such as metal vs. absorptive material such as cardboard), the level of tagging (pallet vs. box or item); and finally, (iii) the physical environment which has unique physical constraints influencing the level of interference, such as metal beams, specific level of humidity, distance between dock doors, presence of interfering electronic devices, etc.

approach used in **phase 3** of the research design was partially based on the established methodologies referred to as Business Process Reengineering (BPR) (see Choi and Chan, 1997) for integrating new technology. Also, for the purpose of facilitating the communication among stakeholders, the business process language was established as a visual formalism where all the supply chain member departments and individuals, the processes carried out, the supporting information systems, and the different types of documents were represented. Using this common language helped all parties to express their concerns, specify their needs and clarify their objectives as the project progressed.

As a result of the brainstorming sessions, use case analyses, joint working sessions at the research center and additional visits in the field, various business and operational processes were mapped in more detail. Because of the scope of the project activities, only selected scenarios were populated with data, simulated and finally analyzed in detail for their potential benefits. For this exercise, a BPA tool (*Aris Toolset)* was used. After multiple refinement rounds, a final version of the RFID-enabled scenarios was finally frozen before the laboratory settings were customized and the new RFID-enabled business rules configured in the middleware (i.e., building the physical and virtual prototype). Following further negotiations related to individual and collective objectives (i.e., needs vs. wants analysis) including all the project stakeholders, it was not until May 2006 that a formal document was sent to all project stakeholders by the researchers to formalize the final scope of the proof of concept and set a date when the industrial partners would invite their counterparts and share with them the results of this project-oriented research process.

4.4.4 Phase 4: Simulation, demonstration and project transfer

Finally, in **phase 4** a near real-life feasibility demonstration was conducted through a proof of concept in the research center laboratory (i.e., limited scope in controlled environment). Basically, this activity allowed the group to select an appropriate risk mitigation strategy or apply a chosen method, providing a means to reduce the project's

technical and commercial risks (Turner, 2005). As Dobni (2006) points out, such non-traditional experimentation techniques address the tradeoffs between overinvesting and undercommitting, suggesting that the proof of concept serves as a critical milestone prior to conducting a pilot study in a real-life setting (i.e., limited scope in real environment). For the purpose of the simulation, a real RFID physical infrastructure (including portals, readers, antennas, auxiliary devices, tagged products and a conveyor) representing the supplier's and the client's environments was connected through a virtual infrastructure (ERP, RFID middleware, databases). Most importantly, a part of the client's and supplier's ERP environment was configured and customized to demonstrate the possible integration with inter-organizational enterprise systems.

To maximize the knowledge acquired, and make the action approach very practical, the researchers decided to control only some of the project's technical parameters (i.e., basic RFID infrastructure, limited integration, basic configuration, restricted application). All uncontrolled real-life issues were left open to change in the building of the proof of concept. These included organizational issues (i.e., budget allocation, new contract negotiation, presence of unions, etc.), industrial issues (i.e., industry readiness, business relationship within the supply chain, market competitiveness), technological and standards issues (i.e., new technologies introduction, new standards, security threats, etc.), privacy issues (i.e., tracking of employees), etc.

Indeed, based on the business case that was drawn up by the partners **(phases 2 and 3),** and the selected RFID-enabled supply chain scenarios previously simulated in **phase 3,** June and September 2006 were dedicated to the configuration of the ERP environment, and the integration of the RFID infrastructure through the configuration of the middleware. Finally, because of the industrial partners' divergent interests in the project, two customized proof of concept sessions were held in October 2006 at the research center laboratory. The first one emphasized the potential benefits of optimizing supply chain applications, and the second one, more technical issues such as IT integration, security and infrastructure reliability. In order to ensure that the proof of concept would

be a success, it was realized that a "dry run" had to be conducted with the purpose of "rehearsing the show." All the sequences of events for the simulation had to be determined, prepared, agreed, timed, tested, assigned to key presenters, etc. The RFID solution providers also used this event to respond to a key concern of the industrial partners by convincing them that their "side project" worked and was worth mobilizing some of their key counterparts to the proof of concept. As the results and analysis of the proof of concept constitute a millstone for the decision to go on (or not go on) with a pilot project in real-life settings, two main objectives were sought: (i) for the academic and industrial partners: prove the concept, concretize the vision into applications, show that it is feasible and understand how to do it in order to distinguish the between the overpromised and underdelivered benefits of the technology; and (ii) for the technological partners: use this demonstration to prove their competency with RFID projects and market their companies' services for further project activities.

Although officially the **phase 4** represented the transfer of the project to the technology partners and empowerment of the different organizations involved, this point was the end of a long transfer process that had started on day one. Thus, after the proof of concept, the laboratory research center, which was initially positioned as the project leader, switched over to a more passive role (i.e. observers). It should be recalled that the phases following the proof of concept involved commercial interests where the technological partners looked forward to eventually negotiating further project activities leading up to a pilot project and an eventual live implementation. To date, **phase 5** is still pending, as a proposition derived from the proof of concept is under study within the industrial partner's organization.

4.5 Discussion

The work carried out within the living laboratory allowed all parties to bring their knowledge up to a much more advanced level over the situation that prevailed at the very beginning. This section expands on this achievement by focusing on two aspects.

First, a series of seven interdependent key dimensions and propositions that emerged from the project are identified. These dimensions help to describe the learning process that occurred as the project unfolded. Secondly, a list of positive side effects is reported based on the observations of each individual actor working with the laboratory.

4.5.1 Exploring the key dimensions of the project: toward elucidation of the technology and its implementation

4.5.1.1 Toward clear goals / objectives

To put the research back in context, in early 2004, as the project started, RFID was an emerging technology and the realistic possibilities of its applications confusing. In fact, this is still the case today (Reyes et al., 2007; Hartgrave and Miller, 2006). While some applications could easily be explained (e.g., automated warehousing), others were more abstract (e.g., customer engagement) and therefore more difficult to formalize prior to quantifying their benefits. Moreover, neither the methods nor the design supporting the development and implementation of these applications was clear. Because of the very limited number of RFID open-loop supply chain implementations around the world, benchmarking opportunities were few, especially since RFID applications require a high level of customization (related to a firm's products, processes, physical environment and IT infrastructure). This suggested that a "conservative" proof of concept be constructed, that is, the demonstration of simple applications on a limited number of products, with a minimum IT configuration; then this experiment could be leveraged to proceed with further, more comprehensive applications.

During **phase 1,** as the alliances were built, the goals had not been clearly defined by either the researchers or the industrial and technology partners. Basically, the industrial partners lacked any understanding of the technology or knowledge of potential RFID applications. Similarly, the university research group and the technology partners had little knowledge of the organizational and industrial context. Indeed, the goals were initially set in generic terms for the building of a collaborative project platform to

investigate a research area of common interest (RFID technology). As the project progressed, goals emerged rather than being established. Stakeholders then specified their own interests and refined their objectives and how to attain them, thereby defining a more practical, formalized research direction. This was reflected during **phases 2 and 3,** where multiple iterations were required to gather and analyze more specific contextual data and propose RFID-enabled solutions developed to solve real-life issues (problems or opportunities).

Moreover, when working with the industrial partners, it rapidly became obvious that the elucidation of the technology in a continuous process was an essential intermediary step that would allow the group to elicit their requirements. For such situations, where opportunities are difficult to delineate and customer requirements difficult to capture, alternative methods were identified as more efficient, such as goal-based business requirements (e.g., Anton, 1996), business-process-oriented requirements (e.g., Arao et al., 2005), collaborative scenario elicitation (e.g., Hickey et al., 1999), and use case analysis (e.g., Kaasinen et al., 2005), in which end users should also be involved to ensure accurate requirements and a successful project (Kujala et al., 2005).

Removing the fuzziness of the front-end phase was also accomplished through customer involvement in the early steps (as Alam (2006) suggests in the context of new service development), and more broadly through the cooperation of (i) internal groups such as senior management or functional groups, and (ii) external groups including customers, suppliers and partners (Kim and Willemon, 2002; Hong et al., 2004; Koen et al., 2002). This approach, centered on the identification of shared purposes and visions led to a better understanding of project environment uncertainty, clarifying the project target, improving the quality of early decision making (Hong et al., 2004) and contributing to the success of the project (Zhang and Doll, 2001).

Proposition 1.1: When building a proof of concept, risks of failure may be mitigated by restricting the number and the scope of the applications to be developed and validated.

Proposition 1.2: When objectives and goals are fuzzy, a variety of approaches is required for a better identification of requirements. Very early in the process, representative of each stakeholder need to be involved and champion the project in his or her own organization.

4.5.1.2 Performance measures as indicators of required applications

Undoubtedly because of the unstructured nature of the front-end activities, selecting the most appropriate applications to demonstrate and measuring their impacts in terms of performance improvement proved to be difficult. The difficulty of rapidly narrowing the focus of the research and developing propositions that could reveal the full potential of RFID created some tensions, as the technology partners were pushing for a proposal that could be used to program their equipment and deliver a solution. In order to manage this issue, a set of high-level, subjective, qualitative measures were suggested to assess the performance of the project deliverables (e.g., flexibility of the supply chain, agility and capacity to respond to urgent deliveries, etc.). This initial exercise allowed the project stakeholders to define some requirements, circumscribe the scope of the project and agree on the initial applications to develop. It was only once this process was completed that a more detailed set of quantitative performance measures (e.g., inventory level, sourcing cycle time, asset utilization, etc.) was identified to assess the performance of the proposed applications and demonstrate how the goals of the project could be reached.

The initial intention to better understand how firms (potential users) can develop an understanding of the stakes, challenges and benefits of implementing RFID in a supply chain context also raised the level of difficulty, as conflicting goals were revealed when aligning intra- and inter-organizational objectives. The importance of incentive

alignment (Simatupong and Sridharan, 2004) had to be thought out at (i) the focal firm level and (ii) the supply chain level (Bendavid et al., 2007), reinforcing the role of the laboratory as a collaborative workspace for the negotiation of potential arrangements and their experimentation as a means to assess their commercial viability prior to real-life implementation… or further negotiation.

Proposition 2: For a project implemented in a networked context to be successful, incentive alignments for collective performance improvement have to be thought out and be validated in a collaborative workspace prior to implementation.

4.5.1.3 From creativity and innovation management to project management

In managing the front-end activities, the phases were built progressively as the project took shape. As reflected in management practices, the stakeholders moved from a very open and flexible style to a more conservative and rigid management style, where ideas and concepts had to be translated into objectives **(phase 2)**, formalized through the building and validation of RFID-enabled scenarios **(phase 3)**, and later tested in the laboratory **(phase 4)**. The role of the researchers moved from that of innovative opportunity seekers, then technological and business integrators, to the "guardian of a Gantt Chart" The challenge was therefore to maintain some flexibility throughout the project and allow creativity to be integrated into the requirements process as goals and objectives became more tangible and formalized (e.g., Maiden and Robertson, 2005). This challenge was manifested when the team had to identify how to optimize the customization of RFID-enabled applications while limiting work for further demonstration. For instance, when building the scenarios, the implementation of an RFID ancillary device (photo eye) identifying the direction of goods allowed a single portal to automatically perform both receiving and shipping activities with a minimum configuration in the middleware. From another perspective, although the limits of the technology can be overcome by increasing the number of reading points, the identification of other ancillary devices (e.g., weighing machine) was pinpointed as a

redundancy system for false readings (e.g., match the weight of the pallet with the pallet tag and the box tags read and take a decision based on business rules configured in the middleware). All these ideas were thought out early in the scenario-building process **(phase 3)**, and were refined during working sessions with an emphasis on the identification of the required infrastructure for performing selected applications.

Proposition 3: When managing the front end of a project, some flexibility is necessary to allow creativity to be integrated into the requirement identification process, and to allow for leveraging on the previous work for further experiments.

4.5.1.4 From formalized to informal business relationships

Because the building of a proof of concept with other partners, lead by a university research team, was not a widespread methodology among industrial firms, the living lab concept appeared more difficult to sell than initially planned. Knowing that a similar endeavour in the traditional working framework relying on consulting firms and solution providers would have cost hundreds of thousands of dollars, some potential partners were skeptical. During phase 1, one senior manager expressed this concern as follows, "*OK, how much is it really going to cost me? I'm not sure to understand the business model*," mirroring the misunderstanding that derives from the cultural gap between academia and industry. In retrospect, the researchers and their partners had to clearly position the role of the laboratory as a collaborative workplace to expand scientific and practical knowledge of RFID issues through a cyclical shared learning process that would evolve over time, from initial intent to full cooperation, through the building of a business case that would later be tested in a proof of concept, in a neutral and independent environment. Thus, this positioning statement posited a fundamental distinction from consulting firms or solution providers, as it suggested that the researchers were better positioned than the industrial partners to structure the project and bring key players together to deliver it.

As the project progressed, the business relationship between all the parties evolved from a very formal to a more relational one. Along the project life cycle, the transformation of the relationship among the individuals headed up by the academic research group demonstrated the central role of the lab as a hub for collaboration that allowed the development of trust, which acted as a substitute for more formal rules of control (Atkinson et al., 2006). This reinforced the social dynamic centered on the identification of shared purpose, which appeared to underlie the success of the proof of concept, and created a culture of willingness to share confidential data and to increase stakeholders' participation by providing more technological support, resources, time, etc.

From another perspective, during **phase 2** it rapidly became evident that more technology partners than were initially identified would be required. Therefore, when building the alliances, (i) the selection of the partners and (ii) the ranking of their selection appeared crucial so the group could leverage the "recruitment" of additional members to build the collaborative platform. Indeed, selecting major industrial partners (as potential users) facilitated the negotiations with technology partners. Having potential commercial leads on board constituted a strong argument to convince RFID solution providers to join the platform, as this project could be positioned as an investment that would allow increased visibility in this emerging market. This preliminary platform, in turn, constituted a facilitator to convince the ERP consultants to embark and bridge the link between RFID infrastructure and ERP infrastructure. In essence, by acquiring all the actors one by one, the researchers had to handle a causality dilemma because all the parties were waiting for sufficient incentives prior to embarking, leaving the project in wait-and-see mode—ironically similar to real-life RFID implementations around the world (Reyes et al., 2007).

Proposition 4: Selling a "business case for collaboration" can be a very difficult task. Considering that the front end of innovations involves the selection, recruitment and active participation of multiple stakeholders with conflicting goals, it is necessary to concentrate on the common benefits.

4.5.1.5 RFID projects as network IOS

Initially, most of the discussions with industrial partners started from intra-organizational optimization issues such as warehousing management, but it very soon became obvious that most of the innovative work on RFID implementation in a supply chain context would concentrate on managing the interfaces positioning RFID technology as a network IOS. Firstly, optimizing **(Firm 1)** Firm 1's intra-organizational activities required the involvement of other departments such as internal clients, while managing inter-organizational issues required the involvement of other supply chain members, such as suppliers **(Firm 2)** and third-party logistics. During **phases 3 and 4,** as the laboratory simulation was taking shape, the business considerations at the origin of the RFID-enabled scenarios turned out to have considerable impact on the technological dimension of the project, suggesting that a systemic approach would help the researchers manage the interdependencies. This was reflected when the technology partners started integrating various electronic platforms (ERP and middleware) to simulate each site and the integration between the sites. Issues such as data standardization, access, sharing and flow represented challenging aspects of the project. However, bringing all the project stakeholders into the lab greatly facilitated the communication process and allowed the group to resolve most of these issues as they arose.

Proposition 5: When the business and technological requirements are tightly coupled, the living lab approach appears to be an effective approach for concurrently and iteratively managing the project stakeholders' expectations.

4.5.1.6 Managing the stakeholders' equilibrium

Phase 4 of the project constituted a turning point in terms of delivering on promises and a cornerstone in convincing the industrial partners to proceed further with a pilot study. Because of the novelty of the project, and unexpected technological issues, the researchers role was again to manage the stakeholders' expectations, maintaining a

equilibrium between (i) the techno-push approach of RFID solution providers eager to establish their presence in this flourishing market and pushing to minimize their initial investment prior to any client commitment to a pilot, and (ii) the industrial partners' ambitious requirements for a proof of concept. A preliminary dry run highlighted this issue when the RFID solution providers' commercial agents **(satellite partners),** who had a limited understanding of the whole research process, used the laboratory as a showroom and the proof of concept as a commercial demonstration.

More importantly, if the dry run underscored the diversity of the technology partners, it also highlighted the divergent interests of the industrial partners (i.e., operations managers vs. IT people). For instance, while operations managers were interested in issues related to implementation costs and potential savings, the time frame for full deployment, etc., the IT people were more concerned with issues related to frequency of use, communication methods, anti-collision protocols, encryption for security, middleware configuration and integration with existing IS, etc. One of the outcomes of the dry run was a clear indication that the message had to be focused and the content adapted to the audience's interests. Therefore, the decision was taken to conduct two customized proof of concept sessions, limiting the negative side effects of a cultural mismatch between all the parties.

Proposition 6: Because the development of trust is a very fragile lengthy and sustained process, the academic research group must ensure the neutrality and independence of the university laboratory throughout the process that leads to the proof of concept.

4.5.1.7 Toward knowledge sharing for real collaboration

This paper is in line with the broader revised definition of projects,[67] as proposed by Turner and Muller (2003), where the project output is not only the product/service delivered, but also the "beneficial objectives of change," focusing on the goal of satisfying the project stakeholders. In this sense, the front-end phases of the RFID project were seen as a solution not only integrating physical and virtual RFID infrastructure, but also a comprehensive technological and business approach enabling management practices to be redefined and giving potential early adopters a more knowledgeable stance, able to fully understand how RFID technology projects could make their companies more competitive.

Indeed, along the project life cycle, the initial project knowledge was distributed among various poles of competencies, and no real collaboration would be possible before sharing some basic common undertaking on the entire project dimensions.

For example, initially, RFID knowledge was centralized in the researchers and the solution providers. When this knowledge was shared with industrial partners, they were able to better understand the issues, challenges and opportunities for realistic potential technology applications. Their primary motivations for RFID adoption were becoming clearer, bridging the gap between ideas and concepts and between concepts and system requirements. As the project evolved through **phase 3**, this sharing of dynamic knowledge with supply chain members gave everyone an opportunity to contribute to the project as active partners who initially thought of the technology in terms of problem solving and slowly moved on to new opportunity seeking beyond the scope of our imagination. These RFID-aware partners were then able to argue, ask very relevant technical and business questions, predict potential issues in the implementation, etc.

---

[67] Compared with the definition proposed by the PMI where a project is "a temporary endeavor undertaken to create a unique product or service" (PMI, 2004, p. 4), Turner and Muller (2003, p. 7) propose a definition where the project is seen as "a temporary organization to which resources are assigned to undertake a unique, novel and transient endeavor managing the inherent uncertainty and need for integration in order to deliver beneficial objectives of change."

Proposition 7: For a collaborative project to be successful, all the project stakeholders need to be ready to share some time to establish an understanding of each other's roles in the project and a common knowledge base on the technology to be implemented.

4.5.2 The living laboratory's outcomes: Looking at the positive side effects

In relation to the stakeholders' initial expectations and their contributions to the front-end innovation activities collaboratively performed in the laboratory, several positive side effects emerged. Table 4.2 lists these outputs, which were identified following a synthesis of observations and notes, mostly taken in the laboratory, during the multiple working sessions for the preparation of the proof of concept, but also afterwards, once the stakeholders had some distance from their personal involvement in the project. Again, although outputs were observed for each specific stakeholder, with support from the literature, several common benefits emerged for all partners, mainly in terms of understanding the front end of RFID innovation projects:

(i) All the parties developed a certain familiarity with management issues contextualized by multiple interdependent internal and external stakeholders in the kind of dynamic project environment characterized by uncertain conditions that is common to the implementation of leading technologies. This gave them an overall vision (i.e., systemic view of the project) that no one stakeholder could have accessed individually. The research group was therefore able to leverage on the first proof of concept in the utility sector to create similar experiences with other industrial partners in different industries (e.g., retail), by significantly reducing the lead time from concept to proof of concept.

(ii) As knowledge was gained, it strengthened the building of the business case and allowed us to refine the development of dynamic requirements. Because of the nature of the project to be implemented in a supply chain context, this exercise, handled at the focal company level (**Firm 1's** internal clients and suppliers) and

at the supplier level **(Firm 2)**, allowed us to quickly understand the individual and collective impact of decisions on the performance of RFID-enabled scenarios based on realistic considerations.

(iii) All the partners realized that technical and business dimensions are ultimately interlinked in RFID projects, limiting the possibility of working sequentially and "forcing" industrial and technology partners into close collaboration. Although multiple technical issues were identified and resolved during this phase (e.g., optimization of the read rate, configuration of the middleware and integration with the ERP), the business dimension (e.g., contractual management based on new RFID-enabled applications) proved to be the trigger of the whole process. Similar to BPR projects, RFID implementation in a supply chain context clearly emerged as a business project in which the adoption of the technology is a means rather than a goal.

Table 4.2 : Positive side effects of the living lab approach

Some observed output (side effects) for the academic institution	Similar concepts found in the literature
• Simulate RFID laboratory implementation (including ERP and middleware configuration) and provide valuable **hands-on experience** to allow a deeper understanding of RFID technology, front-end activities of innovation process, business process impacts, **potential benefits and limitations** for deployment in real-life settings (1)	(1) Loeh et al. (2005) in virtual project management contexts
• **Share the knowledge acquired** among industrial communities and coordinate the adoption process by starting "the RFID bandwagon" (2). Contribute to **building an initial "pool of lead users"** to position the region as an innovation pole for RFID application development (3)	(2) as proposed by Dew and Read (2007) (3) Porter and Stern (2002); Numprasertchai and Igel (2005)
• Develop the researchers' **competencies in managing** the front-end phase of innovation projects involving leading-edge technologies and **leverage on** the first proof of concept to create similar experiences with other industrial partners in different industries, thereby significantly reducing the lead time from concept to proof of concept. While the first proof of concept (explored in this paper) took more than two years to build, the second one conducted in the retail industry with the same stakeholders (except for the industrial partners) took less than one year, highlighting the **learning curve concept** • Address the shortcoming of AIDC education and research, by integrating the knowledge gathered in the academic curricula (4). • Build a **neutral collaborative platform** where the universities play a key role in the generation and diffusion of scientific and technological knowledge leading to innovation (5), where all members can mutually benefit from each other's **complementary competencies, skills and technologies** and allow cross-disciplinary integration for successful NPD (6, 7)	(4) Moeeni (2004) (5) Etzkowitz and Leydesdorff (2000) (6) Chesbrough (2003) (7) Emden et al. (2004), Nieto and Santamaria, 2007
Some observed output (side effects) for the technological firms	(8) Kim and Willemon (2002); Hong et al. (2004); Koen et al. (2002); Alam (2006)
• Join a "co-development alliance" (7), and **propose an integrated solution** for RFID deployment in a supply chain context • Remove the fuzziness of front-end innovation (8) through multiple stakeholders' involvement	(9) see Boonstra (2006) for similar considerations with ERP implementation
• **Access confidential data** from key industrial stakeholders providing all the required information (tacit and explicit) to conduct an in-depth analysis and build a best business case • Understand the possible impact of RFID implementation on the particular interests of stakeholders in **refining an eventual business proposition** (9) with the identification of other divisions that could directly benefit from the implementation of the selected RFID application	(10) see Cova and Salle (2005) (11) Loeh et al. (2005)
• **Refine their RFID offer** with the adoption of a multi-disciplinary (cross-enterprise) and cross-departmental approach where technical (R&D labs) and commercial people had to work together • Allow technological project members to **bridge the gap between project marketing and project management** by integrating all the stakeholders early in the project life cycle (10)	(12) after the third one proposed by Smith and Fingar (2003) (13) SAP (2007)

Table 4.2: Positive side effects of the living lab approach (continued)

Some observed output (side effects) for the academic institution	Similar concepts found in the literature
• Acquire knowledge (e.g., field specificities, preferred approaches for front end of innovation projects) and **leverage on it in other RFID projects**. As other field and laboratory studies were conducted concurrently, similarities emerged and common concerns were highlighted, thus providing a means to **identify project patterns** that could eventually be treated in bundles of projects	(14) Bendavid et al. (2007) (15) Fosso Wamba et al. (2007 (16) Barlow et al. (2006)
• Realize that the **Canadian market** presents some inherent **specificities** compared to the US market in terms of industrial stakeholders' readiness to adopt RFID and, most importantly, business practices, forcing them to refine their strategy	
• Realize the importance of the **living laboratory approach** (11) **in a longitudinal perspective** for front end of innovation projects, as a learning workplace for all stakeholders, including the ones providing the technology • Although the initial idea of RFID *SP-1* was to build the proof of concept and take back the laboratory infrastructure once completed, the research process revealed that the permanent existence of the laboratory would be necessary as a **window for potential commercialization** • Industrial stakeholders would meet again and again with internal clients to share their experiences and raise new issues and concerns regarding the **difficulty of clearly determining the end of the proof of concept** and the decision by an organization to move on to a pilot or implementation phase	
Some observed output (side effects) for the BPA software provider	
• **Contribute to refining its product offer** by including some RFID functionalities that could be used as templates for RFID implementation, in their new version of Aris Toolset, and **reinforce its positioning** in the BPA landscape • Be at the forefront for leading the **fourth wave of BPR** (12)	
Some observed output (side effects) for the ERP provider	
• While the SAP RFID middleware was not used for the laboratory simulations, the results **demonstrated that integration with a reliable back-office system** can guarantee the optimization of cross-organizational business processes (today, SAP has its own middleware, SAP-AutoID Infrastructure–AII) (13)	
Observed output (side effects) for the industrial partners	
• **Understand the benefits of collaboratively adopting the technology** at a supply chain level (14) • Be able to **assess the real impact of RFID technology** and the EPC network when considering various dimensions other than information system integration, such as the supply chain members' strategy, BPR and information flows, the organizational structure changes needed etc. (15) • Define a common ground for **incentive alignment** between multiple stakeholders managing performance (i) at the department level, (ii) at the firm level, and (iii) at the supply chain level • Develop **managerial competencies** in the context of uncertain project situations involving multiple interdependent internal and external stakeholders (16)	

4.6 Conclusion

A recent study by Kearney (2005) showed that 65% of US companies surveyed concerning the most cost-efficient path for bringing in an RFID system at the pilot level estimated the time frame required as between two and four years. These statistics suggest that implementing new technology is still perceived as a long process. Earlier cases of complex, long and costly implementations, as observed in the case of ERP systems, may have contributed to creating this level of apprehension vis-à-vis new technology implementation. In this context, an improvement in the way front-end project are managed is definitely required, and the experiment presented in this paper suggests one way to contribute to this effort. The leading role played by a not-for-profit organization—the university—proved to be key in helping firms to deal with the complexity of innovation at the early project phases, in a neutral environment. Considering the distributed environment and the collaborative approach that are necessary for a technology like RFID to be deployed, the laboratory revealed a strong potential to help the stakeholders develop a mutual understanding of the technology, its potential impacts and the benefits that can be realistically expected, and the underlying concepts.

While laboratory experiments cannot reproduce the full complexity of real-life settings, they do give all the project stakeholders enough insight and knowledge to fully understand the technical and integration issues, the business process alignment, etc., that are required for the development and implementation of an innovative business model at the supply chain level. Therefore, although laboratories represent purified and fictitious versions of reality in which scientists can simulate their field of investigation (Styhre and Sundgren, 2005) they represent "a compromise allowing detailed data collection at the acknowledged cost of loss of some contextual complexity" (Intille et al., 2006, p. 1944). Moreover, although laboratory experiments can be conducted as a means to support theories building, they can also trigger organizational changes, enabling an

"intelligent dialogue" in a multi-stakeholder context and facilitating the process of change. As shown in this paper, the living lab approach can be used to structure the front-end phase of innovation, as it provides a common technical and business technology background for all stakeholders early on in the project. This experiment included some idea-to-concept activities (Koen et al., 2002), which include, among other things, the identification and analysis of opportunities, idea generation and enrichment, the idea selection process leading to concept definition, and, more importantly, the proof of concept, bridging the gap between opportunity and feasibility.

On the **theoretical side**, it appears to be vital to conduct longitudinal studies on emerging technologies such as RFID in order to expand existing concepts, models and methods for managing projects in dynamic environments. This paper focused mainly on the operational aspects of innovation management, that is, how front-end activities need to be managed. It represents an answer to some of the research issues raised by academics on how to develop the business case for RFID adoption and implementation within and between organizations under uncertain market and technical conditions (Curtin et al., 2007). More broadly, it also helps to fill a gap identified in the literature. In project management, for instance, a review of the literature (Themistocleous and Wearne, 2000; Crawford et al., 2006) highlighted the fact that front-end phases are rarely explored by academics even though professionals consider the underlying activities (e.g., business need and case and strategic implementation plan) to be critical (Morris et al., 2000). Also, while various guidelines on NPD processes are available (e.g., Cooper, 1993; Smith and Reinertsen, 1998)[68], relatively little academic research has been conducted in collaborative new product co-development (Emden et al., 2004), involving a network of partners. Finally, similar research on innovation management at the front end is still limited (Koen et al., 2002) and best practices are lacking.

---

[68] See J. of Prod. Innov. Managment 2006, 23, 106-127 for a "dialogue on best practices and framework in new product development.

On the practical side, the continued low rate of success of IT-related projects (Standish Group, 2004) remains a clear indication that major improvements are required in the way such projects are planned, designed and executed. This paper is therefore a partial answer to some questions raised by Turner (2005), who highlights the fact that, while front-end project activities (i.e., pilot studies) are widely used in real-life settings, almost nothing has been written about them in the literature. As Dobni (2006) notes, "*while plenty of counsel (on innovation) exists on what organization should do, there is a shortage of 'how to' details.*" Because innovation projects typically involve ad hoc decisions and ill-defined processes (Montoya Weiss, 2000), current models and methodologies such as that of the PMI's PMBoK (2004) provide only partial guidelines for managing the front-end phases of innovation. This is particularly alarming considering that the latter represent one of the greatest weak points in innovative projects (Khurana and Rosenthal, 2002). In fact, effectively managing front-end activities is one of the most difficult challenges facing innovation managers (Jongbae and Wilemon, 2002; Jetter, 2003), and where information requirement determination is one of the most difficult phases of information system design (El Laoudi et al., 1998).

Finally, this paper demonstrated how a variant of the triple-helix (University-Industry-Government) model of collaboration (Etzkowitz and Leydesdorff, 2000) can be put in place even at the project level. Among the bulk of studies on Industry-University collaboration, very few have focused specifically on the management of the early phases of a multi-stakeholder innovation project (e.g., Barlow et al., 2006; Marques et al., 2006; Numprasertchaia and Igel, 2005). This paper also nurtures the debate about the transformation of the university, which is a worldwide phenomenon, according to Etzkowitz et al. (2000). For these authors, universities "*have 'a third role' in economic development [that of] generating a knowledge infrastructure in term of overlapping institutional sphere, (...) with hybrid organizations emerging at the interfaces*" (p. 111). The new role for universities with respect to the commercialization of research results, also known as "entrepreneurial science" (e.g., Etzkowitz, 1998), highlights the

importance of universities as key players in the generation and diffusion of scientific and technological knowledge leading to innovation.

This paper supports all these views of the active role universities can play in innovation development and implementation. Moreover, it shows that business managers and university researchers can develop very fruitful relationships, which in turn can positively impact the speed of technology adoption. Further research in similar settings will show how this approach can be expanded to other industries and other types of complex technologies.

References

Adomavicius, G., Bockstedt, J., Gupta, A., and Kauffman, R.J., 2006. Understanding patterns of technology evolution: an ecosystem perspective. Proceedings of the 39th Annual Hawaii Int. Conf. on Sys. Sci. (HICSS '06), Kauai, HI, USA.

Alam, I., 2006. Removing the fuzziness from the fuzzy front-end of service innovations through customer interactions. Industrial Marketing Management 35, 448-68.

Anton, A.I., 1996.Goal-based requirements analysis. Proceedings of the 2nd Int. Conf. on Requirements Eng. (ICRE '96), Colorado Springs, CO, USA.

Arao, T., Goto, E., and Nagata, T., 2005. "Business process" oriented requirements engineering process. Proceedings of the 13th Int. Conf. on Requirements Eng. (ICRE'05), Paris, France.

Asif Z. and Mandviwalla, M., 2005. Integrating the supply chain with RFID: a technical and business analysis. Commun. of the AIS 15, 393-427.

Atkinson, R., Crawford, L., and Ward, S., 2006. Fundamental uncertainties in projects and scope of project management. Int. J. of Project Management 24, 687-698.

Barlow, J., Bayer, S., and Curry., R., 2006. Implementing complex innovations in fluid multi-stakeholder environments: Experiences of 'telecare'. Technovation 26, 396-406.

Baskerville, R., L, and Wood-Harper, T., 1998. Diversity in information systems action research methods. European J. of Info. Sys. 17 (2), 90-108.

Bendavid Y., Lefebvre, E., Lefebvre, L.A., Fosso Wamba, S. Forthcoming. Key performance indicators for the evaluation of RFID enabled B-to-B eCommerce applications: the case of a five-layer supply chain. J. of Info. Sys. and E-Business Management.

Bendavid, Y., and Bourgault, M., 2005. Positioning project management for RFID implementation in a multi-firm, multi-project context. Proceedings of the 14th Int. Association of Management of Technology (IAMOT'05), Vienna, Austria.

Bhuptani M. and Moradpour, S., 2005. RFID Field Guide: Deploying Radio Frequency Identification Systems. Sun MicroSys/Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, USA.

Blonqvist, K.M., Hara, V., Koivuniemi, J., and Aijo, T., 2004. Towards networked R&D management: the R&D approach by Sorena corporation as an example. R&D Management 34(4), 591-603.

Boonstra, A., 2006. Interpreting an ERP-implementation project from a stakeholder perspective. Int. J. of Project Management 24, 38-52.

Cecere, L., and Suleski, J., 2007. What we have learned from three years of retail RFID pilots. AMR Research Report. Available at: www.amrresearch.com/Content/View.asp?pmillid=20358

Chao, C.C., Yang, J.M., and Jen, W.Y. In Press. Determining technology trends and forecast s of RFID by historical review and bibliotmetric analysis from 1991 to 2005. Technovation.

Chesbrough, H.W., 2003. Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology. Harvard Business School Press, Boston, MA, USA.

Chesbrough, H.W., 2007. Why Companies Should Have Open Business Models. MIT Sloan Management Review Winter 48 (2), 21-28.

Choi, C.F., and Chan. S.L., 1997. Business process re-engineering: evocation, elucidation and exploration. Business Process Management Journal 3(1), 39-63.

Choy K.L., Stuart, C.K., So, J., Liu, H., and Lau, S.K. 2007. Improving logistics visibility in a supply chain: an integrated approach with radio frequency identification technology. Int. J. of Integrated Supply Management 3 (2), 135-155.

Coghlan, D., 2003. Practitioner research for organizational knowledge. Management Learning 34 (4), 451-463.

CompTIA, Computing Technology Industry Association 2007. Radio Frequency Identification (RFID+) certification. Available at: http://certification.comptia.org/rfid/default.aspx

Cooper, G., Edgett, S.J. and Kleinschmidt, E.J., 2002. Optimizing the Stage-Gate Process: What Best Practice Companies Do. Research and Technology Management 45 (5), 21-27.

Cooper, R.G., 1993.Winning at New Products - Accelerating the Process from Idea to Launch (2nd ed.), Addison Wesley Publishing, Cambridge, MA, USA.

Coughlan, P., and Coghlan, D., 2002. Action research for operation management. Int. J. of Operations & Prod. Management 22 (2) 220-240.

Cova, B., and Salle, R., 2005. Six key points to merge project marketing into project management. Int. J. of Project Management 23, 354-359 .

Crawford L., Pollack, J., and England, D., 2006. Uncovering the trends in project management: Journal emphases over the last 10 years. Int. J. of Project Management 24, 175-184.

Crawford, L., and Pollack, J., 2004. Hard and soft projects: a framework for analysis. Int. J. of Project Management 22 (8), 645-653.

Curtin J., Kauffman, R.J., and Riggins F.J. In Press. Making the Most Out of RFID Technology: a Research Agenda for the Study of the Adoption, Usage and Impact of RFID. Info. Tech. and Management

Daniel, E., and H.N., Wilson, 2004. Action research in turbulent environments: An example in e-commerce prioritisation. European J. of Marketing 38 (3/4), 355-377.

Dew, N., and Read, S. In Press. The more we get together: coordinating network externality product introduction in the RFID industry. Technovation.

Dobni, C.B., 2006. The innovation blueprint. Business Horizons 49, 329-339.

Dyer, J., Kale, P., and Singh, H., 2001. How to make strategic alliance work. MIT Sloan Management Review 42 (4), 37–43.

El Laoudi M., D.F.Galleta, J.L. Sampler 1998. An Empirical Validation of a Contingency Model for Information Requirement Determination. The DATA BASE for Advances Inf. Sys. 29 (3), 31-51.

eMarketer, (2005). Worldwide RFID Spending, 2004-2010. Available at: www.eMarketer.com

Emden, Z., Calantone, R.J., and Droge, C., 2004. Collaborating for new product development: selecting the partner with maximum potential to create value. J. of Prod. Innovation Management 23, 330-341.

EPCglobal, 2005. EPC™ Radio-Frequency Identity Protocols Class-1 Generation-2 UHF RFID Protocol for Communications at 860 MHz – 960 MHz Version 1.0.9. Available at: www.epcglobalinc.org

EPCglobal, 2007. EPCglobal Standards Development Process Version 1.3. Available at: www.epcglobalinc.org

Etzkowitz H., Webster, A., Gebhardt, C., and Terra, B.R., 2000. The future of university and the university of future : evolution of ivory tower to entrepreneurial paradigm. Research Policy 29, 313-330.

Etzkowitz, H., 1998. The norms of entrepreneurial science: cognitive effects of the new university–industry linkages. Research Policy 27, 823-833.

Etzkowitz, H., and Leydesdorff, L., 2000. The dynamics of innovation: from National Systems and ''Mode 2'' to a Triple Helix of university–industry–government relations. Research Policy 29, 109-123.

Fosso Wamba S, Lefebvre, L. A., Bendavid, Y., and Lefebvre, É. Forthcoming. Exploring the impact of RFID technology and the EPC Network on mobile B2B eCommerce: A case study in the retail industry. Int. J. of Production Economics.

Fricke, W., and Totterdill, P., 2004. Action research in workplace innovation and regional development. John Benjamin's publishing co, Amsterdam, The Netherlands.

Frost & Sullivan and the Computing Technology Industry Association, 2005. Compagnies in North America planning on deploying RFID technology in the next twelve months. In eMarketer, 2005, RFID rush, August. Available at: www.eMarketer.com

GMA (The Grocery Manufacturers Association) and IBM Business Consulting Services, 2006. EPC/RFID: proposed industry adoption framework manufacturer survey and pilot learning's to date, April. Available at: http://www.gmabrands.com/publications/docs/appendixfinal.pdf

Gunasekaran, A., and Ngai E.W.T., 2005. Build-to-Order supply chain management: a literature review and framework for development. J. of Operations Management, 23(5), 423-451.

Hartgrave, B.C., and Miller, R., 2006. The myths and realities of RFID. Forthcoming in Int. J. of Global Logistics and Supply Chain Management. Available at: http://itrc.uark.edu

Hardgrave, B.C., Waller, M., and Miller, R., 2005. Does RFID Reduce Out of Stocks? A Preliminary Analysis. Information Technology Research Institute. Available at: http://itri.uark.edu/research/default.asp

Hickey, A.M., Douglas, L., Dean, J., and Nunamaker, F.Jr., 1999. Establishing a foundation for collaborative scenario elicitation. The DATA BASE for Advances in Inf. Sys. 30 (3, 4).

Hong, P., Nahm, A.Y., Doll, W.J., 2004. The role of project target clarity in an uncertain project Environment. Int. J. of Operations & Prod. Management 24 (12), 1269-1291.

Howells, J., 2006. Intermediation and the role of intermediaries in innovation. Research Policy 35, 715-728.

Intille, S., Larson, K., Munguia E., Beaudin, J., Kaushik, P., Nawyn, J., Rockinson, R., 2006. Using a live-in laboratory for ubiquitous computing research. Proceedings of the The 4th Int. Conf. on Pervasive Computing (PERVASIVE O'6), Dublin, Ireland, May. Available at: http://web.media.mit.edu

ISO/IEC 18000-6:2004, 2006. Information technology, Radio frequency identification for item management Part 6: Parameters for air interface communications at 860 MHz to 960 MHz. Available at: www.iso.org/iso/en/CatalogueDetailPage.CatalogueDetail?CSNUMBER=34117

Jetter, A.J.M., 2003. Educating the guess: strategies, concepts and tools for the fuzzy front end of product development. Proceeding of Portland Int. Conf. on Management of Eng. and Technology (PICMET '03), Portland, OR, USA.

Jongbae, K., and Wilemon, D., 2002. Strategic issues in managing innovation's fuzzy front-end. European J. of Innovation Management 5 (1), 27-39.

Kaasinen, E., Tuomisto, T., and Välkkynen, P., 2005. Ambient Functionality -Use Cases. Proceedings of the Smart Objects & Ambient Intelligence Conf.. Grenoble, France.

Kaplan R.S., 1998. Innovation action research: Creating new management theory and practice, J. of Management Accounting Research 10, 89-118.

Kaplan, R.S., and Norton, D.P., 1992. Putting the Balanced Scorecard to Work. Harvard Business Review. September-October, 134-147.

Kearney, A.T., 2005. Cost Effective time frame for implementing RFID, according to US companies: in eMarketer, 2005, RFID rush, August. Available at: www.eMarketer.com

Khurana, A., and Rosenthal, S.R., 2002. Integrating the fuzzy front end of new product development. In Innovation driving product process and market change, Jossey-Bass., Cambridge, MA. USA.

Kim, J., and Wilemon, D., 2002. Focusing the fuzzy front-end in new product development, R&D Management 32 (4), 269-279.

Koen, P., Ajamian, G., Boyce, S., Clamen, A., Fisher, E., Fountoulakis, S., Johnson, A., Puri, P. and Seibert, R., 2002. Fuzzy front end: effective methods, tools and techniques. In Belliveau, P., Griffin, A. and Somermeyer, S. (Eds.). The PDMA ToolBook for New Product Development, John Wiley & Sons; New York, NY, USA, 2-35.

Kujala, S., Kauppinen, M., Lehtola, L., and Kojo, T., 2005.The role of user involvement in requirements quality and project success. Proceedings of the 13th Int. Conf. on Requirements Eng. (ICRE'05), Paris, France.

Kumar S., 2007. Connective technology as a strategic tool for building effective supply chain. Int. J. of Manufacturing Technology and Management 10 (1), 41-56.

Lahiri S. 2005. RFID Sourcebook, IBM Press/ Pearson Education, Upper Saddle River, NJ, USA.

LaMarca A., Chawathe, Y., Consolvo, S., Hightower, J., Smith, I., Scott, J., Sohn, T., Howard, J., Hughes, J., Potter, F., Tabert, J., Powledge, P., Borriello, G., and Schilit, B., 2005. Place Lab: device positioning using radio beacons in the Wild. Proceedings of the 3rd Int. Conf. on Pervasive Computing,, Munich, Germany.

Landt, J., 2001. Shrouds of Time, the History of RFID. AIM Publication. Available at: www.aimglobal.org

Lau, F., 1999. Toward a framework for action research in information systems studies. Info. Technology & People 12 (2), 148-165.

Laubacher R., Kothari, S. P., Malone T.W., and Subirana. B., 2006. What is RFID worth to your company? Measuring performance at the activity level. Available at: http://ebusiness.mit.edu

Li, S., Visich, J.K., Khumawala, B.M., Zhang C., 2006. Radio frequency identification technology: applications, technical challenges and strategies. Sensor Review 26 (3), 193-202.

Loebbecke, C., and Palmer, J., 2006. RFID in the fashion industry: Kaufhof Department Stores AG and Gerry Weber Int. AG, fashion manufacturer. Management Info. .Sys. Quarterly Executive 5(2), 15-25.

Loeh H., Sung, G., and Katzy B., 2005. The CeTIM virtual enterprise lab-a living, distributed, collaboration lab. Proceeding of the 11th Int. Conf. on Concurrent Enterprising (ICE'05), Munich, Germany. Available at: http://www.ve-forum.org/apps/comm.asp?$1=407

Maiden, N., and Robertson, S., 2005. Integrating creativity into requirements processes: experiences with an air traffic management system. Proceedings of the 13thInt. Conf. on Requirements Eng., Paris, France.

Marques, J.P.C., Caraça, J.M.G., and Diz, H., 2006. How can university–industry–government interactions change the innovation scenario in Portugal? The case of the University of Coimbra. Technovation 26, 534–542.

Mobey, A., and Parker, D., 2004. Action research to explore perceptions of risk in project management. Int. J. of Productivity and Performance Management 53 (1), 18-32.

Moeeni, F., 2004. Quality decision making, input technologies, and IT education. Decision Line, May, 14-23.

Montoya-Weiss M. and O'Driscoll, T., 2000. From experience: applying performance support technology in the fuzzy front end. J. of Product Innovation Management 17 (2), 143-161.

Moore, B., 2007. RFID: "Et tu, Brute?" Killing some RFID "truths", Association for automatic identification and mobility, March. Available at: www.aimglobal.org

Morris, P.W.G., Patel, M.B., and Wearne, S.H., 2000. Research into revising the APM project management body of Knowledge. Int. J. of Project Management 18, 155-164.

Naslund, D., 2002. Logistics needs qualitative research - especially action research. Int. J. of Physical Distribution & Logistics Management 32 (5), 321-338.

Nieto., M.J. and Santamaria, L. In Press. The importance of diverse collaboration networks for the novelty of product innovation. Technovation.

Nobelius, D., and Trygg, L., 2002. Stop chasing the front end process management of the early phases in product development projects. Int. J. of Project Management 20, 331-340.

Nobelius, D., 2004. Towards the sixth generation of R&D management. Int. J. of Project Management 22, 369-375.

Numprasertchai, S., and Igel B., 2005. Managing knowledge through collaboration: multiple case studies of managing research in university laboratories in Thailand. Technovation 25, 1173-1182.

O'Connor, M.C., 2007. A guide to today middleware, RFID J., 2, 107-122.

Parker, D., and Mobey, A., 2004. Action research to explore perceptions of risk in project management. Int. J. of Productivity and Performance Management 53 (1), 18-32.

PMI, 2004. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide), Third Edition, Project Management Institute, Newtown, PA. USA.

Porter M.E. and Stern, S., 2002. Innovation: location matters, in Innovation Driving product process and market change, Jossey-Bass., Cambridge, MA. USA.

Quaadgras, A., 2005. Who joins the platform? The case of the RFID business ecosystem. proceedings of the 38th Annual Hawaii Int. Conf. on Sys. Sci. (HICSS '05), Big Island, HI, USA.

Reinertsen DG. 1994. Streamlining the fuzzy front end. World Class Design to Manufacture 1(5),4–8.

Reyes P. M., Frazier, G. V., Prater, E. L., and Cannon, A.R., 2007. RFID: the state of the union between promise and practice. Int. J. of Integrated Supply Management 3 (2), 192-206.

Riggins, F.J., and Slaughter K. T., 2006. The role of collective mental models in IOS adoption: opening the black box of rationality in RFID deployment. Proceedings of the 39th Annual Hawaii Int. Conf. on Sys. Sci. (HICSS '06), Kauai, HI, USA.

Santoro, M.D., and Chakrabarti A. K., 1999. Why Collaborate? Exploring industry's strategic objectives for establishing industry-university technology relationships. Proceedings of Portland Int. Conf. on Management of Eng. and Technology (PICMET 99), Portland, OR, USA.

SAP, 2007. SAP Solutions for RFID: making adaptive enterprise vision a reality. Available at: www.sap.com/solutions/business-suite/scm/rfid/index.epx

Scheer A.W., Abolhassan, F., and Wolfram, J., 2002. Business Process Excellence: Aris in Practice. Springer-Verlag, Secaucus, NJ, USA.

Shani, A.B., David, A., and Willson, C., 2004. Collaborative research: Alternative roadmaps, in: Adler, N. B., Shani, A. B., and Styhre, A. (eds.), Collaborative Research in Organizations: Foundations for Learning, Change, and Theoretical Development, Sage, London, UK.

Sharma, A., Citurs, A. and Konsynski, B., 2007. Strategic and Institutional Perspectives in the Adoption and Early Integration of RFID. Proceedings of the 40th Annual Hawaii Int. Conf. on Sys. Sci. (HICSS '07), Big Island, HI, USA.

Sheffi, Y., 2004. RFID and the Innovation Cycle. Int. J. of Logistics Management 15 (1),1-10.

Shenhar, A., and Dvir, D., 1996. Toward a typological theory of project management. Research Policy 25, 607-632.

Simatupang T.M., and Sridharan R., 2004. A benchmarking scheme for supply chain collaboration. Benchmarking: An International Journal 11 (1), 9-30

Smeds, R., 1994. Managing Change towards Lean Enterprises. Int. J. of Operations & Prod. Management 14 (3), 66-82.

Smith., H., and Fingar P., 2003. Business Process Mgt. (BPM): The Third Wave. Meghan-Kiffer Press, Tampa, FL, USA.

Smith, H. and Konsynski, B., 2003. Developments in practice X: Radio Frequency Identification (RFID)-An Internet for physical objects. Commun. of the AIS 12 (19).

Smith, P.G., and Reinertsen, D.G., 1998. Developing Products in Half the Time: New Rules, New Tools. John Wiley and Sons, New York, NY, USA.

Spekman, R.E. and Sweeney II, P.J., 2006. RFID: from concept to Implementation. Int. J. of Physical Distribution & Logistics Management 36 (10), 736-754.

Standish Group (2004). Third Quarter report. Available at: www.standishgroup.com/

Stewart, G., 1997. Supply-Chain Operations Reference Model (SCOR): The First Cross-Industry Framework for Integrated Supply Chain Management. Logistics Info. Management 10 (2), 62-7.

Styhre, A., and Sundgren, M., 2005. Action Research as Experimentation. Systemic Practice and Action Research 18 (1).

Sudarshan S. Chawathe, Krishnamurthyy, V., Ramachandrany, S., Sarma S., 2004. Managing RFID Data, Proceedings of the 30th VLDB Conference, Toronto, Canada.

Themistocleous G., Wearne, S.H., 2000. Project management topic coverage in journals. Int. J. of Project Management 18, 7-11.

Thiesse, F., and Michahelles F., 2006. An overview of EPC technology. Sensor Review 26 (2).

Turner, J.R., 2005. The role of pilot studies in reducing risk on projects and programmes. Int. J. of Project Management 23 (1), 1-6

Turner, J.R., and Müller, R., 2003. On the nature of the project as a temporary organization, Int. J. of Project Management. 21(1), 1-8.

US Department of Defense, 2006. Item Unique Identification 101: the Basics. Available at: www.acq.osd.mil/dpap/UID/attachments/iuid-101-20060130.pdf

Van Teilingen, E.R., and Hundley, V., 2002. The importance of pilot studies. Nursing Standard 16 (40), 33-36.

Vos J.F.J., and Achterkamp M.C., 2006. Stakeholder identification in innovation projects Going beyond classification" European J. of Innovation Management 9 (2),161-178.

Wheelwright, S.C. en K.B. Clark, 1992, Revolutionizing Product Development, The Free Press, New York, NY, USA.

Wiegers, K.E., 2003.Software Requirements, Practical techniques for gathering and managing requirements throughout product development cycle. Microsoft Press (2nd edition), Redmond, WA, USA.

Williams, T.M., 1999. The need for new paradigms for complex projects, Int. J. of Project Management 17(5), 269-273.

Williams, T.M., 2005. Assessing and Moving on from the dominant project management discourse in the light of project overruns, IEEE Transaction on Eng. Management 52 (4).

Woods, J., 2005. RFID enables sensory network strategies to transform industries. Gartner Research report, October.

Wu, N.C., Nystrom, M.A., Lin T.R., and Yu H.C., 2006. Challenges to global RFID adoption, Technovation 26 (12), 1317-1323.

Yang, G., and Jarvenpaa, S.L., 2005. Trust and Radio Frequency Identification (RFID) adoption within an Alliance. Proceedings of the 38th Annual Hawaii Int. Conf. on Sys. Sci. (HICSS '05), Big Island, HI, USA.

Zhang Q.and Doll W. J., 2001. The fuzzy front end and success of new product development: a causal model. European J. of Innovation Management 4 (2), 95-112.

CHAPITRE 5: THE POTENTIAL OF RFID IN WAREHOUSING ACTIVITIES IN A RETAIL INDUSTRY SUPPLY CHAIN

Journal on Chain and Network Science Vol. 5, No 2, pp. 101-111, Decembre 2005

Louis A. Lefebvre[a], Élisabeth Lefebvre[a], Ygal Bendavid[a], Samuel Fosso Wamba[a], Harold Boeck[a,b]

[a]*ePoly Centre of Expertise in Electronic Commerce, École Polytechnique de Montréal,*

[b]*Université de Sherbrooke*

louis-andre.lefebvre@polymtl.ca

ABSTRACT

The main objective of this pilot study is to improve our understanding of the potential of RFID in the context of warehousing activities in one specific supply chain in the retail industry. Empirical data was gathered from four tightly inter-related firms from three layers of the supply chain. Results indicate that RFID appears to be a disruptive technology as it supports a new business model, entails major redesign of existing processes and fosters a higher level of electronic integration between supply chain members.

Key words: Electronic commerce, collaboration, network, Business processes

5.1 Introduction

RFID (Radio-Frequency Identification) has been considered as "a key to automating everything" (Want, 2004 p. 56). But, all too frequently, technology promises more substantial benefits than it can deliver, and information technologies are no exception (Coates, 1992). Is RFID another case of techno hype? What are its impacts on the business processes of individual firms and supply chains? Could RFID be an enabler of supply chain optimization? This paper seeks to find some tentative answers to these questions with empirical evidence gathered from a field study of one supply chain in the retail industry where the most significant interest for RFID has arisen.

A basic RFID system is composed of three layers: a tag containing a chip, a reader and its antennas, and a computer. The tag is attached to or embedded in a physical object and communicates through radio frequencies with the reader's antennas. The reader sends the location and the identification of the object to a computer, which adjusts or initiates business processes automatically (Kärkkäinen *et al.*, 2003). When coupled with wireless technologies and enterprise systems (e.g. ERP: Enterprise Resource Planning; WMS: Warehouse Management System; TMS: Transportation Management System), RFID systems allows to gather and transfer unique information from and to the mobile data repositories (e.g. the tag attached to a specific product), inside and outside the boundaries of the organization in a timely and accurate way (Trebilcock, 2004; Swartz, 2000). RFID systems allow access to a global network at any time without regard to location or mobility. They therefore hold the potential to track products in real time as they move along supply chains and allow the creation of networked databases that can be updated in real time and shared by supply chain members through the Internet and private networks.

This unique potential offers considerable improvements over existing hybrid e-commerce solutions such as Internet-EDI and, more broadly, B-to-B e-commerce applications which, by definition, imply "exchanging and sharing information within the

firm itself or with external stakeholders" (Daniel *et al.,* 2002 p. 254). The main thrust of this paper is therefore that RFID technology acts as an enabler of B-to-B e-commerce.

5.2 Theoretical background

5.2.1 A renewed interest in RFID technology

The RFID concept is not new. It was introduced in World War II, to distinguish allied aircraft from enemy aircraft via radar (AIM Global, 2005). However, recent key developments in microprocessors, tag/reader technology, and the supporting infrastructure as well as recent adoption by influential organizations have led to a significant renewed interest in RFID. Its importance as a promising technology is highlighted by the many recent white papers published by technology providers (e.g. Texas Instrument, 2004; Symbol technologies, 2005, Intermec, 2002), consulting firms (e.g. Accenture, 2004; Deloitte, 2005, Bearing point, 2005), infrastructure providers (e.g. HP, 2004; Sun Microsystems, 2004), enterprise software providers (e.g. SAP, 2004) and solution providers (e.g. IBM, 2005). Based on recent market research (Research and Markets, 2005) RFID market is expected to expand from US$1.95 billion in 2005 to reach US$26.9 billion in 2015 as different RFID applications become mature.

The academic community is also paying increasing attention to RFID, especially since Wal-Mart and the US Department of Defense (US DOD) ordered their major suppliers to adopt and implement RFID by the beginning of 2005 (Dillman, 2005; US DOD, 2005). In fact, there has recently been a flurry of papers in various fields of research such as innovation management (Sheffi, 2004), project management (Angeles, 2005), environment management (Saar and Thomas, 2002), e-commerce (Bain and Subirana, 2003), supply chain management and warehousing (Srivastava, 2004; Gunasekaran and Ngai, 2005) and information systems (Geng and Sirkka, 2005; Quaadgras, 2005).

5.2.2 RFID's potential in the retail industry

In terms of number of establishments and number of employees, the retail industry is one of the largest industries worldwide. For instance, with $3.8 trillion in sales annually and 11.7 percent of US employment, retail is the second largest industry in the United States (Vargas, 2004).

This industry faces similar trends to those affecting other sectors, as it is characterized by globalization, aggressive competition, shorter product life cycles, increasing cost pressures and the rise of customized demand with high product variants (i.e. growing number of stock keeping units (SKUs). Among other industry specific challenges are the management of the short shelf-life of grocery goods and the strict traceability requirements for fresh products in the retail supply chain (Kärkkäinen, 2003). The retail industry has been completely reshaped: as Peterson and (Peterson, R.A. and Balasubramanian, 2002 p. 9) note, "Retailing in the 21st century will no doubt be very different from retailing in the 20th century, just as retailing in the 20th century was very different from retailing in the 19th century." One of the most profound changes may be generated by RFID technology. Indeed, major retailers such as Tesco, Metro AG and 7-Eleven are very interested in its potential (Levinson, 2003) while Wal-Mart has been studying its business applications for more than a decade (Roberti, 2003) and has now become a major player in the adoption of RFID in the retail industry. The retail giant stands to save substantial amounts from supply chain optimization, Just-in-Time deliveries and the elimination of stock-outs since it will know exactly where all products are throughout its entire supply chain and could theoretically track any product from its supplier's supplier's location.

While most retailers and their major suppliers are in a pilot process for RFID evaluation, Metro AG is one of the first retailers to open in 2003 its first "Extra Future Store," where RFID technology is used live for various applications.

5.2.3 RFID's potential in retail supply chains and distribution centers

Many of RFID technology's characteristics are compelling for supply chain management (SCM). RFID systems could allow supply chain members to identify, locate, track and monitor each and every item (product, box, pallet, etc.) and to obtain continuous real-time information on these items. In addition, when items are placed in conveyances such as containers, trailers, or shopping carts, the information embedded in the RFID tags can be automatically read without opening the conveyance. Moreover, active RFID tags can send operating procedures to an operator or a computer, capture the feedback once the procedure is completed and then automatically send notices to intra- and inter- organizational systems. "Although RFID deployment in SCM is still in its infancy, it holds tremendous potential for improving processes and may fundamentally alter the way supply chains are managed today" (Srivastava, 2004 p. 60).

In retail supply chains, the advantages derived from RFID technology are even more striking, for several reasons. RFID provides "quantum leaps in the design of inventory management methods" (Sheffi, 2004 p. 8), which represents a key strategic issue in an industry facing low margins and thus trying to keep inventory costs as low as possible. Improved inventory management because of RFID is also needed to offset repeated losses of stocks due to theft, shoplifting, fraud and error – losses that represent some $31 billion per year in the US, and to prevent stock-outs, which mean lost sales and dissatisfied corporate and individual customers. Despite the very high number of products handled in retail supply chains, many American businesses are still using manual methods to collect data (Quinn, 2004). RFID technology could prevent costly data inaccuracies in the supply chain. Incorrect or outdated data used in invoices, bills of lading (a document from the carrier indicating the description of the goods being shipped) or purchase orders can result in product delivery errors and lost sales estimated at more than $50 billion annually (UCCnet, 2005). In addition, RFID could be used in specific applications in the retail supply chain such as the management of short-shelf-life groceries in order to improve tracability and temperature conditions (Kärkkäinen, 2003;

Eleni and Vlachos, 2005) or the prevention of counterfeit products (FDA (2004). A distribution center or distribution warehouse collects products from different suppliers and sometimes assembles them for delivery to a number of customer warehouses (Van Den Berg and Zijm, 1999). Four broad processes are usually identified in a distribution warehouse, namely receiving, put-away, picking and shipping, and all four can benefit from RFID technology (Table 5.1).

Table 5.1: Broad processes in a distribution center and areas of opportunities provided by RFID technology

Broad Processes	Description	RFID opportunities
Receiving	Handling of products that arrive at the warehouse.	Receiving is time consuming and subject to human error (Keith et al. 2002) RFID automates verification activities and simplifies the process therefore making it more efficient.
Put-away	Moving and placing products in their specific storage location.	The adoption of RFID technology could lower costs of this process by 50% (Capone et al., 2004).
Picking	Retrieving the products from their storage location to consolidate customer orders.	Case picking can occupy up to half the staff in a distribution center and requires many verifications (Keith et al. 2002). Order picking represents 50–75% of the total operating costs in a warehouse (Petersen and Aase, 2004). RFID could speed up the process by simplifying picking.
Shipping	Checking, packing and loading in the transportation unit.	Verification activities are not regularly performed which introduce errors in customer deliveries. RFID has the potential to automate all verification activities thereby reducing errors and the required time for the process.

So far, most cases where RFID is used have been considered to involve "closed-loop" implementation (Ringbeck, and Stroh, 2004), in contrast with the emerging "open-loop" supply chain applications where multiple players are involved. "Open-loop" supply chain applications are considered to be a major trend of the next few years. This paper focuses on one "open-loop" supply chain initiative in the retail industry.

5.3 Methodology

Our study builds on previous work (Strassner, and Schoch, 2004; Subirana *et al.*, 2004) and focuses on a three-layer supply chain which is considering implementing RFID technology.

5.3.1 Research design

As the main objective of this pilot study is to improve our understanding of the potential of RFID technology in the context of warehousing activities in one specific supply chain, the research design corresponds to an exploratory research initiative. Field research was conducted in 12 consecutive steps (table 5.2).

The first six steps correspond to an initial phase that could be broadly termed the "opportunity-seeking phase." Step 1 represents the starting point, with a thorough assessment of the corporate motivations underlying RFID technology adoption. Steps 2 and 3 allow a sharper focus on specific critical activities that will be targeted by an RFID implementation. Steps 4, 5 and 6 reflect the current situation in terms of actual supply chain dynamics and existing intra- and inter-organizational business processes.

The second phase – scenario building – evaluates specific RFID opportunities (step 7) and assesses the potential of RFID applications (step 8). Step 8 represents a turning point where both business and technological concerns are evaluated. For business concerns, several questions need to be answered: How will firms in the network handle their respective activities? What would change in terms of activities, processes and organizational structure? Which product and product level should be targeted? Which application should be adopted? In parallel, some questions address the technological concerns: How will the existing IT infrastructure be impacted? What are the characteristics of the product to be tagged? How much information is required? Which application is to be used (i.e. read/write, distance, speed, security, etc.)? The answers to

these questions allow one to map redesigned business processes integrating the RFID technology (step 9) which are validated with key respondents (step10).

Table 5.2: Steps undertaken in the field study

Phase	Step	Detailed activities
Phase 1	**Step 1**	Determination of the primary motivation towards RFID Understanding the primary motivation to consider the use of RFID technologies (WHY?)
Opportunity Seeking	**Step 2**	Analysis of the Product value Chain (PVC) Understanding the activities specific to a given product (WHAT?)
	Step 3	Identification of the critical activities in the PVC. Identification of critical PVC activities (WHICH activities to select and WHY?)
	Step 4	Mapping of the network of firms supporting the PVC Mapping the Supply Chain Network to understand the link between the network of firms supporting the product (WHO and WITH WHOM?)
	Step 5	Mapping of intra- organisational processes for the identified opportunities as they are carried out now («As is») (HOW within organisation?)
	Step 6	Mapping of inter organisational processes for the identified opportunities as they are carried out now («As is») (HOW between organisations?)
Phase 2	**Step 7**	Evaluation of RFID opportunities in the PVC with respect to the product (level of granularity), to the firms involved in the network and to the specific activities in the PVC
Scenario Building	**Step 8**	Evaluation of RFID potential applications including scenario building and process optimization («As could be») (HOW within and between organisations?)
	Step 9	Mapping of intra - and inter - organizational processes integrating RFID technology
	Step 10	Validating business and technological processes integrating RFID technology with key respondents Feasibility analysis and evaluation of the challenges including ERP and middleware integration and process automation
Phase 3	**Step 11**	Proof of concept (POC) in laboratory simulating actual physical environment and interface between supply chain players Feasibility demonstration and evaluation including ERP and middleware integration and process automation at all the supply chain members level
Scenario Validation	**Step 12**	Beta Test in real life setting. Deployment of application and its appropriation by the different organisations involved and their staff

The third and final phase of the research design validates the scenarios retained in the second phase, both in controlled conditions (proof of concept – step 11) and in a real-life setting (step 12). Although the steps of the field study are displayed in a linear manner in table 5.2, several iterations occurred during the six-month period of the research.

5.3.2 Research sites

Four firms participated in this study. The focal firm (Firm X), with annual revenues of approximately $2.6 billion, owns many large distribution centers and is an important player in the beverage industry. An overall volume of 15 million cases transit through the company every year. Of these, 2.7 million cases pass through the docks of the distribution center where the field study was performed. This distribution center receives products from only two first-tier suppliers, which produce the specific product lines involved in this study. Both agreed to participate in the field research. These two first-tier suppliers are bottling plants that deliver their production to Firm X each day. Finally, retailers were identified and on-site observations were conducted in one retailing firm.

5.3.3 Data collection

Data collection involved:

(i) *Focus groups* conducted in the university-based research center with 9 functional managers and IT experts. The focus groups allowed us to reach a consensus on strategic intent with respect to the use of RFID in one product value chain (steps 1, 2 and 3) and, to evaluate different scenarios and select the "preferred" or "as could be scenario" (steps 7, 8 and 9). Each step presented in table 5.2 was also evaluated and agreed upon with the focus groups.

(ii) *On-site observations* in the four research sites in order to carry out the mapping of processes required for steps 5, 6 and 9.

(iii) *Semi-structured interviews* in the four research sites with managers and the operating personnel in order to obtain more detailed information and resolve potential inaccuracies in the mapping of existing business processes (steps 5 and 6). Semi structured interviews were also conducted with technology partners in order to validate the feasibility of the retained scenarios for the proof of concept (i.e. step 10)

The researchers acted as observers, interviewers and facilitators (for focus groups). They also elaborated and presented the detailed scenarios that were developed from the empirical evidence gathered in the four research sites. Industrial reports and internal documents such as process documentation and a wide range of other technical or non-technical documents were also used when available.

5.4 Results and discussion

Like many companies in the retail industry, the managers of the four firms involved in this study are aware of the potential advantages derived from the implementation of RFID Systems. Their initial motivations were centered on the reductions of inventory and warehousing costs and on the elimination of some inventory discrepancies within the supply chain. During the course of the first focus group (step1, table 5.2), they added to their initial strategic intents the need to reduce lead times and to respond faster to changing market demands. In other words, their primary motivations dealt with issues related both to a lean and agile supply chain.

Within the scope of this paper, discussion will mainly focus on empirical results obtained from steps 5, 6 and 9 (table 5.2). These three steps build on the results obtained in the previous ones and represent the validated output of phases 1 and 2 of the field study, namely opportunity seeking and scenario building.

All three steps also correspond to the mapping of current business processes (actual situation) and redesigned processes integrating RFID technology. The process view retained here provides (i) "a more dynamic description of how an organization acts" (Magal et al., 2001 p. 2), and (ii) a structured approach and a "strong emphasis on how the work is done" (Davenport, 1993 p. 5) which enables field participants to validate the research outputs (steps 5, 6 and 9). The process view is also increasingly used to evaluate the impact of information technology (Subramaniam and Shaw, 2004; Tallon *et al.,* 2000; Baron *et al.,* 2000; Keen, 1997).

5.4.1 Actual business processes in the three layers of the retail industry supply chain

Figure 5.1 reflects the current situation and displays the actual business processes in the firms corresponding to three layers of the supply chain (two suppliers, Firm X and one retailer). Processes are mapped in the usual drilled-down approach, i.e. from the more general to the more detailed.

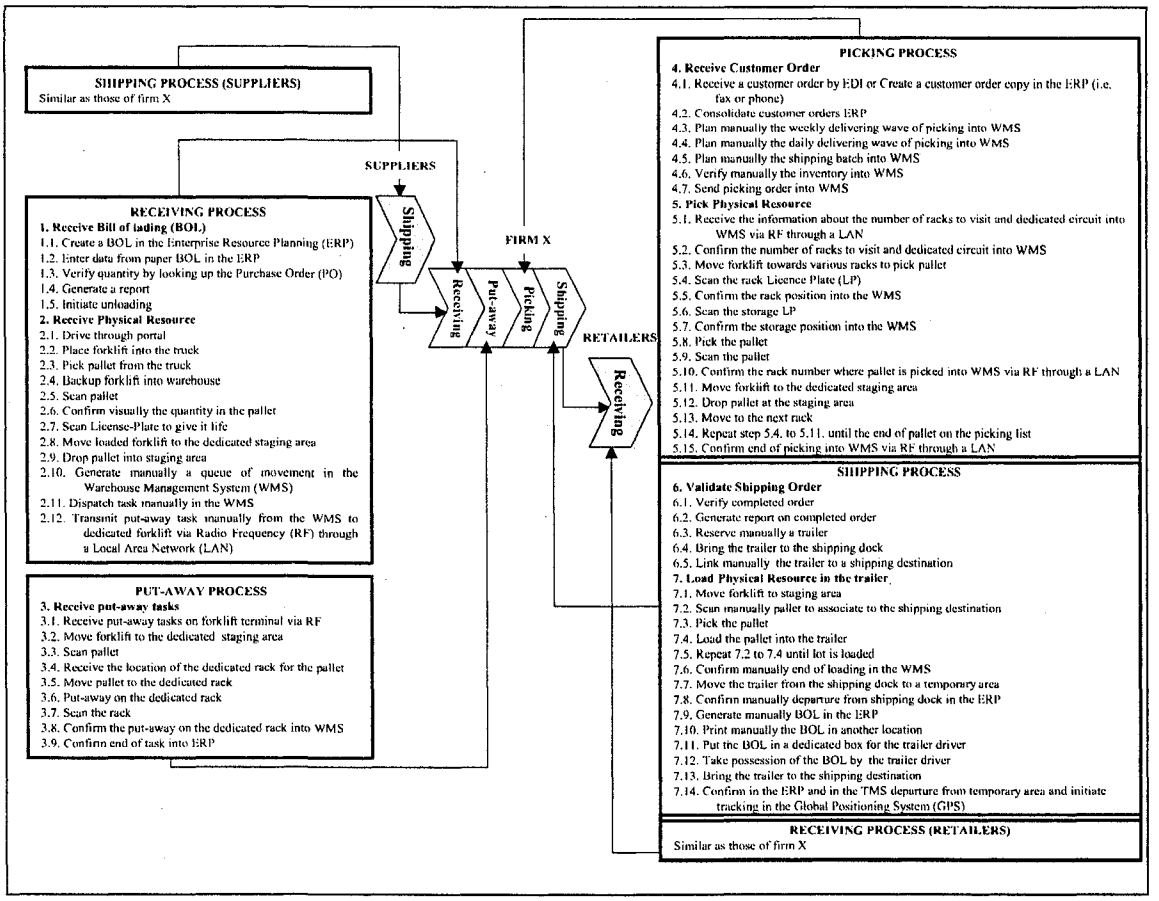


Figure 5.1: Actual Inter - and Intra Processes

The actual processes for Firm X are displayed in figure 5.1. The existing detailed processes for shipping by the two suppliers and for receiving by the retailer are relatively similar to those found in Firm X and are not presented in figure 5.1 in order not to overload the figure. Processes in the three layers are interrelated since shipping in

the two suppliers (layer 1) obviously corresponds to receiving in Firm X (layer 2) and likewise for the next layer of the supply chain. Several observations can be made from figure 5.1:

The number of observed processes in Firm X for receiving, put-away, picking and shipping is high (respectively, 17, 9, 22 and 19, for a total of 67 processes).

Firm X, the two suppliers and the retailer rely on bar code systems, confirming the ubiquitous presence of bar codes in the retail industry. However, the bar code systems often require manual intervention and a line of sight is necessary in all cases.

Besides bar code systems, there is already some level of automation in Firm X as indicated by many processes that are related to (i) an ERP system – for example process 1.3 or 4.2, respectively (verify quantity by looking up the purchase order or consolidate customer orders), (ii) a WMS (Warehouse Management System) - for instance, process 5.1 or 5.10 respectively (sending the information about the number of racks to visit and dedicated circuit into WMS, or confirm the rack number where pallet is picked into WMS via RF through a LAN), (iii) a TMS–GPS (Transportation Management System-Global Positioning System)- for example, process 7.14 (confirm departure from temporary area and initiate tracking with GPS), - (iv) an EDI server, for example process 4.1 (receiving customer orders). The two suppliers and the retailer have also implemented an ERP and use an EDI.

5.4.2 Retained scenario integrating RFID technology

Scenario assumptions:

Prior to evaluate RFID potential applications including scenario building and process optimization (step 8), technological assumptions have to be considered. These include (i) programming RFID tags and placing them on boxes and pallets at the supplier's locations, (ii) fixing RFID readers at the receiving and shipping doors at each location, (iii) integrating RFID infrastructure to ERP and middleware and (iv) configuring the rules for process automation in the middleware.

The retained scenario, integrating the RFID technology was thoroughly validated with the focus group. By contrasting the existing business processes (figure 5.1) with the ones integrating the RFID technology (figure 5.2), it is possible to assess some impacts brought upon by the new technology.

These impacts seem to fall into five categories, namely, the emergence of a new business model, a major redesign of existing processes, the elimination of some current inefficiencies, the presence of new value-added and intelligent processes, and, an increase in electronic integration between the three layers of the supply chain leading to more efficient B-to-B e-commerce.

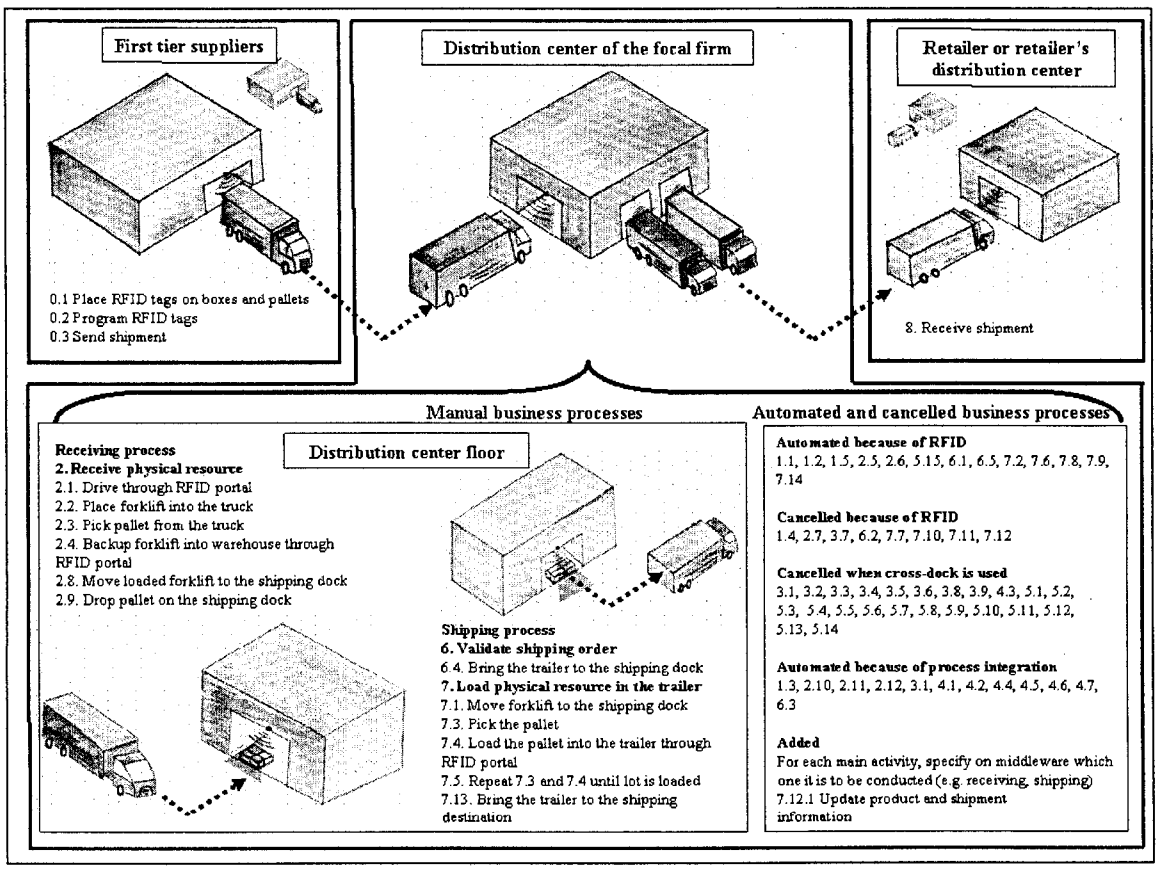


Figure 5.2: Process optimization using RFID technology in the retail industry: A cross-dock scenario

The emergence of the new model:

The integration of RFID technology facilitates a new business model referred to as « cross docking ». In this new model, products move from inbound vehicles to outbound vehicles (Baker, 2004) without being stored. As a result, the activities related to the put-away and the picking, which are considered as the most labour-intensive and high cost activities in a distribution centre, become less relevant. Also, the faster movement of goods throughout the warehouse facilitates the implementation of Just-in-Time, and, thus contributes significantly to the timely delivery to the end users and to an increased agility in the retail supply chain.

A major redesign of existing processes:

Only 12 processes remain identical to the existing ones (processes 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.8, 2.9, 6.4, 7.1, 7.3, 7.4, 7.5, 7.13) which all represent physical activities such as driving, placing, forklifting, etc. Many processes are now automated as a direct result of RFID (13 processes in figure 5.2) or as an indirect result of RFID allowing process integration between the different information systems (12 processes). A significant number of processes disappear when RFID induced cross-docking is used for the specific product lines retained in this study (23 processes). Finally, 8 processes are cancelled due to the introduction of RFID systems. This entails a major redesign of processes.

The elimination of existing inefficiencies:

Time consuming activities such as identification and data entry (for instance, existing process 2.5 which involves manual scan of pallet) are now automatically performed. Further, error prone data entry, recording and transcription (for instance, existing process 1.2 which concerns data entry from paper BOL in the ERP) are now automatically recorded using RFID readers. The quality and integrity of information is higher and real-time information increases agility.

New value-added and intelligent processes:

By means of the RFID system, processes can be automated more quickly and efficiently thus creating additional value. For example, the RFID system coupled with the messaging technology, such as e-mail, can send an alert notification at the moment urgent deliveries arrive. The message is routed to the appropriate personnel within the warehouse and a message can also be sent along the supply chain.

Intelligent processes can be configured in the RFID system and occur when automated decisions at the product level initiate processes without human intervention. For example, when a shipment arrives containing a product that has not been ordered (process 1.3), the system can react and inform the forklift not to remove the product from the delivery truck. By automatically taking this decision, no labour costs are associated with the receiving, put-away, picking and returning process. Similar potential errors in the shipping process can be captured before they are executed.

Increased electronic integration between supply chain members:

Finally, RFID enables tighter electronic integration not only between Firm X where the information related to products becomes more transparent but also between the four supply chain members. It is now possible to obtain continuously updated product information. In fact, the product flows are totally synchronized with the information flows. It is now possible to generate automatically and in real-time and from a networked database all the information necessary for e-procurement, e-billing, e-forecasting, e-replenishment, etc. and, thereby, enable more efficient B-to-B e-commerce applications.

5.5 Implications and conclusion

RFID appears to be a disruptive technology as it supports a new business model, entails major redesign of existing processes and fosters a higher level of electronic integration between supply chain members. Its full deployment is obviously contingent upon the evolution of technology itself since RFID is considered in its infancy with, in particular,

a lack of universal common standards. More importantly, its deployment is strongly dependent on the vision, willingness and ability of supply chain members to capitalize on real-time, continuously updated, information embedded in products as they move along the supply chain.

The results from the field study should be interpreted with some cautions since it involves four already tightly interrelated firms from three layers of one retail supply chain. Several implications emerge from the field study.

First, it requires radical changes to existing business processes for all four firms involved. For example, the significant reduction in human or semi-automated information handling on the warehouse floor and the docks could open up opportunities for increased activities related to the actual handling of the products: larger volume of products could be handled and the speed at which they can be received and shipped can be increased.

Second, there is an obvious strain on the capacity to manage real-time product information throughout the supply chain. Depending on the level of granularity at which the product is tagged (in our case, bottle, case or pallet), there will be substantial impacts on the information systems of all layers of the supply chain. This should translate into common databases and real-time multi-organizational interfaces.

Third, these applications can only be used successfully if supply chain partners are willing to participate and share information that was previously considered proprietary. Consequently, it will most probably be necessary to put intelligent business processes in place that can route the information to the right supply chain partners and also deal with run-of-the-mill problems or situations. Managing by exception may become a rule of thumb to prevent information bottlenecks since these could very well replace the physical bottlenecks which are often the primary challenge to resolve in warehousing and distribution.

The fourth implication is more of a physical preoccupation. It appears clear that the introduction of both RFID and cross-docking will force major changes in warehouse design. Reductions in put-away and packing processes will translate into fewer inventories and shorter turnovers. Furthermore, the logic of storage will no longer be a visual logic where products are stored in specific areas according to the capacity of warehouse personnel to recognize their location, but a digital space and allocation optimization logic, since the systems will know where the products are located in the given supply chain environment.

The fifth implication is a consequence of all the factors mentioned above. Just-in-Time inventory replenishment will require smaller warehouses for all members of the supply chain, but at the same time, improved logistics will be needed to act as buffers to the current inventory surpluses.

In conclusion, we are looking at a new business model where intelligent products and processes will require supply chain members to work together and more efficiently, using emerging RFID information infrastructures such as the EPC (Electronic Product Code) networks, where product information is stored on directories on the Internet (EPCglobal, 2004). Ultimately, this should allow for the full deployment of important supply chain concepts such as Collaborative Planning Forecasting and Replenishment (CPFR) in a B-to-B e-commerce environment.

Acknowledgement

The research was financed by SSHRC, NSERC, and FQRSC. An earlier version of this paper was presented at HICSS conference of 2006.

References

Accenture, "Driving High Performance With Silent Commerce in The Supply Chain", April, 2004, Retrieved march 2, 2005, from www.accenture.com

AIM Publication, "Shrouds of Time, the History of RFID", 2001, Retrieved April 15, 2005, from www.aimglobal.org

Angeles, R., "RFID Technologies: Supply Chain Application and Implementation Issues", *Information System Management*, Winter 2005, 51-65.

Bain, M. and Subirana B., "E-commerce Oriented Software Agents: Towards Legal Programming: a Legal Analysis of Ecommerce and Personal Assistant Agents Using a Process/IT View of The Firm", *Computer Law & Security Report*, 19 (3), 2003, 201-211.

Baker, P., "Aligning Distribution Center Operations in Supply Chain Strategy", *The International Journal of Logistics Management*, 15 (3), 2004, 11-123.

Baron, J.P., Shaw M.J., and Bailey A.D., "Web-based E-catalog Systems in B2B Procurement", *Communication of the ACM*, 43 (5), 2000, 93-100.

Bearing point, "Radio Frequency Identification (RFID) in Retail: Preparing for Further Globalization with RFID", Retrieved January 12, 2005, from www.bearingpoint.com.

Capone, G., Costlow D., Grenoble W. L. and Novack R. A., "The RFID-Enabled Warehouse", Center for Supply-Chain Research, Penn State University, 2004.

Coates, V.T., "The Future of Information Technology", The Annals of the American Academy, 522, 1992, 45-56.

Daniel, E., Wilson, H. and Myers, A., "Adoption of E-Commerce by SMEs in the UK: Towards a Stages Model", *International Small Business Journal*, 20 (3), 2002, 253-270.

Davenport T. H., Process Innovation, Reengineering Through Information Technology, Ernst & Young, Center for Information Technology and Strategy, ed., Harvard Business School Press, 1993.

Deloitte, "Synchronicity: An Emerging Vision of the Retail Future", May 2004, Retrieved may 5, 2005, from www.deloitte.com

Dillman, L., "Wal-Mart Draws Line in the Sand", RFIDJournal, June 2003, Retrieved January 26, 2005, from www.rfidjournal.com

Eleni, M. and Vlachos I. P., "The Changing Role of Information Technology in Food and Beverage Logistics Management: Beverage Network Optimization using Intelligent Agent Technology", *Journal of Food Engineering*, 70 (3), 2005, 403-420.

EPCglobal. (2004). The EPCglobal Network. http://www.epcglobalinc.org/.

FDA (2004). "Combating Counterfeit Drugs: A Report of the Food and Drug Administration" February 2004, Retrieved June 12, 2005, from www.fda.gov/oc/initiatives/counterfeit/

Geng, Y. and Sirkka L.J., "Trust and radio Frequency Identification (RFID) Adoption Within an Alliance", *Proceedings of the 38th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'05)*, January 2005.

Gunasekaran, A. and Ngai E.W.T., "Build-to-Order Supply Chain Management: A Literature Review and Framework for Development" *Journal of Operations Management*, 23 (5), 2005, 423-451.

HP, "RFID-Sensible Innovations for Adaptive Enterprise", April 2004, Retrieved June 10, 2005, from www.hp.com/country/lamerica_nsc_carib/ en/features/04rfid.html.

IBM, "Item Level RFID Technology Redefines Retail Operations with Real Time, Collaborative Capabilities", April 2004, Retrieved June 8, 2005, from http://www-1.ibm.com

Intermec, "RFID Technology in Retail", March 2002, Retrieved June 5, 2005, from www.aimglobal.org

Kärkkäinen, M., "Increasing Efficiency in the Supply Chain for Short Shelf Life Goods using RFID Tagging", *International Journal of Retail & Distribution Management*, 31 (10), 2003, 529-536.

Kärkkäinen, M., Holmstrom J., Framling K. and Artto K., "Intelligent Products - a Step Towards a more Effective Project Delivery Chain", *Computers in Industry,* 50 (2), 2003, 141-151.

Keen, P. G. W., The Process Edge: Creating Value Where it Counts, Harvard Business School Press, Boston, 1997.

Keith A., Tig G., Gramling K., Kindy M., Moogimane D., Schultz M. and Woods M., "Focus on the Supply Chain: Applying Auto-ID within the Distribution Center", June, 2002, Retrieved January 28, 2005, from www.autoid.org

Levinson, M., (2003). "The RFID Imperative", CIO Magazine December 2003, Retrieved March 8, 2005, from www.cio.com.

Magal, S. R., Simha R., Feng M., and P. A. Essex, "An Exploratory Study of Web-based Electronic Commerce Applications", *Journal of Information Technology Theory and Application*, 3, 2001, 139-149.

Peterson, R.A. and Balasubramanian S., "Retailing in the 21st Century: Reflections and prologue to research", *Journal of Retailing*, 78, 2002, 9-16.

Petersen, C.G. and Aase G., "A comparison of picking, storage, and routing policies in manual order picking". International Journal of Production Economics, 92, 2004, 11–19.

Quaadgras, A., "Who Joins the Platform? The Case of the RFID Business Ecosystem", *Proceedings of the 38th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'05),* January 2005.

Quinn, P., "Bar Code: Stronger than Ever", *Supply Chain Systems Magazine,* 24 (10), 2004, 16-20.

Researchandmarkets (2005). RFID Industry. A Market Update, June, Pages: 45, Retrieved December 02, 2005, researchandmarkets.com

Ringbeck, J. and Stroh S., "Thinking Outside the Closed Loop", *Strategy+business Magazine*, April 2004.

Roberti, M., "Analysis: RFID - Wal-Mart's Network Effect", *CIO Insight*, September 2003, Retrieved March 8, 2005, from www.cioinsight.com.

Saar, S. and Thomas V., "Towards Trash That Thinks", *Journal of Industrial Ecology*, 6 (2), 2002, 133–146.

SAP, "Putting RFID on the Fast Track", 2004, Retrieved May 5, 2005, from www.sap.com/solutions/ mobilebusiness/pdf/

Sheffi, Y., "RFID and the Innovation Cycle", *International Journal of Logistics Management*. 15 (1), 2004, 1-10.

Srivastava, B., "Radio Frequency ID Technology: The Next Revolution in SCM" *Business Horizons*, 47 (6), 2004, 60-68.

Strassner, M. and Schoch T., "Today's Impact of Ubiquitous Computing on Business Processes", Institute of Information Management of University of St. Gallen, Retrieved January 20, 2004, from www.vs.inf.ethz. ch

Subirana, B., Eckes C., Herman G., Sarma S. and Barrett M., "Measuring the Impact of Information Technology on Value and Productivity using a Process-Based Approach: The case for RFID Technologies", MIT Sloan, Working Paper, December 2003, Retrieved May 15, 2004, from papers.ssrn.com.

Subramaniam, C. and Shaw, M.J., "The Effects of Process Characteristics on the Value of B2B E-Procurement", *Information Technology and Management*, 5 (1-2), 2004, 161-180.

Sun Microsystems, "The Sun Global RFID Network Vision: Connecting Businesses at the Edge of the Network", White Paper, July 2004, Retrieved May 12, 2004, from www.sun.com.

Symbol, "Business Benefits from Radio Frequency Identification (RFID) ", White Paper, September 2004, Retrieved May 15, 2005, from www.symbol.com.

Swartz, J., "Changing Retail Trends, New Technologies, and the Supply Chain", *Technology in Society*, 22, 2000, 123–132.

Tallon, P. P., Kraemer L. K., and Gurbaxam V., "Executives' Perception of the Business Value of Information Technology: a Process-Oriented Approach", *Journal of Management Information Systems*, 16, 2000, 145-173.

Texas Instrument, "Item Level Visibility in the Pharmaceutical Supply Chain: A Comparison of HF and UHF RFID Technologies", July 2004, Retrieved June 5, 2005, from www.ti.com

Trebilcock, B., "Will there Be Enough RFID Tags in 2005?", *Modern Materials Handling*, November 2004, Retrieved June 5, 2005, from www.mmh.com/article/ CA480768.html.

UCCnet, "UCCnet History and Background", 2004, Retrieved June 5, 2005, from www.uccnet.org.

US DOD, "Initial Regulatory Flexibility Analysis of Passive Radio Frequency Identification (RFID)", Version 1.2, March 2005, Retrieved June 14, 2005, from www.acq.osd.mil.

Van Den Berg, J.P. and Zijm W.H.M., "Models for Warehouse Management: Classification and Examples", *International Journal of Production Economics,* 59, 1999, 519-528.

Vargas, M., "Retail Industry Profile Overview of the Retail Sector", 2004, Retrieved January 28, 2005, from www.retailindustry.about.com

Want, R., "RFID : A key to Automating Every Thing", *Scientific American*, 290, 2004, 56-65.

CHAPITRE 6: KEY PERFORMANCE INDICATORS FOR THE EVALUATION OF RFID ENABLED B-TO-B ECOMMERCE APPLICATIONS: THE CASE OF A FIVE-LAYER SUPPLY CHAIN

Journal of Information Systems and e-Business Management ISeB (2007), Accepté pour publication, soumis le 13 mars 2007[69]

Ygal Bendavid[a], Élisabeth Lefebvre[a], Louis A. Lefebvre[a], Samuel Fosso Wamba[a],
[a] *ePoly Center of Expertise in Electronic Commerce, École Polytechnique de Montréal, Department of Technology Management, C.P. 6079, Station Centre-Ville Montréal, Qc H3C 3A7, Canada*
Ygal.Bendavid@polymtl.ca

Abstract

This paper attempts to track key performance indicators in order to assess the impacts of RFID technology in a five layer supply chain in the utility sector. Findings point to some performance improvements especially when RFID enables more integrated and more collaborative B-to-B e-commerce solutions. The research design involves multiple units and levels of analysis, and relies on diverse data collection methods and generates a vast amount of data. The concept of a living laboratory proved to be an insightful approach for exploring issues related to inter-company connectedness and relationship management.

Key words: e-commerce, supply chain, performance, RFID technology

---

69 An earlier version of this paper was published in the proceedings of the 40th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS-40).

6.1 Introduction

RFID (Radio-Frequency Identification) technology has been identified as one of the ten greatest contributory technologies of the 21st century (Chao et al. 2007). In the context of supply chain management (SCM), the technology has been considered as "the next revolution" (Srivastava, 2004 p. 1) since it allows the tracking of each object or product in real time in the supply chain (SC). However, while RFID seems to offer a unique potential to SCM improvements over existing automatic identification and data capture (AIDC) technologies, some skepticism remains in the community of potential adopters since there is no clear indication of the model to follow when assessing the impacts and benefits of an RFID enabled SC. In particular, return on investment (ROI) is uncertain if one attempts to assess both cost reductions and value creation at the individual organisation level and at a collective level (i.e. including all the SC members). This difficulty adds to the challenge for RFID adoption which requires interorganizational cooperation among a network of firms to be involved in implementing this technology in a business-to-business electronic commerce (B-to-B e-commerce) context.

The main premise of this paper is that RFID technology acts as a "disruptive" enabler of collaborative SC and requires more integrated B-to-B e-commerce strategies. The overall objective is to improve our understanding of the potential impacts of RFID technology in the context of one specific supply chain (SC). More specifically, this paper attempts to (i) identify and validate key performance indicators (KPIs) that are useful to trace the impacts of RFID technology in each individual organization and in the SC as a whole, (ii) assess these impacts and (iii) analyse how RFID implementation strategies evolve into more integrated B-to-B e-commerce strategies as mutual consensus among SC members gradually arises. Since these research objectives clearly fall within the realms of exploratory research, it is reflected in the research design which consists of a longitudinal field study involving five layers of one SC in the utility sector.

The rest of the paper is organized as follows. First, RFID technology is briefly presented

and, conceptual and contextual issues are then discussed. Second, the overall research design is outlined, the research sites are described and data collection methods are exposed. Third, the main results are then presented and discussed. The paper concludes with implications and future research avenues.

6.2 Technological, conceptual and contextual issues

6.2.1 RFID technology

Considered as a wireless AIDC technology, RFID not only refers to the tag containing a chip, but also to an antenna for sending and receiving data, an interrogator, also called reader, and its antennas to communicate through radio frequency with the tag, and finally, a middleware that manages, filters, aggregates and routes the data captured. All these elements are essential to constitute a "basic" RFID system (Asif and Mandviwalla, 2005). This RFID system is generally integrated with enterprises systems (e.g. WMS: warehouse management system, enterprise resource planning: ERP) where specific applications are hosted and may be coupled with other technologies such as global positioning system (GPS). Today, various electronic business models coexist depending on where product information is stored: (a) on the tags, (b) on directories in private networks, or (c) on directories in external databases that are accessible over the Internet. The latter model, proposed by EPCglobal, may represent the dominant design in the context of SCM applications and is known as the EPC (Electronic Product Code) network (EPCglobal, 2004). The main idea behind the EPC network (Thiesse and Michahelles, 2006) is to create an "Internet of things" that consists of a technological infrastructure, including UHF passive RFID tags for any kind of physical objects that could eventually be self-managed in real time. By leveraging RFID technology and the Internet, and building on enterprise systems capabilities, it offers the potential to modify the way in which electronic commerce is conducted. Furthermore, some integration (Web) service providers such as GXS.com have recently decided to integrate RFID technology with data synchronization capabilities in their service offer, revamping the

opportunities provided by "collaboration electronic marketplaces" (Markus and Christiaanse, 2003).

RFID has been the topic of interest in various fields of research (Chao et al. 2007) related to the technology itself (Asif and Mandviwalla, 2005), innovation management and potential trajectories for RFID adoption (Sheffi, 2004) implementation in an inter-organisational context (Curtin et al. 2007), CRM (customer relationship management) (Smith, 2005), PLM (product lifecycle management) integrating reverse SC activities (Kiritsis et al. 2003), and an increasing number of papers in SCM. In a recent historical review and bibliometric analysis, Chao et al. (2007, p. 5) found that RFID technological innovation had passed through three eras focusing on (i) "tag innovation" such as better data communication, (ii) applying "tag to automation, integration services and ubiquitous computing" at which point applications such as smart cards became pervasive, and more recently, (iii) "manufacturing automation, logistical control, and e-commerce applications." RFID is now being applied to track any kind of goods in a wide range of supply chains, with lead users in the consumer goods industry.

However, today's RFID adoption is still limited due to barriers such as (i) technology current weaknesses (e.g. read rate, data reliability, high rate of new hardware and software introduction, lack of unified standards for interoperability), (ii) relatively high costs related to hardware, software customization, systems configuration and integration , and training, (iii) security issues (i.e. data access, privacy and legislation), and (iv) lack of expertise (i.e. specialized skills required for RFID implementation) (v) patent challenges (i.e. EPCglobal's intellectual property (IP) policy and concerns about royalty costs) (Asif and Mandviwalla, 2005; Wu et al. 2006; Li et al.2006).

6.2.2 Conceptual issues

6.2.2.1 Previous work on RFID impact in the SC.

Previous work on RFID impacts in the SC can be classified in three main groups:

conceptual papers, simulation papers and field studies.

Among the conceptual papers, (Srivastava, 2004) describes some critical trends and implications of applying RFID to SCM, detailing its benefits as well as the impediments to implementation. With respect to SC strategy, Gunasekaran and Ngai (2005) suggest that RFID may facilitate the development of emerging SC configuration by acting as an enabler of a build-to-order SCM strategy. More broadly, Pramataris et al. (2005) consider RFID as a technology that enables "smarter supply and demand chain" facilitating collaboration practices such as CPFR (collaborative planning, forecasting and replenishment).

Many mathematical and simulation models have been used to assess the impact of RFID on SC performance. For instance, Lee et al. (2004) demonstrate, in manufacturer-retailer SC environments, the potential benefits of RFID in inventory reduction and service level improvement. Gaukler (2005) presents a model of the benefits of "item level RFID" to two SC members. The author also investigates the improvement of inventory replenishment decision considering some specific aspects of RFID enabled SC such as the increase in "information visibility". Hou and Huang (2006) propose six models of cost-benefit analysis for RFID applications in different logistics activities in the printing industry. By simulating a "three echelon SC", Fleisch and Tellkamp (2005) examine the relationship between inventory inaccuracy and performance in a retail SC, and the way RFID may improve efficiencies by reducing SC costs and out of stock levels.

Among articles with empirical results from field and laboratory studies, Loebbecke (2005) examines RFID applications in the retail SC based on the early Metro group pilots in Germany, suggesting that IT innovations (including RFID) in combination with the new marketing concept of "future stores" have contributed to a sales increase of about 23% compared to the preceding year while "reducing out of stock by 9 to 14% and store space by about 11%". Hardgrave et al. (2005) present a study commissioned by Wal-Mart where they examine the influence of RFID on potential improvements such as

the reduction of out of stocks. While preliminary results indicate that RFID reduced out of stocks by 16% during the period of their study (i.e. a period of six months in 24 Wal-Mart stores), the authors suggest that these impacts should be considered with caution until "the RFID effect" can be better isolated. By looking at the business process level, Lefebvre et al. (2005) explore the impacts of RFID in a retail SC, and shows the emergence of "intelligent processes" and RFID enabled B-to-B e-commerce. Finally, Fosso Wamba et al. (2007) explore the impact of RFID technology and the EPC Network on mobile B2B e-commerce. These authors point out some major impacts in terms of (i) business and operational process reengineering, (ii) IT infrastructure requirements, (iii) information sharing/synchronization between SC members, (iv) human and physical resource utilization, and finally, (v) strategy redefinition.

6.2.3 SCM performance and KPIs.

As mentioned by (Gunasekaran and Tirtiroglu, 2001, p. 72) "measures and metrics are needed to test and reveal the viability of strategies without which a clear direction for improvement and realization of goals would be highly difficult". Yet, "performance measurement continues to present a challenge to operations managers as well as researchers" (Melnyk et al. 2004, p. 210). This is certainly true for evaluating the viability of RFID-enabled SC scenarios. With respect to previous work on the impact of RFID in SC contexts, multiple KPIs are used ,such as "level of inventory (reduction) ,service level (improvement), (out-of) stock level, storage space (minimum), handling costs, process improvement (automation, cancellation), etc." These studies certainly provide valuable information on the impacts of RFID in SC, but do not offer an overall framework to evaluate impacts at the SC level.

Some guidelines can, however, be found in the operation and production management literature with various contributions such as the ones proposed by Beamon (1999), Bourne et al. (2000), Holmberg (2000), Lapide, (2000), Lambert and Pohlen (2001), Lockamy III and McCormack (2004), Neely et al. (1995; 2000), Stewart (1997), Van

Hoek (1998), Gunasekaran and Tirtiroglu (2001), and others. A recent review made by Lambert et al. (2005 p. 33) suggests that the literature "prescribe two approaches to managing inter-company connectedness. One is based on transactional efficiency and the other is based on relationship management" insisting on the fact that these two approaches are not mutually exclusive. These authors also identified five SCM frameworks that recognize the need to implement business processes. Among these, they selected and compared the SC Operation Reference Model (SCOR) and the Global Supply Chain Forum (GSCF) framework which include business processes that could be used by management to achieve cross functional integration (i.e. activities across corporate functions) and cross organizational integration (i.e. connections with customers and suppliers).

Adhering to the SCOR model previously introduced in the academic literature by Stewart (1997), Gunasekaran and Tirtiroglu (2001) propose a framework for measuring the performance of SC which includes metrics that are classified into strategic, tactical and operational. These metrics are also distinguished as financial and non-financial, so that suitable costing methods based on activities can be applied. Finally the authors aligned selected metrics to four basic links that constitute the SC, namely plan, source, make, deliver (and more recently: return). A few studies (for instance, Lockamy III and McCormack, 2004; Gunasekaran et al. 2004) also based their investigations on the SCOR model. This paper builds on previous work and we use the SCOR model as the starting point for the validation of KPIs.

6.2.4 RFID's potential in the utility sector- contextual issues

Electricity utility companies, by their very nature, deal with a diverse portfolio of external customers (industrial, commercial, residential) and internal customers. These internal customers may include the divisions in charge of electricity generation, network maintenance and operation, electricity distribution, construction of new plants, etc. Each of these customers require different service levels (Hanson et al. 2006), which enhances

the complexity of demands on the SC.

The utility market is experiencing "change on a scale not seen since the early 1900s" (HP, 2004 p. 1). Deregulation is restructuring this traditionally monopolistic and publicly owned industry into an increasingly competitive environment, forcing players to consider mergers and acquisitions, to modify their business practices, and to dissociate the electricity generation from the transmission and distribution (Glassberg et al. 2006). Because utilities have limited options to generate more revenues through higher prices, they are now focusing on reducing costs by exploring strategies that target SCM efficiency. In the 1990s, most of the utilities adopted centralized electronic platforms such as ERPs, replacing bundles of private proprietary systems with updated electronic platforms compatible with B-to-B e-commerce initiatives such as e-Procurement and electronic marketplace applications. Utilities are now looking toward emerging technologies such as RFID to drive transaction cost reductions and optimize their operations.

Since 2002, utilities are leveraging on their established electronic platforms and are now adopting more integrated and collaborative approaches to demand management. One of the earliest applications of RFID technology in the utility industry was to secure residential electricity meters in order to prevent electricity theft (RFIDJournal, 2005). Applications are now diversified, including active RFID systems and applications such as tracking and access control of vehicles and personnel to power plants (RFIDJournal, 2002). Furthermore, utilities are also looking toward improving mobile field service and asset management (SAP, 2005) as RFID systems could allow SC members to identify, locate, track and monitor each and every item (product, tools, poles, vehicles, etc.) and to obtain continuous real-time information on these items. This could potentially alter their B-to-B e-commerce strategies with their upstream and downstream business partners in the SC.

6.3 Methodology

Prater et al. (2005) suggest that the research on RFID usage in SCM should be considered within a specific business and market context as it is affected by market forces. Since the implementation of RFID technology is mostly driven by product specificity, a product value chain perspective (PVC) (Gartner, 2002) is adopted.

6.3.1 Research design

As the main objective of the overall study is to improve our understanding of RFID impacts in the context of specific SC activities, the research design corresponds to an exploratory research initiative. A longitudinal field research was conducted in five distinctive phases (including the preparation phase), over a period of two and half years (Table 6.1).

The initial phase (vision and orientation) corresponds to the development of strategic alliances with technological and industrial partners for selected RFID applications in one SC. Opportunities are then explored in phase 1 by examining primary motivation, assessing product value chain and mapping actual intra- and inter-business processes while the potential of RFID technology is assessed in phase 2. In phase 3, SC scenarios integrating RFID technology, selected in phase 2 are simulated in order to retain one final choice for the proof of concept (step 11) which is validated in the university laboratory setting. During the simulation, the products were passed through the RFID portals, tags were read, and information was interpreted in the middleware and the corresponding transaction was transferred into the ERP. Information on inventory was automatically updated in the ERP as the products were shipped. In-transit visibility was possible through RFID tags, coupled with wireless devices (PDA equipped with reader) and linked to location based systems (LBS). Finally, KPIs are identified and validated with SC members and performance improvements, arising from the implementation of RFID technology, are assessed (phase 4).

Table 6.1: Phases undertaken in the field study

Preparation phase: vision and orientation (Starting in July 2004 with a RFID conference held at the research center)	
Step a	**Choice of test bed** based on the partners accessibility, openness, readiness, and, potential RFID applications
Step b	**Vision statement** by or with potential industrial and technological partners (focus groups).
Step c	**Identification of generic business applications and commitment** from strategic business partners to the research project.
Phase 1: Intra- and inter-firm opportunity seeking (Starting in May 2005 within one specific supply chain)	
Step 1	**Determination of the primary motivation** towards the use of RFID **(WHY?)**
Step 2	**Analysis of the product value chain** (PVC) activities specific to a given product **(WHAT?)**
Step 3	**Identification of the critical activities in the PVC, (WHICH** activities to select and **WHY?)**
Step 4	**Mapping of the network of firms supporting the PVC** to understand the relationships between the firms supporting the product **(WHO** and **WITH WHOM?)**
Step 5	**Mapping of («As is») intra- and inter-business processes** for critical activities **(HOW** within and between organisations?). Time and motion data capture and analysis
Phase 2: Intra- and inter-firm scenario building integrating RFID technology (Starting in September 2005 to May 2006)	
Step 6	**Evaluation of RFID opportunities** with respect to the product (level of granularity), to the firms involved in the SC and to the specific PVC activities
Step 7	**Evaluation of RFID potential applications** including scenario building and process optimization («As could be») **(HOW** within and between organisations?)
Step 8	**Mapping of intra- and inter-organizational processes integrating RFID technology**
Step 9	**Validating business processes and technological solutions integrating RFID technology** with key respondents. Feasibility analysis and evaluation of the challenges **including ERP and middleware integration, process automation and SC alignment**
Step 10	**Simulating several scenarios** for final choice of proof of concept
Phase 3: Scenario validation and demonstration (Held in October 2006)	
Step 11	**Proof of concept in laboratory** simulating physical and technological environments, and, interfaces between SC players. Feasibility demonstration of RFID technology and evaluation assessment (ERP and middleware integration and process automation for all the SC members)
Step 12	**Data mining and strategic enterprise management.** Defining business rules in the middleware
Phase 4: Performance measures and RFID impact assessment (Conducted in parallel of phase 2 and 3)	
Step 13	**Identification and validation of KPIs at the firm level and at the SC level**
Step 14	**Assessment of impacts of RFID technology using KPIs**
Step 15	**Assessment of performance improvements in different RFID enabled SC scenarios**

To date, following the proof of concept, the pilot project in the real life environment is still pending, as a major reorganisation took place in the "Materials division" of the utility firm which represents a key actor in the adoption process decision. On the other hand, the project was presented to a strategic committee for further consultation.While previous work concentrated on phases 1, 2 and 3 (Lefebvre et al. 2005), within the scope of this paper, the discussion will mainly emphasize the results obtained within phase 4.

6.3.2 Research sites

The field study encompassed five layers of one SC (bottom part of figure 6.1). The starting point is the strategic first-tier supplier site (layer 1) where the products, which are key components of electricity power grids, namely overhead distribution transformers (poletype), are manufactured, and kept until a monthly purchase order is received from two distribution centers (layer 2) where products are received and kept until a transfer order is generated on a weekly basis. They are then shipped to some of the ninety stores (layer 3) where they constitute an inventory. Once a new project starts or a power outage occurs, hundreds of individual operators (layer 4) can access these stores to take away specific products. Finally, one recycling center (layer 5) constitutes the last layer of the SC, where damaged products are brought to be repaired or dismantled and recycled. The last four layers of the SC are part of the same organization which is a public utility company, but are managed independently (as profit centers). Strategic products selected for this study are evaluated at 15,000 units per year, but are available in 65 different models and have to be customized, based on the monthly purchase order, which in turn depends on the power grid requirements. In fact, while a new project can be planned in advance, power outages are more random events, depending on weather conditions such as thunder, storms, extreme heat or cold, etc. Damaged products and replenishment orders can not be fully planned and therefore, the products transit through the "Materials division" of the two distribution centers (DCs) owned by the large utility firm. Yet missing one product could seriously affect the

reliability of the power grid. The product is therefore considered as critical by all members of the five layer SC. One area of potential application for RFID may be SC activities related to procurement, since for average utility industry players, sourcing costs are between 12% and 18% of its regulated revenue (Glassberg et al. 2006). Moreover, as all SC members could benefit from rendering more efficient their processes, individual specific interests are sometimes conflictual such as the *"level of inventory"* at the supplier level, or the *"minimum downtime"* at the operator level, and thus could compromise SC collaboration. Again, this suggests the importance to look at the global performance of the SC without compromising specific interests, when identifying the KPIs for the evaluation of RFID enabled B-to-B eCommerce applications.

6.3.3 Data collection

Researchers involved in the field study played different roles ranging from full participants (when performing the simulation procedures) to participants as observers (mapping actual business processes) to complete observers (when collecting on-site data for the "time and motion" analysis).

Because RFID projects in a SC context can be considered as business process reengineering projects often integrating new information technologies, they require the involvment of multi-disciplinary teams that can assess realistically the potential of the technologies within the different organizational contexts. Therefore, data collection involved (i) multiple on-site observations in the organizations from the five layers of the SC (namely, supplier, distribution centers, stores, operators and recycling center) in order to map the actual SC processes and carry out the "time and motion" study, (ii) semi-structured interviews with managers and operators to validate data and resolve potential inaccuracies (iii) brainstorming and focus group activities conducted in the university-based research center with functional managers from the organizations (director of operations, warehouse managers, project managers) in the five layer of the

SC, internal technical people (ERP, IT Network) and RFID experts from solution providers to identify areas of RFID opportunities and validation of retained scenarios.

Further, six focus groups were organized in order to reach mutual consensus amongst all the SC members on the relative importance of the different KPIs. For phases 3 and 4, data was gathered following a "Living Lab" approach used for example in German and Finnish laboratories (e.g. Loeh et al. 2005; Eriksson et al. 2007) where we simulated RFID-enabled SC scenarios, including all supporting information technologies such as the firm's middleware, and ultimately its ERP or equivalent systems.

In the context of our paper, the concept of the "living lab." refers to a methodology where innovations, such as B2B e-commerce innovative applications are designed, validated, refined and finally implemented through prototypes in collaborative near real-world environments (i.e. the laboratory). This in turn requires a broader involvement of users and stakeholders in the design, functioning and potential impacts of this innovative application. Therefore, the assessment of RFID-enabled SC scenarios on performance improvements was also simulated in the laboratory. Observations during the simulation and the focus groups were captured by the researchers on an electronic note book (or field journal).

6.4 Results and discussion

6.4.1 Validated vertical and horizontal KPIs in the SC

Figure 6.1 displays the value chain for one selected product. All the members from the five-layer SC are positioned relative to the main activities they conduct (bottom part of Figure 6.1). The six focus groups allowed, through several rounds of iterations, to identify the most important key first level KPIs that could be used to monitor the collective performance of the whole SC (horizontal KPIs) and those that are useful for each individual firm within the SC (referred to as vertical KPIs).

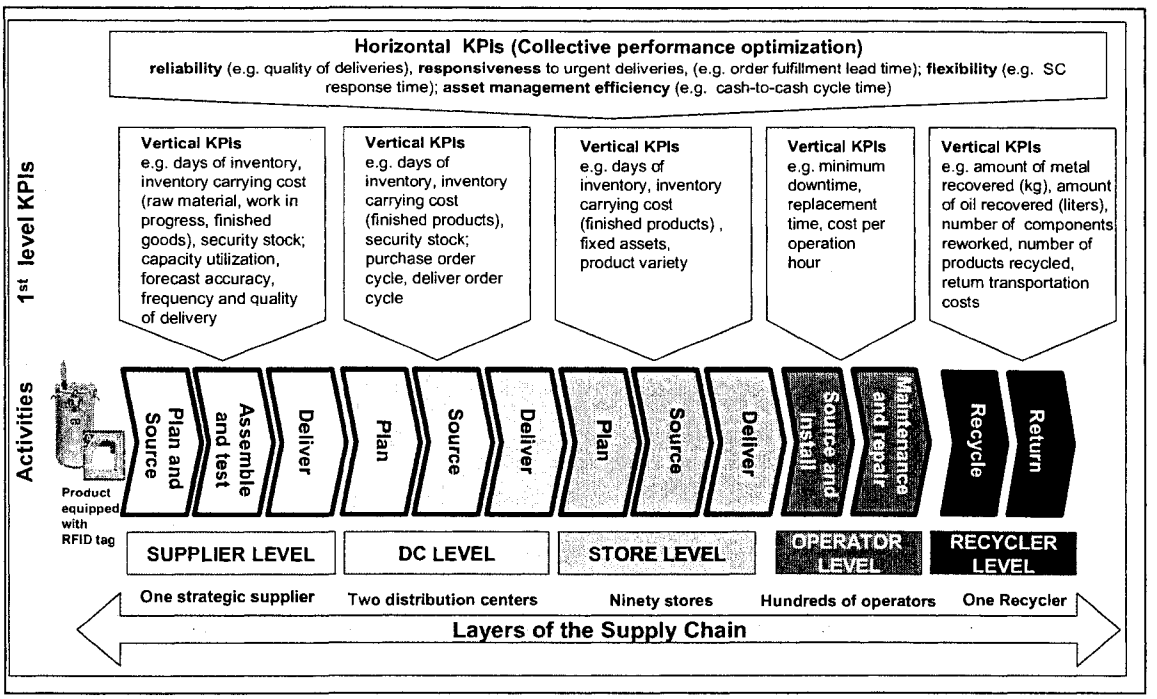


Figure 6.1: Main KPIs as validated in the five layer supply chain

An initial list of KPIs was extracted from the SCOR model and proposed as a template for discussion. Functional managers from organizations of the last four layers of the SC were already familiar with the proposed model that was already used as a reference to assess their respective performance. At the supplier level, no formal performance model was used, which implied initial familiarization with the SCOR model, and additional rounds of iteration for the identification, the selection and the validation of pertinent KPIs. Examples of validated KPIs are displayed in the upper part of Figure 6.1.

Horizontal KPIs are considered by the participants as "high level indicators" as they provide an overall assessment on four major dimensions: reliability, responsiveness, flexibility and asset management efficiency. For example, the reliability is measured on the *"quality of the deliveries"* at all levels of the SC. The underlying logic would be that one unreliable SC member would affect the whole SC performance, or the necessity to identify "the weak link in the chain".

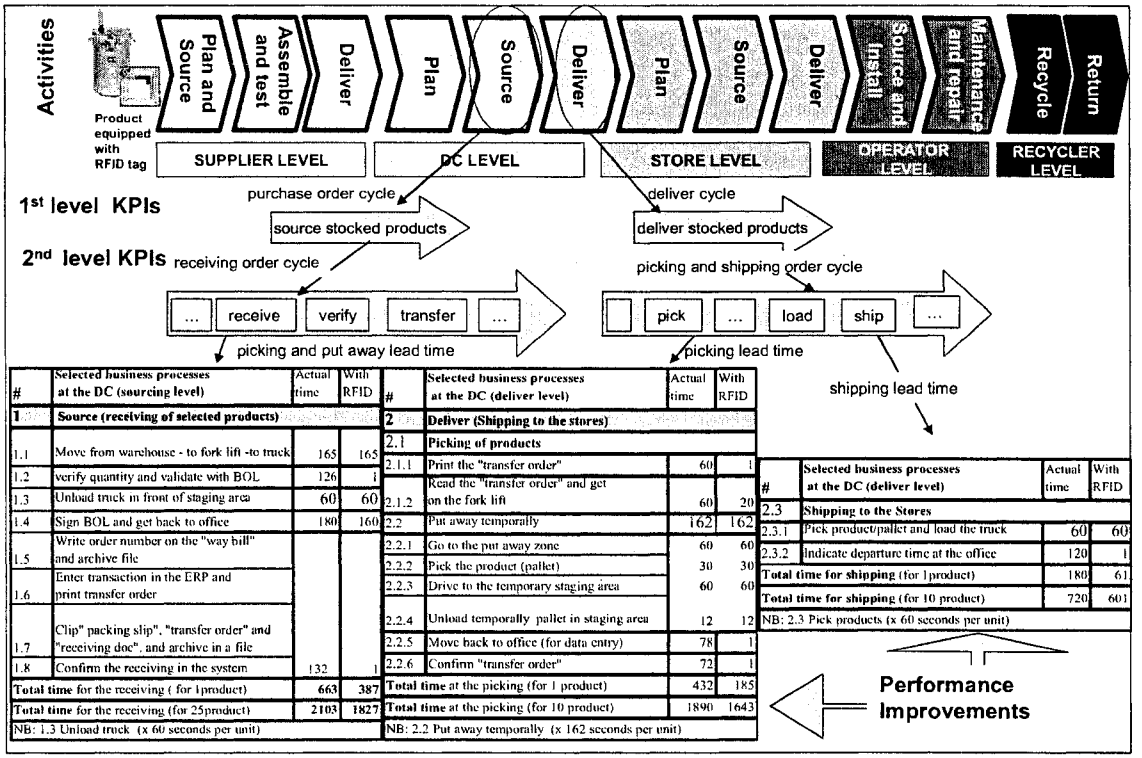
Vertical KPIs are of specific interest to one particular member of SC such as *"capacity utilization"* at the supplier level, *"minimum downtime"* at the operator level, or *"number of components reworked"* at the recycler level. In some cases, vertical KPIs are useful to several members in different layers of the SC: for instance, "*days of inventory*" or *"inventory carrying costs"* are common to the supplier, the DCs and the stores, each SC member trying to optimize its own specific level of performance.

6.4.2 Vertical KPIs, assessment of impacts and the evolution from vertical strategies to integrated SC strategies

The following sections present results on RFID technology impacts at the DCs and the supplier levels (more precisely sections 4.2.1 and 4.2.2) for selected business processes. Basically, the scenario represents the receiving and put-away of an order at a DC location and its shipping to the stores (as carried out now and with RFID automated processes as simulated in the laboratory).

6.4.2.1 Assessing the impacts of RFID technology at the DCs: evolving to real time visibility.

What are the impacts of RFID on the activities carried out by the DCs? The bottom part of Figure 6.2 gives some answers in terms of performance improvements for the two first level KPIs (*"purchase order cycle"* and for the *"deliver order cycle"*).



#	Selected business processes at the DC (sourcing level)	Actual time	With RFID
1	**Source (receiving of selected products)**		
1.1	Move from warehouse - to fork lift -to truck	165	165
1.2	verify quantity and validate with BOL	126	1
1.3	Unload truck in front of staging area	60	60
1.4	Sign BOL and get back to office	180	160
1.5	Write order number on the "way bill" and archive file		
1.6	Enter transaction in the ERP and print transfer order		
1.7	Clip" packing slip", "transfer order" and "receiving doc", and archive in a file		
1.8	Confirm the receiving in the system	132	1
Total time for the receiving (for 1product)		**663**	**387**
Total time for the receiving (for 25product)		**2103**	**1827**
NB: 1.3 Unload truck (x 60 seconds per unit)			

#	Selected business processes at the DC (deliver level)	Actual time	With RFID
2	**Deliver (Shipping to the stores)**		
2.1	**Picking of products**		
2.1.1	Print the "transfer order"	60	1
2.1.2	Read the "transfer order" and get on the fork lift	60	20
2.2	Put away temporally	162	162
2.2.1	Go to the put away zone	60	60
2.2.2	Pick the product (pallet)	30	30
2.2.3	Drive to the temporary staging area	60	60
2.2.4	Unload temporally pallet in staging area	12	12
2.2.5	Move back to office (for data entry)	78	1
2.2.6	Confirm "transfer order"	72	1
Total time at the picking (for 1 product)		432	185
Total time at the picking (for 10 product)		1890	1643
NB: 2.2 Put away temporally (x 162 seconds per unit)			

#	Selected business processes at the DC (deliver level)	Actual time	With RFID
2.3	**Shipping to the Stores**		
2.3.1	Pick product/pallet and load the truck	60	60
2.3.2	Indicate departure time at the office	120	1
Total time for shipping (for 1product)		180	61
Total time for shipping (for 10 product)		720	601
NB: 2.3 Pick products (x 60 seconds per unit)			

Figure 6.2: Selected vertical KPIs and assessment of RFID impacts

By drilling down to second level KPIs, namely the *"picking and the put away lead time"*, the *"picking lead time" and "shipping lead time"*, the results from the time and motion study conducted on site indicate the length of time for conducting business processes related to the these three second level KPIs for the actual situation (as observed on site) and for the RFID scenarios (as simulated in the laboratory).

For instance data entry processes and data verification (1.1 to 1.8) were converted into fully automated transactions when simulated in the laboratory (actual time vs. with RFID). As these transactions are realized in real time, a time frame of one second was used as a time line to simulate the action. On the other hand, for manual processes such as 1.1 "moving from warehouse to forklift to truck", time and motion data were kept as-is. This allows to build a conservative scenario as RFID technology can also help eliminate unnecessary material movements of the products such as 2.2 "put away temporally". Total time gain induced by the RFID technology is 41.63% (from 663 seconds to 387 seconds) for *"picking and the put away lead time"*, mainly by automating processes such as 1.2, 1.4, and, 1.5 to 1.8. This impact is, however, lower when receiving more than one product (13.12%, from 2103 seconds to 1827 seconds). In fact step 1.3 (unload truck) is incremented by 60 seconds for each additional product received.

This suggests that for the receiving of multiple different "single product orders", the impact of RFID is significant, but it is not as significant to "consolidated product orders" In any case, the time saved by introducing RFID technology such as data verification or data entry (business process 1.2 and 1.8) can now be dedicated to the physical reception of products, which should be the core activity. For the picking of one product that will be delivered to the stores, results in Figure 6.2 indicate that the total time saved with RFID technology could reach 57.18% (from 432 seconds to 185 seconds), mainly by automating processes such as 2.1.1, 2.2.5 and 2.2.6.Again, for multiple picking related to different "single product orders", RFID impact is very significant, but less significant for "bundled" products (13.01%, from 1890 seconds to 1643 seconds). Similarly, RFID technology reduces significantly the *"shipping lead time"* for one single product (66.12%, from 180 seconds to 61 seconds), but less significantly (16.53%, from 720 seconds to 601 seconds) for "bundled" products.

Participants examined closely the *"sourcing costs"* that could not only be optimized internally but eventually with their supplier. By implementing RFID and automating the

tracking of movements of goods (i.e. in the ERP), the flow of information could be automatically updated and transferred on a regular basis to the supplier. If a contractual agreement is prenegotiated, automatic replenishment could be an option that seems not only feasible but also cost effective. The DCs, when faced with the potential impacts of RFID, evolve from mainly internally centered concerns to concerns dealing with real-time visibility across the SC. Real-time tracking here involves potentially 500,000 products distributed on a power grid of thirty thousands kilometres.

6.4.2.2 Assessing the impacts of RFID technology at the supplier level: from a closed-loop RFID implementation to an RFID enabled SC.

The strategic first-tier supplier retained after three rounds of iterative validations the following vertical KPIs to optimize its own activities, namely, KPIs related to planning ("*methods and accuracy forecasting*"), to sourcing (concerning mostly inventory management such as *"days of inventory", "inventory carrying cost"*), to operations/production ("*capacity utilization*"), to finance (in particular, "*net working capital*" since it is considered as critical for SMEs with limited financial resources), to outbound logistics in order to improve delivery to its direct customer (i.e. the distribution center). While RFID could be implemented internally (in "closed loop"), a preliminary study at the supplier location revealed that implementing RFID in "closed loop" would be beneficial for optimizing some internal information tracking that now falls under the responsibilities of 14 persons (Table 6.2). With RFID, information tracking is much less labour intensive and represents 0.5% of the product value, or 45K$ per year (for one main customer, which accounts approximately to 1/3 of the supplier's total revenues). For instance, for each order, (i) in the planning activities, schedulers have to identify the state of the orders and estimate the quantity of products that need to be delivered, (ii) in the sourcing activities, buyers have to look for raw materials, work in process and finished products information prior to pass an order, (iii) at the testing activities, quality managers have to identify each product and its associated information. These are all time consuming information tracking processes. In reality, while some

manual information tracking processes could be automated (e.g. product identification at production cells) and human resources participation reduced (e.g. shop floor product retrieving and counting), these represent modest savings since the production floor was recently redesigned to rapidly organize and retrieve product information. Following an analysis of the internal supply chain processes conducted with the vice president and the director of operations of the company, it was estimated that costs could be dropped with RFID from 45K$ to 20K$ per year (Table 6.2), as a result of reducing by more than half the time required for such tracking activities. No other costs were included in the analysis since the managers felt that the consequences of inefficient information tracking management such as penalties for late deliveries and errors in the warehouse management processes were exceptions.

However, the participants from the supplier's site indicate that the "close-loop" RFID implementation represents only one partial indication of RFID potential. When integrating RFID technology in the five layers of the SC, performance improvements were gained for all members. For instance, by having an increased "*inventory visibility*" in real time at the DC and eventually at the stores (through RFID technology coupled with ERP), the supplier could anticipate demand, and gain efficiency within its production by optimizing its production capacity (*assembly cells* used today at 60% of their potential). This new business model would allow products to move from assembly cells to inbound vehicles to outbound vehicles without being stored, thus cutting down "*inventory carrying cost*", reducing frozen money and improving "*net working capital*" by shortening the "*cash-to-cash cycle*".

Furthermore, the supplier could move from an "Assemble To Stock" (ATS) strategy to an "Assemble To Order (ATO) strategy, however, this would only be possible if the SC members were willing to "collectively adopt" RFID technology and rethink their supply and demand strategy.

Table 6.2: Costs for product information tracking activities at the supplier's site

Main activities	Actual human resources involved	Human resources involved using RFID
Product information related to **planning**	*Scheduler (1)*	*Scheduler (1)*
Product information related to **sourcing**	*Buyer (1)*	*Buyer (1)*
Product information related to **assembling**	*Operators (6)*	Automated data capture
Product information related to **testing**	*"Trouble shooter"(1)* *Quality manager (1)*	Automated data capture
Product information related to **warehousing and delivering**	*Shop floor Clerks (2), Finance clerk (1), Administrative Clerk (1)*	Some level of automated data capture *Finance clerk (1), Administrative Clerk (1)*
Estimated ($) amount for data capture and tracking of info.	45 K$ per year	20 K$ per year

In fact, the re-negotiation of established contractual agreements was one of the main preoccupations in the elaboration of this scenario. As inventory carrying cost represents an approximate amount of 10% of the product value, this could lead to substantial savings for the supplier. Finally, by being able to optimize its assembling activities; the supplier has also to reconsider the way products are stored (on the trucks) and transported, thus highlighting the relevance of "classic" indicators such as "*delivery frequency*" and the importance of unconsidered indicators such as *"truck and driver availability"* for continuous delivery, given that any missing delivery implies a penalty. In the scenario proposed and validated in the laboratory, increasing the frequency of delivery by one third, would transfer into savings estimated at 254K$ (mostly by reducing inventory of finished products: from 360K$ to 288K$ and raw material from 756K$ to 504K$). However, increasing frequency of delivery implies additional costs for warehousing activities at the supplier and DC level, the increased costs for transportation, etc.

6.4.3 Horizontal KPIs assessment and the evolution towards more integrated B-to-B e-commerce solutions

All SC members also validated KPIs that are of interest to other SC members, such as *"Responsiveness to urgent deliveries, order (fulfillment) lead time; cash-to-cash cycle time*, and finally, *SC visibility, access and sharing"* (upper part of Figure 6.3).

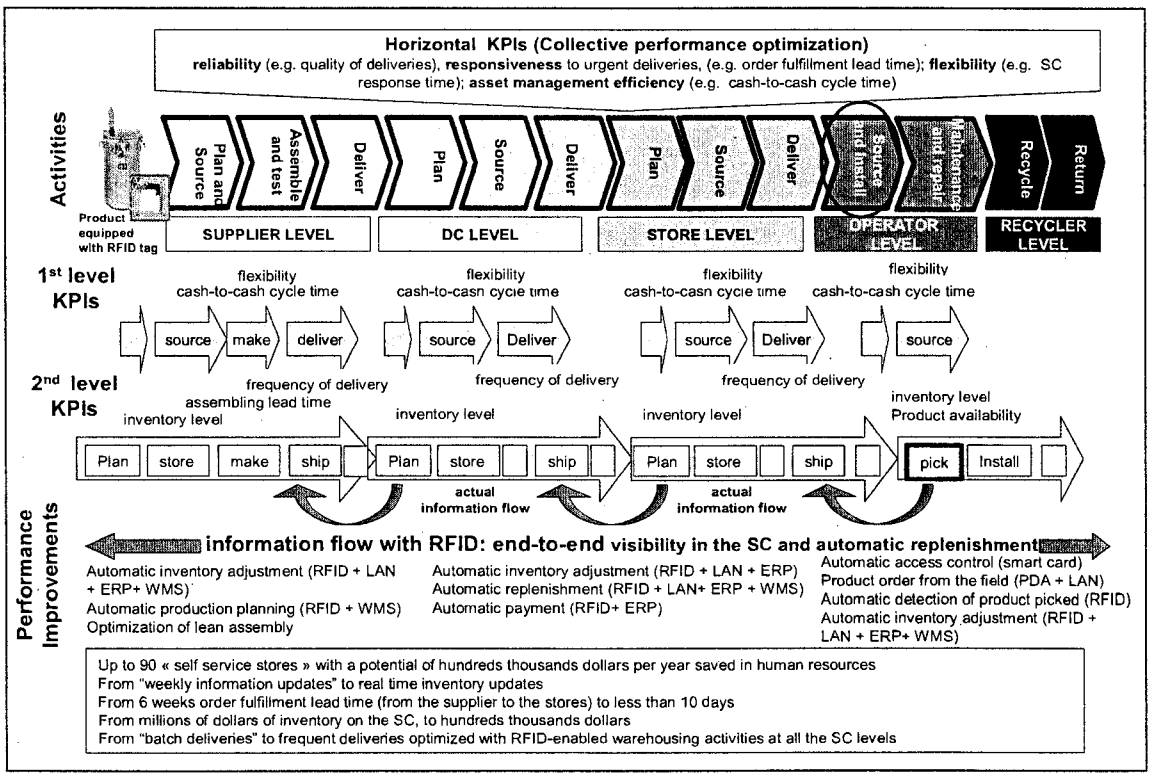


Figure 6.3 : Selected horizontal KPIs and assessment of RFID impacts

This group of high level horizontal KPIs points to one major dimension of SC collaboration (Simatupang and Sridharan, 2004). For instance, the strategic supplier indicated that visibility for the "picking" at the stores level could allow him to gather precise information on real demand, thus enabling lean assembling. His concern fits with a more collaborative strategy to respond to a critically urgent situation.

For example, when a power outage occurs, the operators, have now to call a "maintenance center" for identifying the closest store where products are available in order to *"minimize the downtime"* of the electricity network. Because the *"product availability"* for strategic products (e.g. transformers) is critical, stores constitute inventory buffer areas between remote locations and DCs, for shortening *"delivery time"* and increasing SC *"flexibility"*. Obviously, the current situation is rather costly. The RFID scenario simulated and validated in the laboratory demonstrates that operators could directly access inventory into the ERP, from the field, using a wireless device (i.e. PDA), check product availability and thus reserve the required product at the closest store. For the picking of the product, they can go to the stores, gain automatic access with the RFID smart card, and pick up the products for reparation. With their PDA equipped with a RFID reader, they can read products and automatically transfer the specific transaction that will be matched with their employee number (or working order) in the ERP. More importantly, inventory can be updated in real time through "transparent processes", and eventually automatically trigger a replenishment procedure in the whole SC (see Figure 6.3). With this RFID scenario, the *"downtime"* can be minimized at lower "*cost per repair and maintenance*". Early attempts to implement VMI solution between the supplier and the DC could be extended to a broader approach such as CPFR (Schwarz, 2004) to satisfy the demands of the "end customer" (store-operator levels), while reducing inventory costs at all SC levels.

The RFID scenario generates considerable improvements as outlined in the bottom part of Figure 6.3. For example, by converting remote stores into « automated self service stores », there is a potential saving of hundreds of thousands of dollars per year in human resources required for conducting non-value-added activities (i.e. opening the store, controlling the material movement, filling paper works, etc.). Also, this could be done without compromising the *quality of deliveries* and *product availability*. On the other hand, this transition from weekly information updates on inventory to real time inventory updates would free four weeks of inventory in the SC (from six weeks *order*

fulfillment lead time (from the supplier to the stores) to less than ten days). As indicated by the respondents, this represents an estimated value of millions of dollars in frozen capital and space management. At all the SC levels, members would then be able to move from a "batch deliveries" approach to frequent deliveries optimized with RFID-enabled warehousing activities. Other concepts such as PLM (product life cycle management) can now be implemented as the damaged "tagged products" flow in the reverse SC. Products under warranty can be sent back to the supplier, and others sent to recycling centers, where reworking, dismantling, oil recuperation, etc., are facilitated by information on the products.

6.5 Implications and conclusion

Attempting to track KPIs and assess the impacts of RFID technology in a five layer SC requires considerable research efforts. The research design (Table 6.1) is particularly demanding as it involves multiple units and levels of analysis, and relies on diverse data collection methods and generates a vast amount of data. The concept of a living laboratory proved to be an insightful approach for exploring issues related to inter-company connectedness and relationship management, and, could represent an interesting avenue for research projects on interorganizational systems, SCM, and, more specifically RIFD enabled B-to-B e-commerce.

Results from the field study point to several implications. Firstly, while there is an overall consensus among SC members that they move towards horizontal KPIs, it became evident that this can only be achieved if SC members are ready to give access or share information that was previously considered proprietary. During the simulation sessions in the laboratory, this turned out to be a key preoccupation for the managers involved in the field study since it delimits the respective responsibilities of the SC members. Secondly, there is an obviously limited capacity to managing the real time data provided by RFID enabled SC, information overload can be filtered through higher level KPIs (vertical and horizontal). Furthermore, middleware configuration becomes

also an important issue since it largely determines the amount, type and frequency of information which will be managed by the different organizational members of the SC. Thirdly, if selection and development of performance measurement systems is a challenging task, RFID, by itself, is certainly not the answer, although it may provide data to feed KPIs at all the SC levels. Finally, RFID has to be considered as another step towards total SC visibility, but not the last. As the utility companies will have to manage real-time monitoring, sensors and intelligent devices could be integrated throughout the power grid, providing possibilities to anticipate power outage and plan maintenance. As such RFID seems to be an enabler of more collaborative and integrated B-to-B e-commerce solutions, as it provides the required data for CPFR and PLM applications.

6.6 References

Asif Z. and M. Mandviwalla (2005) Integrating the Supply Chain with RFID: A Technical and Business Analysis. *Communications of the Association for Information Systems* 15: 393-427.

Beamon B.M.(1999) Measuring supply chain performance. *International Journal of Operations &*

Production Management, 19 (3): 275-292.

Bourne M., J.Mills, M.Wilcox, A. Neely and K. Platts (2000) Designing, implementing and updating performance measurement systems. *International Journal of Operations & Production Management* 20(7): 754-771.

Chao C.C., J.M. Yang and W.Y. Jen (2007) Determining technology trends and forecasts of RFID by historical review and bibliotmetric analysis from 1991 to 2005. *Technovation* in press

Curtin J., R. J. Kauffman, F.J. Riggins (2007) Making the Most Out of RFID Technology: a Research Agenda for the Study of the Adoption, Usage and Impact of RFID. *Information Technology and Management,* in press.

EPCglobal (2004) The EPCglobal Network. Retrieved April 10, 2006 from http://www.epcglobalinc.org/.

Eriksson M., V. Niitamo, S. Kulkki, K.A. Hribernik (2007) Living Labs as a Multi-Contextual R&D Methodology. Proceedings of the13th ICE Conference on Concurrent (Collaborative) Innovation, Sophia-Antipolis, France 4-6 June.

Fleisch E. and C. Tellkamp (2005) Inventory Inaccuracy and Supply Chain Performance: A Simulation Study of a Retail Supply Chain. *International Journal of Production Economics* 95: 373–385

Fosso Wamba S., L.A. Lefebvre, Y. Bendavid and E. Lefebvre (2007) Exploring the impact of RFID technology and the EPC Network on mobile B2B eCommerce: A case study in the retail industry. Forthcoming in *International Journal of Production Economics*, special issue.

Gartner (2002) The Product Value Chain: Business Processes and Applications. *U.S. Symposium/Itxpo.*

Gaukler G.M. (2005) RFID in Supply Chain Management. Ph. D. Thesis, *Stanford University.*

Glassberg A. D. Hanson and B. Jennings (2006) "Supply Chain Excellence in the Utility Industry", retrieved April 10, 2006 from www.accenture.com

Gunasekaran A., E.W.T. Ngai (2005) Build-to-Order Supply Chain Management: A Literature Review and Framework for Development. *Journal of Operations Management,* 23 (5): 423-451.

Gunasekaran A., C. Patel and R. E. Mc Gaughey (2004) A framework for supply chain performance measurement. *International Journal of Production Economics* 87:333-347

Gunasekaran A. and E. Tirtiroglu (2001) Performance Measures and Metrics in a Supply Chain Environment. *International Journal of Operations & Production Management* 21 (1/2): 71-87.

Hanson D., T. Knapp and E. Olson (2005) Enabling High Performance in Utilities Through Supply Chain Management. Retrieved June 10, 2006, from http://www.accenture.com/Global/Services/By_Subject/Supply_Chain_Mgmt/R_and_I/EnablingManagement.htm.

Hardgrave B.C., M. Waller and R. Miller (2005) Does RFID Reduce Out of Stocks? A Preliminary Analysis. *Information technology research institute,* retrieved February 15 2007 from http://itri.uark.edu/research/default.asp

HP (Hewlett-Packard) (2004) HP Open View for the Utility Industry; Business blueprint. Retrieved

June 5, 2006, from http://h20229.www2.hp.com/solutions/utility/utility_bb.pdf

Holmberg S. (2000) A system perspective on supply chain measurements. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 30 (10): 847-68.

Hou J. L. and C.H. Huang (2006) Quantitative Performance Evaluation of RFID Applications in the Supply Chain of the Printing Industry, *Industrial Management & Data Systems* 106 (1): 96-120.

Kiritsis D., Bufardi A. and Xirouchakis P.(2003) Research issues on product lifecycle management and information tracking using smart embedded systems. *Advanced Engineering Informatics* 17: 189-202.

Lambert D., S.J. Garcia-Dastugue and K.L. Croxton (2005) An Evaluation of Process-Oriented Supply Chain Management Frameworks. *Journal of Business Logistics* 26 (1):25-51.

Lambert D. M. and Pohlen T.L. (2001) Supply chain metrics. *International Journal of Logistics Management* 12 (1): 1-19

Lapide L. (2000) True measures of supply chain performance. *Supply Chain Management Review* 4 (3): 25-8.

Lee Y. M., F. Cheng and Y.T. Leung (2004) Exploring the Impact of RFID on Supply Chain Dynamics, *Proceedings of the 2004 Winter Simulation Conference in Ingalls R .G., M. D. Rossetti, J. S. Smith, and B. A. Peters, Eds.*

Lefebvre L.A., E. Lefebvre, Y. Bendavid, S. Fosso Wamba, and H. Boeck (2005) The Potential of RFID in Warehousing Activities in a Retail Industry Supply Chain. *Journal of Chain and Network Science* 5 (2):101-111.

Li S. J.K. Visich, B.M. Khumawala and C.Zhang (2006) Radio frequency identification technology: applications, technical challenges and strategies. *Sensor Review* 26 (3): 193-202

Loebbecke C. (2005) RFID Technology and Application in the Retail Supply Chain: The Early Metro Group Pilot. *18th Bled conference on eIntegration in action*, Bled, Slovenia, June 6-8.

Lockamy III A. and K. McCormack (2004) Linking SCOR Planning Practices to Supply Chain Performance An Exploratory Study, *International Journal of Operations & Production Management*, 24 (12): 1192-1218

Loeh H., G. Sung. and B. Katzy (2005) The CeTIM Virtual Enterprise Lab – A Living, Distributed, Collaboration Lab. *11th International Conference on Concurrent Enterprising (ICE'05)* University BW Munich, 20-22 June.

Markus, M. L. and E. Christiaanse (2003) Adoption and Impact of Collaboration Electronic Marketplaces. *Information Systems and e-Business Management* 1: 1-17.

Melnyk S.A., D. M. Stewart and M. Swink (2004) Metrics and performance measurement in operations management: dealing with the metrics maze. *Journal of Operations Management* 22: 209-217

Neely A., M.Gregory and K. Platts (1995) Performance measurement system design. *International Journal of Operations & Production Management* 15 (4): 80-116.

Neely A., J. Mills, K. Platts, H. Richards, M.Gregory, M. Bourne and M. Kennerley (2000) Performance measurement system design: developing and testing a process-based approach. *International Journal of Operations & Production Management* 20 (10): 1119-1145.

Pramataris K.C., G.I. Doukidis and P.Kourouthanassis (2005) Towards 'Smarter' Supply and Demand-Chain Collaboration Practices Enabled by RFID technology, *The Hermes Newsletter, Eltrum*, 31, March – April.

Prater E., G.V. Frazier and P.M. Reyes (2005) Future Impacts of RFID on e-Supply Chains in Grocery Retailing. *Supply Chain Management: An International Journal,* 10 (2): 134–142.

RFID Journal (2005) Minnesota Utility Powers up RFID, News Roundup, July 15, retrieved February 20 2007 from http://www.rfidjournal.com/article/articleview/1737/1/1/

RFID Journal (2002) RFID May Reduce Electricity Theft, August 20, retrieved June 7, 2006, from http://www.rfidjournal.com/article/articleview/56/1/38/

SAP (2005) Strategies for profitable growth in Utilities Industry, retrieved February 15 2007 from www.sap.com/industries/utilities/pdf/BWP_Strategies.pdf

Sheffi Y.(2004) RFID and the Innovation Cycle. *International Journal of Logistics Management,* 15 (1): 1-10.

Simatupang T.M. and R. Sridharan (2004) Benchmarking Supply Chain Collaboration: An Empirical Study. *Benchmarking: An International Journal,* 11(5): 484-503

Smith A.D. (2005) Exploring Radio Frequency Identification Technology and Its Impact on Business Systems. *Information Management & Computer Security* 13 (1):16-28.

Srivastava B. (2004) Radio Frequency ID Technology: The Next Revolution in SCM. *Business Horizons* 47 (6): 60-68.

Stewart G. (1997) Supply-Chain Operations Reference Model (SCOR): The First Cross-Industry Framework for Integrated Supply Chain Management. *Logistics Information Management*, 10 (2): 62-7.

Schwarz L. B.(2004) The Stat Of Practice in Supply Chain Management: A Research perspective, in Applications of Supply Chain Management and E-Commerce Research in Industry, E. Akcali, J. Geunes, P.M. Pardalos, H.E. Romeijn, and Z.J. Shen (editors), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

Thiesse F. and F Michahelles (2006) An overview of EPC technology. *Sensor Review* 26 (2): 101–105

Van Hoek R.I. (1998) Measuring the unmeasurable – measuring and improving performance in the supply chain. *Supply Chain Management: An International Journal*, 3(4): 187-92

Wu N.C., M.A. Nystrom, T.R. Lin, H.C. Yu (2006) Challenges to global RFID adoption. *Technovation*, 26 (12): 1317-1323.

CHAPITRE 7: CONCLUSION

Plusieurs questions se posent encore quant aux perspectives de recherche à emprunter pour étudier les technologies RFID. Le point d'ancrage initial aux débats actuels part de la question centrale relancée récemment par divers chercheurs lors du sixième *International Workshop on e-Business* à Montréal[70] : est ce que RFID est réellement une nouvelle technologie? ou est-ce tout simplement une extension d'autres technologies de commerce électronique? De cette interrogation résultent deux questions fondamentales : devrait-on étudier les technologies RFID à la lumière de théories existantes et quelles approches de recherche innovantes devrait-on emprunter ?

Pour clarifier ces deux questions fondamentales, le chapitre 2 nous a aidé à mieux positionner les technologies RFID et le réseau EPC dans un continuum des technologies AIDC, des réseaux IOS et des technologies sans fils, et a également permis de comprendre leur intégration avec les différentes plateformes électroniques existantes. Cette base plus technique a mis en valeur une réalité simple mais aux implications importantes : les technologies RFID s'inscrivent dans un contexte *d'évolution* technologique mais permettent aujourd'hui une *révolution* des pratiques d'affaires par la mise en place de modèles d'affaires électroniques novateurs. Toutefois, certaines innovations radicales proposées par les technologies RFID n'ont pas encore vu le jour puisque les applications actuelles consistent, dans la plupart des cas, à éliminer ou automatiser des activités à valeur non ajoutée. De plus, alors que les entreprises se familiarisent avec ces technologies, l'adoption progressive d'applications de plus en plus complexes se concrétise. Dans cette courbe d'apprentissage constante, les entreprises s'auto-éduquent sur les possibilités de capitaliser sur la visibilité de l'information désormais facilitée grâce aux technologies RFID. Néanmoins, ce passage de l'entreprise

---

[70] Loebbecke C., J.L. Gogan; R.J. Kauffman (2007). "What's this RFID Business All About? Or Is RFID Just Old Wine in a New Bottle"? Panel Session: The Sixth International Workshop on e-Business (WEB 2007). Customer centric information systems, Montréal, Canada, 9 Décembre.

s'auto-éduquent sur les possibilités de capitaliser sur la visibilité de l'information désormais facilitée grâce aux technologies RFID. Néanmoins, ce passage de l'entreprise automatisée (capture automatique des données) à l'entreprise intelligente (traduction des données capturées en intelligence d'affaires) n'est pas uniquement tributaire de la configuration de règles de logique dans un intergiciel. En effet, cela demande à l'entreprise d'acquérir un niveau élevé de maturité de ses processus d'affaires, sans quoi l'amélioration ne peut se traduire en avantages concurrentiels. L'idée n'est pas nouvelle, et l'histoire se répète dans l'adoption des technologies de support à la gestion des entreprises. Pensons par exemple à l'adoption des ERP au début des années 1990 et à la vague de réingénierie des processus d'affaires qui a suivi. Quant à l'impact de l'automatisation des processus opérationnels sur la productivité des entreprises, les travaux de Womack *et al.* (1991) dans le secteur automobile ouvrent une piste de réflexion intéressante. Ces derniers, qui concluaient que l'automatisation pouvait contribuer jusqu'à un tiers des différences de productivité entre diverses entreprises, notaient toutefois : *"...at any level of automation the difference between the most and the least efficient plant is enormous (...) we've concluded that high tech plants that are improperly organized end up adding as many indirect technical and service workers as they remove unskilled direct workers from manual assembly plants"* (Womack *et al.*, 1991, p. 94). Ceci nous incite à nous questionner sur les enjeux reliés à l'adoption des technologies RFID et sur le potentiel réel découlant de cette adoption qui ne tiendrait pas compte au préalable d'une remise en question plus profonde des pratiques d'affaires existantes et des structures organisationnelles en place. En effet, l'efficacité et l'efficience ne sont pas uniquement l'affaire de technologies.

Le chapitre 3 nous a ainsi permis de structurer notre démarche de recherche, de positionner les technologies RFID dans un contexte de projets d'innovation technologique et de passer en revue la littérature existante. En 2003, la plupart des recherches s'étaient initialement concentrées sur l'aspect technique des technologies RFID, et les applications dans les différents domaines étaient encore peu documentées.

Plus spécifiquement, dans le domaine de la gestion de la chaîne d'approvisionnement, les cas d'adoption étaient inexistants et la spéculation sur le potentiel des technologies RFID avait créé un engouement important, autant sur le plan professionnel qu'académique. Pour comprendre les enjeux reliés à l'adoption et à l'impact de ces technologies sur la performance des entreprises, il semblait donc plus approprié de conduire une recherche de type exploratoire. Aujourd'hui, alors que nous connaissons mieux les technologies RFID et le réseau EPC, la question de savoir s'il serait plus approprié de conduire des études « positivistes » est relancée.

Le premier volet de la thèse s'intéresse à l'analyse d'une démarche qui facilite l'adoption des technologies complexes telles les technologies RFID. Le chapitre 4 a donc proposé une charnière entre le monde académique et professionnel et a adressé une préoccupation visiblement partagée par la communauté scientifique (ex : Curtin et *al.*, 2007 ; Ngai *et al.*, 2008). En effet, dans une récente édition spéciale de *International Journal of Production Economics,* Ngai *et al.* (2008), soulevaient quelques questions d'intérêt qui restent encore sans réponses exhaustives dont à titre d'exemples : *What RFID models and theories on RFID design, implementation, and evaluation have been developed for practitioners? Have we thoroughly developed models, theories, concepts, frameworks, methods, techniques, and tools that are being applied in practice? And does our RFID research meet the needs of practitioners and managers?* Nous avons fourni des éléments de réponses aux questions soulevées par Ngai *et ses co-auteurs* (2008) grâce à l'approche du living lab. qui a permis non seulement de concilier les besoins des praticiens et des académicien mais aussi de mieux cerner les modèles, les concepts, les outils et les techniques nécessaires pour faciliter l'adoption des technologies RFID (design, implantation, et évaluation. Cette approche ancrée sur la résolution de problèmes pratiques rejoint les préoccupations des gestionnaires en charge de comprendre les projets d'adoption de ces nouvelles technologies et permet aux chercheurs d'accéder à des observations et données empiriques d'une richesse certaine. Ainsi, avec la mise en place d'un laboratoire de recherche et la configuration d'un

environnement de simulation d'applications des technologies RFID, les enjeux techniques et commerciaux reliés à ce type de projet d'innovation sont mieux cernés car notre compréhension du potentiel et des limites des ces technologies et des modèles d'affaires électroniques novateurs est accrue. C'est aussi dans cette même perspective que la démarche de prototypage présentée sous la forme d'une preuve de concept a été entreprise. L'annexe 2 (Bendavid *et al.,* 2006a) résume une partie de cette démarche d'expérimentation conjointe entre partenaires technologiques, industriels et académiques qui a permis de valider la faisabilité technique des scénarios d'affaires proposés et contribuer à réduire l'écart entre la théorie et la pratique. Notons que la preuve de concept ne constitue par ailleurs qu'un volet du living lab. En effet, cette dernière propose une approche plus globale où les parties prenantes évaluent la pertinence du projet en termes de (i) faisabilité technique et (ii) viabilité commerciale, (iii) alignement stratégique avec les objectifs des membres de la chaîne d'approvisionnement, (vi) développement d'avantages compétitifs et (v) compétences clés sur lesquelles capitaliser ou de compétences requises pour mener le projet à bien.

Le deuxième volet de la thèse consiste à identifier et à mesurer l'impact potentiel de l'adoption des technologies RFID sur la performance des entreprises et des chaînes d'approvisionnement et s'inscrit dans une tendance clairement identifiée dans la revue de littérature présentée au chapitre 3. C'est dans cette perspective que Ngai *et al.* (2008) suggèrent qu'au fur et à mesure que les défis identifiés sont relevés, l'emphase de la recherche est de plus en plus mise sur les applications possibles et sur la valeur créée par les technologies RFID dans la prochaine décennie. C'est dans cette optique que plusieurs auteurs engagés dans le domaine des technologies RFID (Curtin et *al.*, 2007 ; Ngai *et al.,* 2008, Loebbecke, Gogan et Kauffman, 2007) ont identifié quelques pistes de recherches à explorer plus en détail. Ngai *et al.* (2008) insistent tout particulièrement sur l'importance des deux pistes de recherche suivantes: (1) *The formulation of detailed technical and economic decision rules to guide practitioners to choose the appropriate RFID system for implementation. (2) The impact of RFID systems on companies and*

organizations in various industrial situations and the creation of business models for the adoption of RFID. Pour les explorer ils proposent quelques questions dont: *(1) What RFID models and theories on RFID design, implementation, and evaluation have been developed for practitioners?(2) Have we thoroughly developed models, theories, concepts, frameworks, methods, techniques, and tools that are being applied in practice?(3) Does our RFID research meet the needs of practitioners and managers?* Les chapitres 5 et 6 ont adressé en partie ces deux dernières pistes de recherche, soit la formulation d'outils d'aide à la décision lors du choix des solutions RFID et l'impact des technologies sur les organisations. L'adoption des technologies RFID, en tant que nouveaux systèmes IOS laissait entrevoir un impact potentiel sur les processus d'affaires des entreprises. Dans cette optique, l'approche de réingénierie des processus d'affaires, largement appliquée dans les cas d'adoption de systèmes d'informations semblait appropriée pour explorer et comprendre la portée des changements engendrés par l'adoption des technologies RFID.

Une étude exploratoire présentée au chapitre 5 fut donc conduite dans une chaîne d'approvisionnement dans le secteur de la vente au détail. Rappelons que ce secteur connaissait un fort intérêt à ce niveau là et que bien que l'engouement initial se soit résorbé quelque peu, le processus d'adoption continue[71]. Les premières études suggéraient que l'adoption des technologies RFID entraînerait la redéfinition des chaînes d'approvisionnement et promettaient l'émergence de modèles d'affaires électroniques novateurs où les produits prenaient le contrôle de leur propre destin. Ces études restaient toutefois conceptuelles et très peu d'entre elles donnaient des renseignements sur l'opérationnalisation des scénarios d'affaires proposés. Le chapitre 5 a donc comblé ce vide en permettant de mieux comprendre (i) dans quelle mesure la synchronisation des flux informationnels et des flux physiques des produits est possible, (ii) comment les

---

[71] Le 30 janvier 2008, en compagnie d'EPC Global Canada, Wal-Mart rencontrait 75 nouveaux fournisseurs Canadiens pour les informer sur le déploiement de sa politique d'adoption des technologies RFID et les initier à ces technologies.

processus d'affaires intra- et inter-entreprises peuvent être redéfinis radicalement et (iii) finalement, comment la mise en place de nouveaux modèles d'affaires électroniques plus intégrée et plus collaboratifs devrait s'effectuer.

Cela dit, l'approche de réingénierie des processus d'affaires, bien qu'intéressante et pertinente pour comprendre l'impact sur les processus d'affaires, était limitative dans le nombre de dimensions qu'elle proposait pour quantifier l'impact des technologies RFID sur la performance des entreprises et des chaînes d'approvisionnement. Le chapitre 6 a par conséquent privilégié l'utilisation du modèle SCOR tel que proposé par le *Supply Chain Council*. Ce modèle semblait en effet approprié pour plusieurs raisons : c'est un modèle établi dans diverses industries depuis plus d' une décennie, il permet aux entreprises d'entreprendre un exercice de réingénierie, de benchmarking par rapport aux compétiteurs dans la même industrie, et par rapport aux meilleurs pratiques en général, son point d'ancrage repose par ailleurs sur un ensemble d'indicateurs de performance multi-niveaux qui sert de base à l'évaluation de la performance actuelle et désirée, il est reconnu par la communauté scientifique qui en a d'ailleurs recours dans l'analyse de problématiques « plus traditionnelles » d'amélioration de gestion des chaînes d'approvisionnement, et, finalement, ce modèle d'analyse était utilisé par l'entreprise focale pour mesurer la performance de ses opérations et de celle de ses fournisseurs. L'application du modèle SCOR (chapitre 6) a donc permis de faciliter l'identification d'objectifs d'amélioration de la performance de la chaîne d'approvisionnement retenue et de rencontrer ces objectifs en proposant des processus de commerce électronique soutenus par les technologies RFID. Ces processus « intelligents » serviraient de base lors de la définition des exigences pour le développement d'applications RFID. Plus spécifiquement, le chapitre 6 a exposé les résultats d'une étude conduite dans une chaîne d'approvisionnement dans le secteur des utilités publiques. Ces résultats démontrent (i) comment l'adoption « en boucle fermée » des technologies RFID permet à chacun des membres de bénéficier de la visibilité de l'information pour améliorer sa performance individuelle, et (ii) comment, lorsque le modèle d'adoption est pensé en « boucle

ouverte », en intégrant les membres de la chaîne, en partageant l'accès au données, en synchronisant les flux de données et les flux de produits, les opportunités d'amélioration de la performance individuelle et collective se multiplient au sein de la chaîne d'approvisionnement retenue Une telle perspective d'amélioration collective de la performance demande par ailleurs de reconsidérer les modèles d'affaires actuellement en place, et redéfinir par la même occasion les relations d'affaires au sein du réseau. Les scénarios d'affaires qui intègrent les technologies RFID ont été explorés, validés et raffinés en laboratoire (annexe 2 et 3) et laissent entrevoir par la même occasion plusieurs zones d'opportunités dans divers domaines d'applications autres que celui de la gestion de la chaîne d'approvisionnement, nommément celui de la gestion des actifs et celui de la gestion de la sécurité et du contrôle. En effet, les produits utilisés dans le secteur des utilités publiques ont un long cycle de vie et les opportunités pour tous les acteurs impliqués de capitaliser sur l'information contenue dans le transpondeur sont multiples. Ainsi, un même transpondeur utilisé au niveau des activités d'assemblage pourra servir à retracer le produit lors des activités de logistique (préparation des commandes, envoie de produits, réception de produits, etc.), lors de son utilisation pour la maintenance (gestion des actifs), et éventuellement pour améliorer les activités de la chaîne d'approvisionnement inverse dont le démantelage et le recyclage.

De manière plus générale, lors du sixième *International Workshop on e-Business* à Montréal Claudia Loebbecke, professeur à l'université de Cologne, et chercheur très impliquée dans les projets d'adoption des technologies RFID par le group Metro en Allemagne suggérait que le retour sur l'investissement des projets RFID reste toutefois encore flou. Elle posait à cet effet un ensemble de questions dont les suivantes: *Where will the business value of RFID flow? More generally, how should we understand the business value of embedded ITs like RFID? What will prevent companies from achieving acceptable returns on this technology investment?* Il est vrai que les cas d'entreprises qui déclarent connaître des bénéfices substantiels suite à l'adoption des technologies RFID sont encore anecdotiques, et les cas d'adoption d'applications RFID pour la gestion de la

chaîne d'approvisionnement en boucle ouverte sont encore plus rares. Robert Kaufman, précurseur dans le domaine de la recherche sur les technologies RFID et professeur l'Arizona State University suggérait par ailleurs de se concentrer sur le potentiel des technologies et non la valeur actuelle. Son argumentation principale repose sur le fait qu'on ne connait pas encore toutes les possibilités futures de ces technologies. On ne peut donc parler de valeur actualisée nette, mais plutôt de « valeur actualisée étendue »; ce que Kaufman appelle *"the expanded net present value"* où la problématique récurrente serait de comprendre comment convertir cette surcharge d'information en valeur pour l'entreprise étendue. Il illustre la méconnaissance du potentiel des technologies RFID par l'exemple de la « camera » vs « le téléphone cellulaire équipé d'une caméra ». Bien qu'il s'agisse là de la même innovation initiale (la caméra), la complémentarité et la convergence des technologies, la miniaturisation, les avancées dans le domaine du sans fil, la diffusion des innovations, etc., ont offert un potentiel insoupçonnable il y a de cela une décennie. Similairement, sur le plan des technologies RFID, on devrait considérer le potentiel de ces technologies non pas comme un ensemble de composantes indépendantes, mais plutôt comme (i) faisant partie d'un écosystème de technologies de capture automatique des données, (ii) comme l'une des composante des réseaux d'information intra- et inter-organisationnels, et (iii) comme étant nécessairement intégrées aux systèmes de gestion d'information des entreprises.

Sur cette ligne de pensée, Judith Gogan, professeur au Bentley College, elle aussi invitée à siéger sur le panel RFID lors du sixième *International Workshop on e-Business* ouvrait la réflexion sur la valeur technologies RFID en suggérant de redéfinir la perception du potentiel. Gogan illustrait sa réflexion en proposant de se questionner sur l'intention réelle d'adoption. Par exemple, dans le secteur de la santé, veut-on « suivre un sac de sang » ou « développer une capacité de gestion du risque » ? Dans le premier cas, il s'agit d'améliorer une application de traçabilité des produits alors que dans le deuxième cas, la perspective est plus large, elle appelle à de nouvelles compétences et à un repositionnement de la stratégie d'entreprise ; le projet d'adoption est donc plus

complexe, mais les bénéfices qui en résultent sont incontestablement supérieurs (Dutta *et al.,* 2007).

7.2 Conclusion générale de la thèse

En rétrospective, dans cette thèse, nous adressons plusieurs préoccupations avancées dans le chapitre 3 et répondons aussi plus spécifiquement à quelques unes des questions soulevées par Curtin *et al.* (2007) qui regroupent les préoccupations de recherche en suspend sous trois thèmes principaux formulés ainsi:

1. Comment les technologies RFID sont-elles adoptées et implantées dans les organisations ?
2. Comment les technologies RFID sont-elles utilisées et supportées, et comment évoluent-elles au sein des organisations ?
3. Quels sont les impacts de ces technologies sur les individus, les organisations et les marchés (réseaux d'affaires) ?

Afin de mieux résumer les contributions de la thèse, nous proposons un tableau où chacun des thèmes et des questions sous jacentes proposés par Curtin *et al.* (2007) à partir d'une revue exhaustive de la littérature est relié aux chapitres et annexes de notre document où elles ont été abordées (tableau 7.1). Les questions indiquées en caractères gras ont été en partie adressées dans la thèse. Mentionnons également que ce tableau sert aussi à identifier les pistes potentielles de recherches futures.

Tableau 7.1: Résumé des questions de recherche posées par la communauté scientifique (adapté de Curtin et al., 2007)

Research Questions on Developing, Adopting and Implementing RFID	
ISSUE AREAS AND RESEARCH QUESTIONS ON RFID	**Questions abordées aux:**
Understanding the Technical Capabilities and Limitations Δ	
➢ **How does radio interference by physical items impact usage of RFID in the business context?** ➢ **What other forms of interference may occur that prevent reading multiple items simultaneously?** ➢ **What are the technical difficulties of reading across organizational boundaries? What standards will emerge?** ➢ **What limitations exist for the reading of tags in a mobile environment? How fast can an item be traveling and still achieve an accurate tag reading? What is the physical proximity margin of error?** ➢ What is the rate of technical advancement in terms of RFID signal fidelity over longer distances? ➢ Will different industry settings require different technical capabilities from RFID systems? ➢ How do technical limitations impact the value achieved from this technology?	➢ Chapitre 2 et annexe 2
Understanding the Role of Standards for the Proliferation of RFID	
➢ How should RFID standards development organizations (SDOs) be structured? ➢ **How can SDOs reduce implementation complexity and promote RFID investment risk management?** ➢ How should international standards best be coordinated? Will they migrate to become global in scope? ➢ What is the role of developing countries that have a potentially large critical mass of users that could impact externalities? Are there likely to be regional standards? Industry-specific standards? Vendor standards?	➢ Chapitre 2
➢ **What is the appropriate role for companies in standards setting? How do individual companies with proprietary standards intentions impact the development of standards? Will industries embrace standards?** ➢ What is the market risk to an organization of being stranded with an obsolete RFID standard? Economic cost? ➢ **How do standards impact the evolution of the cost of tags and readers?** What will make them economical?	➢ Chapitre 3
Developing the Business Case for RFID Adoption	
➢ **What exactly does this technology include? How should the overall investment project be bounded?**	➢ Chapitre 2
➢ **How should an appropriate business case be constructed? What parts of the organization are affected?**	➢ Chapitre 4
➢ **How can a business case for RFID be developed under uncertain market and technical conditions?**	➢ Chapitre 4
➢ **How expensive is adopting RFID at a minimal or integrated level?** How should investments be governed?	➢ Chapitre 2 ➢ Chapitre 5 et 6

Tableau 7.1: Résumé des questions de recherche posées par la communauté scientifique (suite)

Research Questions on Developing, Adopting and Implementing RFID	
ISSUE AREAS AND RESEARCH QUESTIONS ON RFID	Questions abordées aux:
Developing the Business Case for RFID Adoption	
➢ **What is the impact on the firm when RFID is used with only a portion of one's trading partners?**	➢ Chapitre 5 et 6
➢ **What is the economic value of integration with other applications? Inventory? Logistics?** CRM? Others?	
➢ How does RFID increase the ROI of existing or prior IT investments in related work systems?	➢ Chapitre 5 et 6
➢ **What future options does establishing an RFID infrastructure create? How can the options be identified?**	➢ Chapitre 5 et 6
➢ **Will RFID have similar impacts inside and outside the organization?** Are there industry considerations?	➢ Chapitre 4
➢ **What are the roles of senior management, individual champions or change agents in promoting RFID?**	
Understanding the Pattern and Dynamics of Adoption	
➢ **What factors facilitate adoption of RFID within the firm? In an interorganizational context?** Internationally?	➢ Chapitre 2 ➢ Chapitre 4
➢ **How important is the installed base of RFID users for promoting adoption? What is the role of externalities?**	➢ Chapitre 3
➢ **Can the technology be implemented in stages? What are the standard "chunks"? In what order? Why?**	➢ Chapitre 4
➢ How long does it take to implement RFID technologies and how long are the value lags?	
➢ Will RFID be subject to underinvestment? What can be done to mitigate this for social welfare?	
➢ **How are patterns of adoption of RFID similar or different than other technologies? Does industry matter?**	➢ Annexe 1
➢ **Are traditional IT adoption research paradigms appropriate? What new adoption paradigms make sense?**	➢ Chapitre 4 et annexe 1
➢ Is rational expectations theory applicable? Standards uncertainty, market signaling and information sharing theory? Informational cascades? Rational herding theory? Other behavioral economics theories of adoption?	
Note: ▵ The reader should note that this first set of research questions falls at the intersection of IS research and Computer Science and Electrical Engineering research suggesting the need for shared interdisciplinary inquiry.	

Tableau 7.1: Résumé des questions de recherche posées par la communauté scientifique (suite)

Research Questions on Using, Supporting and Evolving RFID **ISSUE AREAS AND RESEARCH QUESTIONS ON RFID**	**Questions abordées aux:**
The Role of Process Redesign When RFID Is Used	
➢ **How are business processes and work systems changed due to RFID at all points in the value chain?** ➢ **To what extent should initiators encourage process redesign at their trading partner facilities?** ➢ **Can business value be realized without RFID-focused process redesign? What strategies will yield value?** ➢ **How does RFID change the job descriptions and work roles? Are the impacts similar across industries?** ➢ Will process design for outsourced business processes be affected by the capabilities that RFID offers?	➢ Chapitre 5
Technical Integration with Other Applications	
➢ **How difficult will RFID be to integrate with other applications? With inventory systems? Electronic shelf space pricing systems?** Personnel planning systems? What capabilities in the firm will mitigate the impacts? ➢ **What are the technical challenges of achieving application integration? Internally and externally?** The costs? ➢ **How does application integration at the trading partner's organization impact usage?** Are the impacts large? ➢ What real options are created with increasing application integration? Is business value enhanced? ➢ Will technical integration be differentially costly depending on the industry setting of the application?	➢ Chapitre 2 et annexe 2
Costs and Risks Associated with Becoming Dependent on RFID	
➢ How costly are errors in an RFID-based work system? How will the errors drive costs in RFID-based IOS? ➢ **What roles do redundancy, back-up, exception processing, and human intervention play?** ➢ What analysis approach is appropriate for optimizing RFID costs? ➢ Will the possibility of RFID dependency diminish investment levels? Will there be "underinvestment"? ➢ Will the hidden costs of information exploitation affect the real cost of RFID?	➢ Chapitre 2
Taking Advantage of Voluminous Data Collection	
➢ **How can managers leverage the data flood organizations will experience with RFID?** ➢ **Will new performance measurement approaches be required to realize value from RFID?** ➢ **How can this data effectively be mined to create business intelligence** and promote CRM? ➢ Will new data processing intermediaries arise to help organizations manage this flood of data?	➢ Chapitre 6

Tableau 7.1: Résumé des questions de recherche posées par la communauté scientifique (suite)

Research Questions on Using, Supporting and Evolving RFID **ISSUE AREAS AND RESEARCH QUESTIONS ON RFID**	**Questions abordées aux:**
Taking Advantage of Voluminous Data Collection	
➢ What new data mining techniques will make the data usable? ➢ Will different industry settings offer unique opportunities for leveraging voluminous data collection? ➢ Will RFID add value for information sharing in outsourced business processes, such as logistics and supply?	
Facilitating Decision Making Capabilities in Real-Time	
➢ How can the firm make efficient use of real-time item/operator entity RFID tag placement? ➢ **How will real-time entity location management add value to business processes?** ➢ **How can organizations make use of real-time systems-based decision-making? Industries?** ➢ **How will RFID and real-time decision making change managerial capabilities?**	➢ Chapitre 6
Aligning Interorganizational Governance, Incentives, and Ownership	
➢ **Who does the tagging? Who owns the technology? Who owns the data? Who gets the value?** ➢ What is the role of mandates and subsidies to entice trading partner adoption? Usage in a particular manner?	➢ Chapitre 5
➢ **What is the role of a major player promoting adoption? How might they incent partner R&D?** ➢ Who will pay for readers that benefit multiple parties? Who will drive the effort to build standards?	➢ Chapitre 3
➢ **How can incentives be put in place to avoid exploitative behavior when RFID support information collection?** ➢ How contractible are joint RFID initiatives? How will the resulting business value be measured and split? ➢ Will RFID provide a basis for cross-organizational control in business process outsourcing?	➢ Chapitre 6

Tableau 7.1: Résumé des questions de recherche posées par la communauté scientifique (suite)

Research Questions on the Impact of RFID ISSUE AREAS AND RESEARCH QUESTIONS ON RFID	Questions abordées aux:
Impact on Employees and Related Work Systems	
➢ **How does employee efficiency improve with real-time entity location management?** ➢ **What impact will this technology have on changes in the number of employees required?** ➢ **What will be the impact on labor? Will RFID provide substitution capabilities for human labor?** ➢ What is the impact on worker productivity with increased worker surveillance? ➢ How will employee compensation be altered due to the use of this technology?	➢ Chapitre 5 et annexe 3
Safeguarding Personal Privacy	
➢ What is the long-term potential of remote monitoring and the compromise of individual privacy? ➢ Should governments be involved in developing regulations to ensure privacy rights are not violated? ➢ How will users of goods be ensured that tags have appropriately been deactivated? ➢ How will users of goods be ensured that tags have not been secretly embedded in products? ➢ How will worker's rights of personal privacy be protected? ➢ What are the rights of the firm to encroach on work systems and business processes?	
Creating Responsible Business Policy to Safeguard Against Health Risks	
➢ What role should business play in monitoring the physical risks associated with RFID technology? ➢ Regarding potential advancements in RFID and usage of various frequencies potentially compromise physical health, what kind of evidence will affect corporate and public policy? ➢ What role will the government play with respect to these issues? Should we expect regulations?	
Estimating the Business Value of the Technology	
➢ How can firms best understand and monitor the distance/cost factors as RFID capabilities advance? ➢ **How will network externalities affect the value generated by RFID?** ➢ **How can the firm best measure the impacts when RFID is integrated with other applications?** ➢ **How is value related to the direction and volume of information transmitted? Is usage a key factor?** ➢ How will the business value of RFID technology implementations be mediated by other organizational capabilities that drive value conversion? ➢ **It may be easy to measure new data availability and operational transparency, but how will the decision making capabilities of the firm actually be transformed? How can those be quantified?**	➢ Chapitre 2 ➢ Annexe 2 ➢ Chapitre 2 ➢ Chapitre 5 et 6 ➢ Chapitre 6

Tableau 7.1: Résumé des questions de recherche posées par la communauté scientifique (suite et fin)

Research Questions on the Impact of RFID ISSUE AREAS AND RESEARCH QUESTIONS ON RFID	Questions abordées aux:
Estimating the Business Value of the Technology	
➢ **How will B2B logistics, internal operations, B2C marketing and B2C service be impacted?**	➢ Chapitre 6
Forecasting Technical Evolution and the Dynamic Nature of Value Creation	
➢ How can organizations appropriately forecast technology advances that will affect their businesses? ➢ **What will be the likely cost trajectory of RFID tags, readers, and other components?** ➢ Are there other technology evolutionary patterns that might be applicable to this situation? Wi-fi technology? Bluetooth? How can we learn from the examples they have set?	Chapitre 2
Understanding the Impacts of RFID on Market Structure	
➢ Will the reduced cost and leaner supply chain result in a change in the number of suppliers to the buyer? Will RFID be another "move to the middle" force? ➢ Will new information processing intermediaries alter the balance of power in the marketplace? ➢ Will the need for improved operational control lead to RFID-based risk management intermediaries? ➢ Will the real costs of RFID make it so that fewer firms are able to compete in the marketplace? ➢ Will the value surplus from RFID that accrues become available as improved social welfare? Or will the value gains mostly benefit businesses, leading to higher profitability?	

Le tableau 7.1 démontre dans une certaine mesure la contribution théorique et la pertinence de la thèse. De notre recherche, découlent également quelques contributions pratiques. Premièrement, l'adoption d'une approche de recherche-action dans un contexte de living lab. (chapitre 4) a permis à toutes les parties prenantes des projets entrepris dans le secteur de la vente au détail (chapitre 5) et celui des utilités publiques (chapitre 6) de développer des compétences difficilement accessibles autrement, c'est-à-dire dans le cadre d'un processus d'adoption plus traditionnel. Deuxièmement, cette thèse apporte un éclairage complémentaire sur la démarche d'avant projet. Dans le cadre d'une partie des recherches entreprises au centre ePoly en collaboration avec la chaire de recherche du Canada en gestion de projets technologiques, l'emphase était surtout sur la

structuration des phases en amont des projets d'innovation *(fuzzy front end),* principalement dans un contexte de développement de nouveaux services, et plus spécifiquement lors de la phase de prototypage et du projet pilote. L'approche du living lab. adoptée ici a mis en relief l'importance d'une gestion interdépendante au niveau de la planification du nouveau service (quoi ? pourquoi ? avec qui ?), de la planification du projet d'adoption (comment ? approches à adopter et méthodes à utiliser) et de la planification des opérations (impacts du projet sur l'entreprise et sur le réseau). Cette approche de gestion des phases en amont du projet en conciliant les perspectives de « cycle de vie projet » et de « cycle de vie produit » oblige alors les adopteurs potentiels à considérer tout le processus d'innovation dans leur démarche d'adoption. Troisièmement, le partage de ces connaissances et de ces compétences acquises par le biais de conférences autant professionnelles (Lefebvre *et al.,* 2006 Bendavid et Boeck, 2006, 2007, 2008 ; Bendavid *et al.,* 2007a) qu'académiques (Bendavid et Bougault, 2005, 2007a, 2007b; Bendavid *et al.,* 2006a, 2006b, 2006c, 2007b, 2007c; Bendavid et Fosso Wamba, 2006 ; Fosso Wamba *et al.,* 2006; 2007) auront par le fait même contribué à sensibiliser ces communautés à la réalité des technologies RFID et de la place qu'elles occupent dans le portfolio des technologies émergentes. Quatrièmement, l'intégration partielle de ces connaissances dans le curriculum de cours offerts[72] dans divers établissements d'enseignement supérieurs a une fois de plus favorisé la diffusion de connaissances par l'initiation des étudiants à la réalité complexe de tels projets d'innovation. Cinquièmement, notons en particulier que les connaissances acquises dans

---

[72]Certains chercheurs dont Moeeni (2004) avaient, dès 2004, critiqué l'intégration tardive de l'enseignement des technologies RFID dans le curriculum des cours en système d'informations. Pour notre part, voici une liste d'universités et de cours offerts dans lesquels au moins une séance fut entièrement dédiée à l'enseignement des technologies RFID en fonction du domaine d'intérêt du cours : École Polytechnique de Montréal : Systèmes d'information de projets technologiques (IND 6123A), Processus et configuration de projets techno. (IND6130), Gestion de l'innovation (IND6117). Université du Québec à Montréal (UQAM) : Aspects marketing du commerce électronique (DSA5334). Université d'Ottawa : Gestion de la chaîne d'approvisionnement (ADM 3702). Université de Sherbrooke : Technologie du commerce électronique (GIS821), Planification de projets de commerce électronique (GCE820), Commerce électronique (MAR724).

le cadre de cette thèse auront contribué à la mise sur pied d'une *"Start Up"*, Academia-RFID[73], un centre de formation trilingue spécialisé dans l'enseignement des technologies RFID auprès des organisations publiques et privées[74]. Finalement, cette thèse a également contribué dans une certaine mesure au réseautage des centres de recherches canadiens dans le domaine des technologies RFID, à l'émergence d'une masse critique de chercheurs, et au développement d'un pôle de compétences nationales industries-universités, initié dès 2005 par le centre de recherche ePoly.

Au cours des quatre dernières années, la performance des technologies RFID a connu des améliorations prodigieuses ce qui permet aux entreprises dans divers secteurs, autant « low » que « high tech. ,» de se tourner de plus en plus vers ces technologies comme l'une des solutions potentielles à leurs problèmes et impératifs concurrentiels. Il serait intéressant de poursuivre nos efforts de recherche dans la même direction, tout particulièrement de l'adoption et la diffusion des technologies RFID en réseau, c'est à dire au sein des diverses industries et chaînes d'approvisionnement.

---

[73] Academia RFID est une entreprise co-fondée par trois étudiants de doctorat en collaboration avec des partenaires privés.

[74] Depuis sa création à la fin de 2006, l'entreprise a formé plusieurs praticiens dans diverses industries, autant du côté des adopteurs (ex : armée, pharmaceutique, vente au détail) que des fournisseurs de service (ex : fournisseur de réseaux, fournisseurs de codes à barres, entreprises de consultation, fournisseurs d'intergiciel RFID) sur des problématiques concrètes. La création d'Academia-RFID a aussi permis le rapatriement au Québec et au Canada d'une partie des activités de développement de compétences professionnelles dans les technologies RFID. Autrement, pour faire suite aux exigences de l'industrie, Academia RFID a récemment mis sur pied d'un programme de certification professionnelle (RFID PRO) axé sur des problématiques d'affaires concrètes, ce qui demande à la fois une connaissance technique et managériale. Cette certification complémentaire à la certification officielle proposée par COMPTIA. (COMPTIA RFID+), plus technique, vient combler un écart entre les technologues d'une part et les gestionnaires de projet d'autre part.

BIBLIOGRAPHIE

A.T. KEARNEY (2005). "Benefits of RFID according to US companies", dans eMarketer, RFID rush, Août. Disponible sur www.eMarketer.com

ABERDEEN GROUP (2006a). "Best practices in mobile field service, best-in-class strategies for deploying mobile field service solutions", Juin.

ABERDEEN GROUP (2006b). "Location, location, location. Does it matter in mobile field service?" The location-based mobile field service benchmark report, Octobre.

ABERDEEN GROUP (2007). "RFID: Roadmap for retail", dans Food&logistics (2007). "Retailers to spend more on future RFID projects: study", disponible sur www.foodlogjstics.com.

ABERNATHY, W.J. et CLARK, K.B. (1985). "Innovation: mapping the winds of creative destruction", *Research Policy*, 14, 3-22.

ABERNATHY, W.J. et UTTERBACK, J.M. (1975). "A Dynamic model of product and process innovation", *Omega, the international Journal of Management Science* 3(6), 639-656.

ABERNATHY, W.J. et UTTERBACK, J.M. (1978). "Patterns of industrial innovation", *Technology review,* 2, 20-47.

ACCENTURE CONSULTING (2004). "Driving high performance with silent commerce in the supply chain", Avril, disponible sur: www.accenture.com/xdoc/en/industries/products/retail/insights/rfid_driving_performance.pdf

ADOMAVICIUS, G., BOCKSTEDT, J., GUPTA, A., et KAUFFMAN, R.J. (2006). "Understanding patterns of technology evolution: an ecosystem perspective", *Computer Society Press, IEEE, Proceedings of the 39th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS, 06),* Kauai, HI, USA., 4-7 Janvier.

ALIEN TECHNOLOGY (2007). "A revolutionary manufacturing assembly technology called Fluidic Self Assembly (FSA)". Disponible sur http://www.alientechnology.com/technology/fsa_manufacturing.php

ALLENDER, H.D. (1994). "Is re-engineering compatible with total quality management?", *Industrial Engineering,* 26 (9), 41-44.

AL-MASHARI, M. et ZAIRI, M. (1999). "BPR implementation process: an analysis of key success and failure factors", *Business Process Management Journal*, 5 (1), 87-122.

ANGELES, R. (2007). "An empirical study of the anticipated consumer response to RFID product item tagging", *Industrial Management & Data Systems,* 107 (4), 461-483.

ANTON, A.I. (1996). "Goal-based requirements analysis", *IEEE Proceedings of the 8th International Conference on Requirements Engineering (ICRE '96)*, Colorado Springs, Colorado, USA, 15-18 Avril.

ARAO, T., GOTO, E., ET NAGATA, T. (2005). "Business process oriented requirements engineering process", *Proceedings of the 2005 13th IEEE International Conference on Requirements Engineering (ICRE'05),* Paris, France, 29 Août - 2 Septembre.

ATKINSON, R., CRAWFORD, L. et WARD, S. (2006). "Fundamental uncertainties in projects and scope of project management", *International Journal of Project Management*, 24, 687-698.

ATTARAN, M. (2004). "Exploring the relationship between information technology and business process reengineering", *Information & Management,* 41, 585–596.

AUTO-ID LABS (2007). Note de Cole, P.H., disponible sur http://autoidlab.eleceng.adelaide.edu.au/

BALLON, P., PIERSON, J. et DELAERE, S. (2005). "Test and experimentation platforms for broadband innovation: examining European practice", *Proceedings of 16th European Regional Conference by the International Telecommunications Society (ITS),* Porto, Portugal, 4-6 Septembre.

BARRAT, M. et CHOI, T. (2007). "Mandated RFID and institutional responses: case of decentralized business units", *Production and Operations Management,* 16 (5), 569-585.

BARRATT, M. et OLIVEIRA, A. (2001). "Exploring the experiences of collaborative planning initiatives", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management,* 31 (4), 266–289.

BENDAVID, Y. et BOECK, H. (2006). "Understanding how to successfully implement RFID across all levels in the supply chain", *RFID Journal Live Canada,* Toronto, Canada, 8-9 Novembre.

BENDAVID, Y. et BOECK, H. (2007). "Quantifying the costs and benefits of an RFID system", *RFID Journal Live 07,* Orlando, USA., 30 Avril-02 Mai.

BENDAVID, Y. et BOUGAULT, M. (2007a). "A university-based living lab for managing the front-end phase of innovation: the case of RFID implementation " *16th International Association of Management of Technology, Proceedings of IAMOT, "Management of Technology for the Service Economy" project management*, Miami, USA., 13-17 Mai.

BENDAVID, Y. et BOUGAULT, M. (2007b). "Examining the role of an university lab as a key enabler during an innovation project's front-end phase", *Fourth Annual Sprott Doctoral Symposium, Carleton University,* Ottawa, Canada, 19-20 Avril.

BENDAVID, Y. et BOURGAULT, M. (2005). "Positioning project management for RFID implementation in a multi-firm, multi-project context", *14th International Association of Management of Technology, Proceedings of IAMOT,* project management Track, Vienne, Autriche, 22-26 Mai.

BENDAVID, Y. et FOSSO WAMBA, S. (2006). "Business process re-engineering for e-business", *Montreal Conference on eTechnologies (MceTech'06),* Montréal, Canada, 17-19 Mai.

BENDAVID, Y., BROOKS, J. et WOOD, N. (2007a). "RFID for small and medium-sized enterprises", *RFID Journal Live Canada,* Toronto (Congress center), Canada, 26-28 Novembre.

BENDAVID, Y., CASTRO, L. et LEFEBVRE, L.A. (2006c). "RFID y su impacto en los procesos de negocios de una cadena de suministro en el sector de servicios publicos", *12th Americas Conference on Information Systems (AMCIS),* Acapulco, Mexique, 4-6 Août.

BENDAVID, Y., CASTRO, L., LEFEBVRE, L.A. et LEFEBVRE, É. (2006b). "Explorando los impactos de la RFID en los procesos de negocios de una cadena de suministro", *Journal of Technology Management & Innovation,* 1 (4), 30-42.

BENDAVID, Y., FOSSO WAMBA, S. et BOECK, H. (2008). "Business process re-engineering for e-business", *Montreal Conference on eTechnologies (MceTech'08),* Montréal, Canada, 23-25 Janvier.

BENDAVID, Y., FOSSO WAMBA, S. et LEFEBVRE, L.A. (2006a). "Proof of concept of an RFID-enabled supply chain in a B2B e-commerce environment", *Proceeding ACM, the 8th International Conference on Electronic Commerce (ICEC),* Fredericton, Canada, 156, 564-568, 14-16, Août.

BENDAVID, Y., LEFEBVRE, E., LEFEBVRE, L.A. et FOSSO WAMBA, S. (2007b). "B-to-B e-commerce: assessing the impacts of RFID technology in a five layer supply chain", *Computer Society Press, IEEE, Proceedings of the 40th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS, 07), B-to-B E-Commerce Mini-Track,* Big Island, HI, USA., 3-6 Janvier.

BHUPTANI, M. et MORADPOUR, S. (2005). *RFID Field Guide: Deploying Radio Frequency Identification Systems,* Prentice Hall PTR, 288 p.

BLATHERWICK, A. (1998). "Vendor-managed inventory: fashion fad or important supply chain strategy?", *Supply Chain Management: An International Journal*, 3 (1), 10-11.

BOECK, H. et FOSSO WAMBA, S. (2008). "RFID and buyer-seller relationships in the retail supply chain", *Journal of Retail & Distribution Management,* à venir dans 36 (6).

BORNHÖVD, C., LIN, T., HALLER, S. et SCHAPER, J. (2005). "Integrating smart items with business processes, an experience report", *Computer Society Press, IEEE, Proceedings of the 38th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS, 05),* Big Island, HI, USA., 3-6 Janvier.

BOSE, R. (2002). "Customer relationship management: key components for IT success", *Industrial Management & Data Systems*, 102 (2), 89-97.

BOTTANI, E. et RIZZI, A. (2007). "Impact of RFID technology and EPCglobal Network to reduce the bullwhip effect in the supply chain", *EU RFID Forum 2007,* Bruxelles, Belgique, 13 Mars.

BOTTANI, E. et RIZZI, A. (2008). "Economical assessment of the impact of RFID technology and EPC system on the fast-moving consumer goods supply chain", *International Journal of Production Economics,* 112 (2), 548-569.

BOURGAULT, M. et BENDAVID, Y. (2008). "Introducing complex technologies into the enterprise: the case of RFID", chapitre 34 dans M. H.Sherif (2009). *Handbook of Enterprise Integration,* Taylor & Francis group, 3ième ed., soumis, septembre.

BOVENSCHULTE, M. (2007). "RFID: towards the internet of things, the German Federal Ministry of Economics and Technology", *EU RFID Forum 2007,* Bruxelles, Belgique, 13 Mars.

BOYLE, B.A. et DWYER, F.R. (1995). "Power, bureaucracy, influence, and performance: their relationships in industrial distribution channels", *Journal of Business Research,* 32 (3), 189-200.

BROWN, I. et RUSSELL, J. (2007). "Radio frequency identification technology: an exploratory study on adoption in the South African retail sector", *International Journal of Information Management,* Sous presse.

BYRD, T.A. et DAVIDSON, N.W. (2003). "Examining possible antecedents of IT impact on the supply chain and its effect on firm performance", *Information & Management,* 41, 243-255.

CAO, Q. et DOWLATSHAHI, S. (2005). "The impact of alignment between virtual enterprise and information technology on business performance in an agile manufacturing environment", *Journal of Operations Management*, 23, 531–550.

CASSIVI, L. (2006). "Collaboration planning in a supply chain", *Supply Chain Management: An International Journal*, 11 (3), 249-258.

CASTRO, J., KOLP , M., et MYLOPOULOS, J. (2002). "Towards requirements-driven information systems engineering: the Tropos project", *Information Systems*, 27 (6), 365-389.

CATLEDGE, L.D. (1996). "Collaboration During Conceptual Design", *IEEE Proceedings of the 8th International Conference on Requirements Engineering (ICRE'96),* Colorado Springs, Colorado, USA, 15-18 Avril.

CECERE, L. et SULESKI, J. (2007). "What we have learned from three years of retail RFID pilots". *AMR Research Report*, disponible sur: www.amrresearch.com/Content/View.asp?pmillid=20358

CHANDLER, A.D. (1990). *Strategy and Structure: chapters in the history of the American industrial enterprise,* MIT Press, Cambridge, Massachusetts, Twenty second printing, 2001, 463 p.

CHANG, H.L., EASLEY, R.F. et SHAW, M. J. (2003). "A comparative study of exchange and aggregation models in the B2B e-marketplace", *Information Systems and E-Business Management,* 1 (2), 213-228.

CHAO, C.C., YANG, J.M. et JEN, W.Y. (2007). "Determining technology trends and forecast s of RFID by historical review and bibliotmetric analysis from 1991 to 2005", *Technovation*, 27 (5), 268-279.

CHAPPELL, G., DURDAN, D., GILBERT, G., GINSBURG, L., SMITH, J. et TOBOLSK, J.I. (2002). "Auto-ID on delivery: the value of Auto-ID technology in the retail supply chain", *Auto-ID Center.* Disponible sur, http://www.autoidlabs.org/single-view/dir/article/6/104/page.html

CHAPPELL, G., GINSBURG, L., SCHMIDT, P., SMITH, J. et TOBOLSKI, J. (2003). "Auto ID on the line: the value of auto ID technology in manufacturing", *Auto ID Center*, CAN-AutoID-BC-005, disponible sur http://www.autoidlabs.org/single-view/dir/article/6/123/page.html

CHESBROUGH, H. (2003). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology,* Boston: Harvard Business School Press, 270 p.

CHOI, C. F. et CHAN, S.L. (1997). "Business process re-engineering: evocation, elucidation and exploration",*Business Process Management Journal*, 3 (1), 39-63.

CHOPRA, S. et SODHI, M.S. (2007). "Looking for the bang from the RFID buck", *Supply Chain Management Review*, Mai-Juin, 34-41.

CHOY, K.L., STUART, C.K., SO, J., LIU, H. et LAU, S.K. (2007). "Improving logistics visibility in a supply chain: an integrated approach with radio frequency identification technology", *Int. J. of Integrated Supply Management*, 3 (2), 135-155.

CHRISTENSEN, C.M. (1992a). "Exploring the limits of the technology S-Curve, part I: component technologies", *Production and Operations Management*, 1 (4), 334-351.

CHRISTENSEN, C.M. (1992b). "Exploring the limits of the technology S-Curves, Part II: architectural technologies", *Production and Operation Management,* 1 (4), 358-366.

CHWELOS, P., BENBASAT, I. et DEXTER, A.S. (2001). "Research report: empirical test of an EDI adoption model", *Information Systems Research*,12 (3), 304-321.

COLE, P.H. et ENGELS, D.W. (2005). "Auto ID— 21st century supply Chain Technology", AUTOIDLABS-WP-SWNET-015, disponible sur www.Autoidlabs.org

COLLINS, J. (2004). "Estimating RFID's pace of adoption", *RFID Journal*. Disponible sur http://www.rfidjournal.com.

COMPUTER ECONOMICS (2007). "Radio Frequency Identification (RFID) adoption stalls", *Computer Economics Report*, 29 (3), Mars.

COOPER, R.G. (1988). "Predevelopment activities determine new product success", *Industrial Marketing Management*, 17, 237–247.

COOPER, R.G. (2001). *Winning at new product developments, Accelerating the Process from Idea to Launch*, Perseus Publishing, 3 ième ed., Cambridge, Massachussetts, 425 p.

COOPER, R.G. et KLEINSCHMIDT, E.J. (1995a). "Benchmarking firms' new product performance and practices", *IEEE Engineering Management Review*, 23 (3), 112-120.

COOPER, R.G. et KLEINSCHMIDT, E.J. (1995b). "Benchmarking the firm's critical success factors in new product development", *Journal of Product Innovation Management,* 12, 374–391.

COOPER, R.G., EDGETT, S.J.et KLEINSCHMIDT, E.J. (2002). "Optimizing the stage gate process, what best practice companies are doing?", *Research Technology Management*, 45 (5), working paper 14 et 15, disponible sur www.stage-gate.com.

COUGHLAN, P. et COGHLAN, D. (2002). "Action research for operation management", *International Journal of Operations & Production Management*, 22 (2), 220-240.

CRAWFORD, L., POLLACK, J. et ENGLAND, D. (2006). "Uncovering the trends in project management: Journal emphases over the last 10 years", *International Journal of Project Management,* 24, 175–184.

CROOM, S., ROMANO, P. et GIANNAKIS, M. (2000). "Supply chain management: an analytical framework for critical literature review", *European Journal of Purchasing and Supply Management,* 6, 67-83.

CSC/SCMR (2005a) COMPUTER SCIENCES CORPORATION (CSC)/SUPPLY CHAIN MANAGEMENT REVIEW (SCMR), "Technologies being used to advance supply chain evolution and drive results according to supply chain professionals worldwide", Octobre, disponible sur emarketer.com.

CSC/SCMR (2005b) COMPUTER SCIENCES CORPORATION (CSC)/SUPPLY CHAIN MANAGEMENT REVIEW (SCMR), "Areas of the supply chain in which supply chain professionals worldwide are projecting investment in the next three years", October, disponible sur emarketer.com.

CURTIN, J., KAUFFMAN, R.J. et RIGGINS, F.J. (2007). "Making the most out of RFID technology: a research agenda for the study of the adoption, usage and impact of RFID", *Information Technology and Management*, 8 (2), 88-110.

DA SILVEIRA, G., BORENSTEIN, D.et FOGLIATTO, F.S. (2001). "Mass customization: Literature review and research directions", *International Journal of Production Economics*, 72, 1-13.

DANEVA, M. (2003). "Lessons learnt from five years of experience in ERP requirements engineering", *Proceedings of the 11th IEEE International Requirements Engineering Conference (ICRE'03),* Monterey, California, USA, 8-12 Septembre.

DARDENNE, A., VAN LAMSWEERDE, A. et FICKAS, S. (1993). "Goal-directed requirements acquisition", *Science of Computer Programming*, 20 (1-2), 3-50.

DAUGHERTY, P.J. et MYERS, M.B. (1999). "Automatic replenishment programs: an empirical examination", *Journal of Business Logistics*, 20 (2), 63-82.

DAUGHERTY, P.J., RICHEY, R.G., GENCHEV, S.E. et CHEN, H. (2005). "Reverse logistics: superior performance through focused resource commitments to information technology", *Transportation Research*, 77–92.

DAVENPORT, T.H. (1993). *Process Innovation: Reengineering Work through Information Technology*, Harvard Business School Press, Boston, MA. 337 p.

DAVENPORT,T.H. et SHORT, J. (1990). "The new industrial engineering: information technology and business process redesign", *Sloan Management Review*, 31 (4), 11-27.

DELEN, D., HARDGRAVE, B.C. et SHARDA, R. (2007). "RFID for better supply chain management through enhanced information visibility", *Production and Operations Management,* 16 (5), 613-624.

DESAI, A. et MITAL, A. (2003). "Evaluation of disassemblability to enable design for disassembly in mass production", *International Journal of Industrial Ergonomics*, 32 (4), 265-281.

DEW, N. et READ, S. (2007). "The more we get together: coordinating network externality product introduction in the RFID industry", *Technovation,* 27(10), 569-581.

DIEKMANN, T., MELSKI, A. et SCHUMANN, M. (2007). "Data-on-network vs. data-on-tag: managing data in complex RFID environments", *Computer Society Press, IEEE, Proceedings of the 40th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS, 07),* Big Island, HI, USA., 3-6 Janvier.

DILLMAN, L. (2003). "Wal-Mart draws line in the sand", *RFIDJournal*, Juin, disponible sur www.rfidjournal.com.

Directive 2002/96/EC (2002). "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*, 13 Février, L 037, 24–39.

DYER, J. (2000). *Collaborative advantage: winning through extended enterprise supplier networks,* Oxford University Press, New York, 224 p.

ECONOMIST INTELLIGENCE UNIT (2005). "Canada: Energy and electricity profile", disponible sur http://www.viewswire.com/index.asp?rf=0

ELIA, E., LEFEBVRE, L.A. et LEFEBVRE, É. (2003). "Indicators of E-Commerce penetration in manufacturing SMEs: a typology of business processes", *Proceedings of the 13th International Conference on Management of Technology (IAMOT),* 18-20 Mai, Nancy, France.

EMARKETER (2005). "Technologies that North American companies plan to increase their deployment of in the next 12 months", disponible sur www.emarketer.com.

EMARKETER (2007). "Health care catching the wireless fever", Janvier, disponible sur www.emarketer.com

ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION (2007). "Country analysis in brief: Canada", disponible en ligne sur http://www.eia.doe.gov/emeu/cabs/Canada/Full.html

EPCGLOBAL (2004). "The EPCglobal Network ™, overview of design, benefits, & security", Septembre, disponible sur www.epcglobalinc.org

EPCGLOBAL (2005). "EPC™ Radio-Frequency Identity protocols Class-1 Generation-2 UHF RFID protocol for communications at 860 MHz – 960 MHz", version 1.0.9., disponible sur www.epcglobalinc.org/standards/Class_1_Generation_2_UHF_Air_Interface_Protocol_Standard_Version_1.0.9.pdf

EPCGLOBAL (2007). "EPCglobal standards development process" Version 1.3, Février, Disponible sur www.epcglobalinc.org/standards/EPCglobal_EPCIS_Ratified_Standard_12April_2007_V1.0.pdf

EPCGLOBAL US (2005). "EPC Value model for consumer product", disponible sur http://www.epcglobalna.org/SubscriberTools/FinancialPlanning/EPCValueModels/tabid/225/Default.aspx

ESTEVEZ, A.F. (2007). Department of Defense(DoD) Radio Frequency Identification (RFID) summit, *DoD RFID Summit*, Washington DC, USA., 3-4 Avril

ETHIRAJ, S.K. et LEVINTHAL, D. (2004). "Modularity and innovation in complex systems", *Management Science*, 50 (2), 159-173.

EU-RFID (2007). "Convocation académique au forum de l'union Européenne", 13-14 Mars, Brussel, Belgique disponible sur: http://www.rfidconvocation.eu/Convocation.htm http://ec.europa.eu/information_society/policy/rfid/conference2007

EVANS, N.D. (2003). *Business innovation and disruptive technology: harnessing the power of breakthrough technology for competitive advantage*, 2nd edition, Financial Times Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 256 p.

EVARISTO, R. et VAN FENEMA, P.C. (1999). "A typology of project management: emergence and evolution of new forms", *International Journal of Project Management*, 17 (5), 275-281.

FERGUSON, G.T. (2002). "Have your objects call my objects", *Harvard Business Review*, 80(6), 138-144, Juin.

FIELD, A.M. (2007). "Where have all the flowers gone?", *The Journal of Commerce*, Avril, disponible en ligne sur http://www.accessmylibrary.com/coms2/summary_0286-30632565_ITM

FINKENZELLER, K. (2003). *RFID-Handbook, Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification*, 2nd edition, John Wiley & Sons Ltd., Chichester, West Sussex, 452 p.

FISHER, J.A. ET MONAHAN, T. (2007). "Tracking the social dimensions of RFID systems in hospitals", *International journal of medical informatics*, 77 (3), 176-183.

FISHER, M., RAMDAS, K. et ULRICH, K. (1999). "Components sharing in the management of product variety: a study of automotive braking systems", *Management Science* , 45 (3), 297-315.

FIXSON, S.K. (2005). "Product architecture assessment: a tool to link product, process, and supply chain design decisions", *Journal of Operations Management*, 23, 345–369.

FLEISCH, E. et TELLKAMP, C. (2005). "Inventory inaccuracy and supply chain performance: a simulation study of a retail supply chain", *International Journal of Production Economics*, 95, 373-385

FLOERKEMEIER C., LAMPE, M. et SCHOCH, T. (2003). "The smart box concept for ubiquitous computing environments", *Proceedings of Smart Objects Conference (*sOc'2003) *Symposium Objets communicants,* Grenoble, France,15-17 Mai, 118-121.

FLOERKEMEIER, C. et LAMPE, M. (2005). "RFID middleware design –addressing application requirements and RFID", *Proceedings of the 2005 joint conference on Smart objects (SoC) and European Symposium on Ambient Intelligence (EUSAI): innovative context-aware services: usages and technologies,* Grenoble, France, 12-14 Octobre, 121, 219-224.

FOLINAS, D., MANTHOU, V., SIGALA, M., et VLACHOPOULOU M. (2004). "Modeling the e-volution of supply chain: cases and best practices", *Internet Research: Electronic Networking Applications and Policy* 14 (4), 274-283.

FONTELERA, J. (2007). "RFID boom: not where you think it is", *Converting magazine*, 36-39, Avril, Disponible sur: www.convertingmagazine.com.

FOSSO WAMBA, S., BENDAVID, Y., LEFEBVRE, L.A. et LEFEBVRE, É. (2006). "RFID and the EPC Network as enablers of mobile B2B eCommerce", *12th Americas Conference on Information Systems (AMCIS),* Acapulco, Mexique, 4-6 Août.

FOSSO WAMBA, S., BENDAVID,Y. et BOECK, H. (2007). "Enhance supply chain information flows using RFID technology: a case study in the retail industry" *The Sixth International Conference on Mobile Business ICMB 2007,* Toronto, Canada, 9-11 Juillet.

FOSSO WAMBA, S., LEFEBVRE, L.A., BENDAVID, Y. et LEFEBVRE, É. (2008a). "Exploring the impact of RFID technology and the EPC Network on mobile B2B eCommerce: a case study in the retail industry", *International Journal of Production Economics*, 112 (2), 614-629.

FOSSO WAMBA, S., LEFEBVRE, L.A., BENDAVID, Y. et LEFEBVRE, É. (2008 b). "From automatic identification and data capture (AIDC) to "smart business process": preparing for a pilot integrating RFID", dans , S.A. Ahson et M. Ilyas (2008) *RFID Handbook: Applications, Technology, Security and Privacy*, chapitre 2, sous presse.

FOSTER, R.N. (1986). *Innovation: The Attacker's Advantage,* Summit Books, Ney York, 316 p.

FREEMAN, C. et SOETE, L. (2000). *The economics of industrial innovation*, MIT Press, 3ième édition, Cambridge, Massachusetts, 470 p.

FROST & SULLIVAN (2006a). "Evolving price strategies for RFID tags", Août.

FROST & SULLIVAN (2006b). "RFID supply chains of the future", Août.

FROST & SULLIVAN and THE COMPUTING TECHNOLOGY INDUSTRY ASSOCIATION (2005). "Compagnies in North America planning on deploying RFID technology in the next twelve months", dans eMarketer, 2005, "RFID rush", Août.

GAO (Government Accountability Office) (2005). "Information security: Radio Frequency Identification Technology in the Federal Government", Washington, DC. USA.

GAREL, G., GIARD, V. et MIDLER, C. (2003). *Management de projets et ressources humaines*, Encyclopédie des ressources humaines, Vuibert, France, 818-843.

GAREL, G., GIARD, V. et MIDLER, C. (2004). *Faire de la recherche en management de projet*, Vuibert, France, 327 p.

GARFINKEL, S. et ROSENBEG, B. (2006). *RFID: Applications, Security, and Privacy,* Addison-Wesley Professional, 608 p.

GAUKLER, G.M. (2005). *RFID in supply chain management*, thèse de doctorat, Stanford University, 96 p.

GAUKLER, G.M., SEIFERT, R.W. et HAUSMAN, W.H. (2007). "Item-level RFID in the retail supply chain", *Production & Operations Management,* 16 (1), 65-76.

GAUTIER, F. et LENFLE, F. (2004). "L'avant projet : définition et enjeux", chapitre 1, dans Garel G., Giard V. et Midler C. (2004), *Faire de la recherche en management de projet,* Vuibert, France, 327 p.

GLASSBERG, A., HANSON, D. et JENNINGS, B. (2003). "Supply chain excellence in the utility industry", disponible sur Accenture.com

GMA (The Grocery Manufacturers Association) and IBM Business Consulting Services (2006). "EPC/RFID: proposed industry adoption framework manufacturer survey and pilot learning's to date", Avril, disponible sur http://www.gmabrands.com/publications/docs/appendixfinal.pdf

GONZALES, R.M. et WOLF, A.L. (1996). "A facilitator method for upstream design activities with diverse stakeholders", *IEEE Proceedings of the 8th International Conference on Requirements Engineering (ICRE '96),* Colorado Springs, Colorado, USA, 15-18 Avril.

GRIEGER, M. (2003). "Electronic marketplaces: a literature review and a call for supply chain management research", *European Journal of Operational Research,* 144, 280–294.

GRUEN, T. (2007). "Out of stocks stacks", *RFID Journal,* 4 (4), p.7.

GS1 (Global Standard « 1 ») (2007a). "The global language of business GS1 DataBar 2010: business case", disponible sur www.gs1.org/productssolutions/barcodes/databar/

GS1 (Global Standard « 1 ») (2007b). "Introduction à la RFID et à EPCglobal", disponible en ligne sur www.gs1.fr/gs1_fr/standards_gs1__1/rfid_et_epcglobal/introduction_a_la_rfid_et_a_epcglobal

GULLA, J.A. et BRASETHVIK, T. (2000). "On the challenges of business modeling in large-scale reengineering projects", *Fourth International Conference on Requirements Engineering (ICRE'00),* Schaumburg, Illinois, 19-23 juin.

GUNASEKARAN, A. (1999). "Agile manufacturing: a framework for research and development", *International Journal of Production Economics,* 62, 87–105.

GUNASEKARAN, A. et NGAI, E.W.T. (2004). "Supply chain management: theory and applications", *European Journal of Operational Research,* 159 (2), 269-295.

GUNASEKARAN, A. et NGAI, E.W.T., (2005). "Build-to-order supply chain management: a literature review and framework for development", *Journal of Operations Management*, 23 (5), 423-451.

HAGLIND, M., JOHANSSON, L. et RANTZER, M. (1998). "Experiences integrating requirements engineering and business analysis, an empirical study of operations & management system procurement", *IEEE Software Technology Transfer Conference, Third International Conference on Requirements Engineering, (ICRE'98)*, Colorado Springs, USA, 6-10 Avril.

HALAMKA, J., JUELS, A., STUBBLEFIELD, A. et WESTHUES, J. (2006). "The security implications of VeriChip cloning", *Journal of the American Medical Informatics Association*, 13 (6), 601-607.

HALL, P. et PRESTON, P. (1988). *The Carrier Wave: New Information Technology & the Geography of Innovation, 1846-2003*, Unwin Hyman, Londre, 288 p.

HAMEL, H. (2006). "The why, what and how of management of innovation", *Harvard business Review*, Février, 1, 73-84.

HAMMER, M. et CHAMPY, J. (1993). *Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution,* Harper Business, New York, 256 p.

HANSON, D., KNAPP, T. et OLSON, E. (2005). "Enabling high performance in utilities through supply chain management", disponible sur http://www.accenture.com/Global/Services/By_Subject/Supply_Chain_Mgmt/R_and_I/EnablingManagement.htm.

HARDGRAVE, B.C. et MILLER, R. (2006). "The myths and realities of RFID", *International Journal of Global Logistics and Supply Chain Management,* 1(1), 1-16.

HARDGRAVE, B.C., WALLER, M. et MILLER, R. (2005). "Does RFID reduce out of stocks? a preliminary analysis", *Information technology research institute,* disponible sur http://itri.uark.edu/research/default.asp

HARRISON, M., MCFARLANE, D., PARLIKAD, A.K. et WONG, C.Y. (2005). "Information management in the product lifecycle -the role of networked RFID". AUTOIDLABS-WP-BIZAPPS-014, disponible sur www.Autoidlabs.org

HEESE, H.S. (2007). "Inventory inaccuracy, double marginalization, and RFID adoption", *Production and Operations Management*, 16 (5), 542-553.

HEINRICH, K. (2005). *RFID and Beyond: Growing Your Business Through Real World Awareness,* John Wiley & Sons., Indinapolis, 267 p.

HENDERSON, R. et CLARK, K.B. (1990). "Architectural innovation: the reconfiguration of existing systems and the failure of established firms", *Administrative Science Quarterly*, 35, 9-32.

HEWLETT-PACKARD (2004). "RFID-sensible innovations for adaptive enterprise", Avril, disponible sur www.hp.com/country/lamerica_nsc_carib/en/features/04rfid.html.

HEWLETT-PACKARD (2006). ""Memory spot": HP unveils revolutionary wireless chip that links the digital and physical worlds", disponible sur http://www.hp.com/hpinfo/newsroom/press/2006/060717a.html?jumpid=reg_R10

HEYDT-BENJAMIN, T.S., BAILEY, D.V., FU, K., JUELS, A. et O'HARE, T. (2007). "Vulnerabilities in first-generation RFID-enabled credit cards", *Proceedings of Eleventh International Conference on Financial Cryptography and Data Security*, 2-14, Lowlands, Scarborough, Trinidad/Tobago 12-15 Fevrier.

HILTY, L.M. (2005). "Electronic waste – an emerging risk?", *Environmental Impact Assessment Review*, 25, 431-435.

HITACHI (2006). "The world' smallest RFID IC". disponible sur http://www.hitachi.co.jp/Prod/mu-chip/

HODGES, S. et MCFARLANE, D. (2006). "Radio frequency identification: technology, applications and impact", AUTOIDLABS-WP-HARDWARE-016, disponible sur www.Autoidlabs.org

HÖLMSTROM, J., FRAMLING, K., KAIPIA, R. et SARANEN, J. (2002) "Collaborative planning forecasting and replenishment: new solutions needed for mass collaboration", *Supply Chain Management: An International Journal,* 7 (3), 136-145.

HONG, K. K., et KIM, Y.G. (2002), "The critical success factors for ERP implementation: an organizational fit perspective", *Information & Management*, 40, 25-40.

HUANG, G.Q., ZHANG, Y.F. et JIANG, P.Y. (2007). "RFID-based wireless manufacturing for walking-worker assembly islands with fixed-position layout", *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing,* 23, 469–477.

HUNT, S.D. (1997). "Competing through relationships: grounding relationship marketing in resource-advantage theory", *Journal of Marketing Management*, 13 Juillet, 431-445.

HUNT, S.D. et ARNETT, D. (2003). "Resource-advantage theory and embeddedness: explaining R-A theory's explanatory success", *Journal of Marketing Theory and Practice*, 11 (1), 1-17.

HUNT, S.D. et MORGAN, R.M. (1995). "The Comparative Advantage Theory of Competition", *Journal of Marketing*, 59, Avril, 1-15.

IDTECHEX (2008). "RFID forecasts, players and opportunities 2008-2018". Analyse de marché présentée par Harrop P. "RFID – the global situation", *RFID Smart Labels USA 2008 & Active RFID & RTLS*, Boston, USA, 20-21 février.

ISKANDAR, B.Y., KUROKAWA, S. et LEBLANC, L.J. (2001). "Adoption of electronic data interchange: the role of buyer-supplier relationships", *IEEE Transaction on Engineering Management,* 48 (4), 505-517.

ISO/IEC 18000-6:2004 (2006). "Information technology, Radio frequency identification for item management Part 6: parameters for air interface communications at 860 MHz to 960 MHz", 134 pages, disponible sur http://www.iso.org/iso/en/CatalogueDetailPage.CatalogueDetail?CSNUMBER=34117

ITU (International Telecommunication Union) (2005). "Internet reports 2005: the internet of things", 7ième ed., http://www.itu.int/osg/spu/publications/internetofthings/

JOHNSON, D. (2002). "RFID tags improve tracking, quality on Ford line in Mexico", *Control Eng.*, 49 (11), 16, disponible sur www.controleng.com/article/CA257232.html

JOLLY, V.K. (1997). *Commercializing new technologies : Getting from mind to market*, Harvard Business School Press, Boston Massachussetts, 410 p.

JONES, P., CLARKE-HILL, C., HILLIER, D. et COMFORT, D. (2005). "The benefits, challenges and impacts of radio frequency identification technology (RFID) for retailers in the UK", *Marketing Intelligence & Planning*, 23 (4), 395-402.

JUNKO, Y. (2007). "REID fix promises to thwart packaged-DVD thefts", *Electronic Engineering Times,* Mai, 1475, 34-38.

KALAY, Y.E. (2005). "The impact of information technology on design methods, products and practices", *Design Studies,* 27, 357-380.

KANNANA, V.R. et TAN, K.C. (2005). "Just in time, total quality management, and supply chain management: understanding their linkages and impact on business performance", *Omega, Omega, the international Journal of Management Science,* 33, 153-162.

KAPLAN, R.S. (1998). "Innovation action research: creating new management theory and practice", *Journal of Management Accounting Research,* 10, 89-118.

KÄRKKÄINEN, M. (2003). "Increasing efficiency in the supply chain for short shelf life goods using RFID tagging", *International Journal of Retail & Distribution,* 31 (10), 529-536.

KARKKAINEN, M. et HOLMSTROM, J. (2002)."Wireless product identification: enabler for handling efficiency, customisation and information sharing", *Supply chain Management: an International Journal*, 7 (4), 242-252.

KARKKAINEN, M., HOLMSTROM, J., FRAMLING, K. et ARTTO, K. (2003). "Intelligent products, towards a more effective project delivery chain", *Computer in Industry*, 50, 141-151.

KATZ, M.L. et SHAPIRO, C. (1986). "Technology adoption in the presence of network externalities", *The Journal of Political Economics*, 94 (4), 822–841.

KATZY, B. et SUNG, G. (2007). "Virtual project productivity- a management issue", *Proceedings of the13th ICE Conference on Concurrent (Collaborative) Innovation*, Sophia-Antipolis, France, 4-6 Juin.

KELEPOURIS, T., PRAMATARI, K. et DOUKIDIS, G. (2007). "RFID-enabled traceability in the food supply chain", *Industrial Management & Data Systems*, 107 (2), 183-200.

KESKILAMMI, M., SYDÄNHEIMO, L. et KIVIKOSKI, M. (2003). "Radio frequency technology for automated manufacturing and logistics control, part 1: passive RFID systems and the effects of antenna parameters on operational distance", *International Journal of Advanced Manufacturing Technology,* 21 (10/11), 769-774.

KHAN, J.M., KATZ R.H., et PISTER, K.S.J. (2000). "Emerging challenges: mobile networking for 'Smart Dust'", *Journal of Communications and Networks*, 2 (3), 188-196.

KHURANA, A. et ROSENTHAL, S.R. (2002). "Integrating the fuzzy front end of new product development", 47-85, dans E.B.Roberts, ed., *Innovation driving product process and market change*, Jossey-Bass., Cambridge, MA. USA.

KIRITSIS, D., BUFARDI, A. et XIROUCHAKIS, P. (2003). "Research issues on product lifecycle management and information tracking using smart embedded systems", *Advanced Engineering Informatics,* 17, 189-202.

KOEN, P., AJAMIAN, G., BOYCE, S., CLAMEN, A., FISHER, E., FOUNTOULAKIS, S., JOHNSON, A., PURI, P. et SEIBERT, R. (2002). "Fuzzy front end: effective methods, tools and techniques", 2-35, dans Belliveau, P., Griffin, A. and Somermeyer, S.,ed ., *The PDMA ToolBook for New Product Development*, John Wiley & Sons; New York.

KOHLI, R. et SHERER, S. (2002). "Measuring payoff of information technology investments: research issues and guidelines", *Communications of the AIS*, 9 (14), 241-268.

KOHN, W., BRAYMAN, V. et LITTLETON (2005)."Repair-control of enterprise systems using RFID sensory data", *IIE Trans.*, 37 (4), 281–90.

KOP, C. et MAYR, H.C. (1998). "Conceptual predesign, bridging the gap between requirements and conceptual design", *IEEE Proceedings of the 10th International Conference on Requirements Engineering (RE'98)*, Colorado Springs, USA, 6-10 Avril.

KRAUCHI, P.H., WAGER, P.A., EUGSTER, M., GROSSMANN G., et HILTY, L. (2005). "End-of-life impacts of pervasive computing", *IEEE Technology and Society Magazine*, spring, 45-53.

KUJALA, S., KAUPPINEN, M., LEHTOLA, L. et KOJO, T. (2005). "The role of user involvement in requirements quality and project success", *Proceedings of the 2005 13th IEEE International Conference on Requirements Engineering (ICRE'05)*, Paris, France, 29 Aout - 2 Septembre.

KUMAR, S. (2007). "Connective technology as a strategic tool for building effective supply chain", *International Journal of Manufacturing Technology and Management*, 10 (1), 41-56.

KUMAR, S. et BUDIN, E.M. (2006). "Prevention and management of product recalls in the processed food industry: a case study based on an exporter's perspective", *Technovation*, 26, 739–750.

KUMAR, V. et MURPHY, S.A. (1996). "The role of predevelopment activities and firm attributes in new product success", *Technovation,* 16 (8), 431-441.

KUO, T.C., HUANG, S. et ZHANG, H. (2001). "Design for manufacture and design for 'X': concepts, applications and perspectives", *Computers and Industrial Engineering*, 41, 241–260.

KUROKAWA, S. et MANABE, S. (2002). "Determinants of EDI (Electronic Data Interchange) adoption and integration in the US and Japanese automobile suppliers", disponible sur http://www.rieb.kobe-u.ac.jp/academic/ra/dp/English/dp129.PDF

LAHIRI, S. (2005). *RFID Sourcebook*, IBM Press, Pearson ed., Upper Saddle River, NJ, USA, 304 p.

LALONDE, B. (1998). "Supply chain evolution by numbers", *Supply chain Management Review*, Spring, disponible en ligne sur http://www.scmr.com/article/CA629640.html

LAMBERT, D.M., STOCK, J.R. et ELLRAM L.M. (1998). *Fundamentals of Logistics Management,* Mc Graw Hill, Boston, MA., 640 p.

LAMPE, M., STRASSNER, M. et FLEISCH, E. (2005). "A ubiquitous computing environment for aircraft maintenance", AUTOIDLABS-WP-BIZAPPS-013, disponible sur www.Autoidlabs.org

LANDT, J. (2005). "The history of RFID", *IEEE Potentials*, Octobre/Novembre, 8-11.

LANDT, J. (2001). "Shrouds of time, the history of RFID" *Association for automatic identification and mobility (AIM) Publication,* Pittsburg, PA, Oct., disponible sur: www.aimglobal.org/technologies/rfid/resources/shrouds_of_time.pdf

LAPIDE, L. (2004). "RFID: what's in it for the forecaster?", *Journal of Business Forecasting Methods & Systems*, 23 (2), 16-19.

LAUBACHER, R., KOTHARI, S.P., MALONE T.W. et SUBIRANA. B. (2006). "What is RFID worth to your company? Measuring performance at the activity level", disponible sur http://ebusiness.mit.edu

LEAVER, S.C., MENDELSOHN, T., SPIVEY OVERBY, C. et YUEN, E.H. (2004). "Evaluating RFID middleware, picking the right solution for integrating RFID data into business applications", Forrester Research Inc, Août.

LEE, H.L., PADMANABHAN, V. et WHANG, S. (2004). "Information distortion in a supply chain: the bullwhip effect", *Management Science*, 50 (12), 1875-1886.

LEE, H.L., PADMANABHAN, V. et WHANG, S.(1997). "The bullwhip effect in supply chains", *Sloan Management Review*, Spring, 93–102.

LEFEBVRE, L.A., LEFEBVRE, É., BENDAVID, Y., FOSSO WAMBA, S.et BOECK, H. (2006). "RFID as an enabler of B-to-B e-Commerce and its impact on business processes: a pilot study of a supply chain in the retail industry", *Computer Society Press, IEEE, Proceedings of the 39th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS, 06), B-to-B E-Commerce Mini-Track*, Kauai, Hawaii, 4-7 Janvier.

LEFEBVRE, L.A., LEFEBVRE, E., ELIA, E. et BOECK, H. (2005). "Exploring B-to-B E-Commerce adoption trajectories in manufacturing SMEs",*Technovation*, 25 (12),1443-1456.

LEGNER, C. et THIESSE, F. (2006). RFID-Based Maintenance at Frankfurt Airport. *Pervasive computing*, Janvier–Mars, 34-39.

LEIMEISTER, J.M., KNEBEL, U. et KRCMAR, H. (2007). "RFID as enabler for the boundless real-time organisation: empirical insights from Germany", *International Journal of Networking and Virtual Organisations*, 4 (1), 45-63.

LI, S., VISICH, J.K., KHUMAWALA, B.M.et ZHANG, C., (2006). "Radio frequency identification technology: applications, technical challenges and strategies", *Sensor Review*, 26 (3), 193-202.

LINDSAY, A., DOWNS, D.et LUNN, K. (2003). "Business processes—attempts to find a definition", *Information and Software Technology*, 45,1015–1019.

LOEBBECKE, C. et HUYSKENS, C. (2006). "Weaving the RFID yarn in the fashion industry: the Kaufhof case", *Management Info.Sys. Quarterly Executive (MISQE)*, 5 (4), 169-179.

LOEBBECKE, C. et PALMER, J. (2006). "RFID in the fashion industry: Kaufhof Department Stores AG and Gerry Weber International AG, fashion manufacturer", *Management Info.Sys. Quarterly Executive (MISQE)*, 5 (2), 15-25.

LOEBBECKE, C. (2005). "RFID technology and application in the retail supply chain: the early Metro Group pilot", *18th Bled conference on eIntegration in action*, Bled, Slovenia, 6-8 Juin.

LOEH, H., SUNG, G. et KATZY, B. (2005). "The CeTIM virtual enterprise Lab – A Living, distributed, collaboration Lab", *11th International Conference on Concurrent Enterprising (ICE'05),* University BW Munich, Allemagne, 20-22 Juin.

LOWSON, R.H. (2003). "How supply network operations strategies evolve", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 33 (1), 75-91.

MAIDEN, N. et ROBERTSON, S. (2005). "Integrating creativity into requirements processes: experiences with an air traffic management system", *Proceedings of the 13th IEEE International Conference on Requirements Engineering (RE'05),* 105-114, Paris, France, 29 Août- 2 Septembre.

MAKATSORIS, H.C. et CHANG, Y.S. (2004). "Design of a demand-driven collaborative supply-chain planning and fulfilment system for distributed enterprises", *Production Planning & Control*, 15 (3), 256-269.

MANTHOU, V., VLACHOPOULOU, M. et FOLINAS, D. (2002). "The supply chain perspective of E-Business evolution: towards the knowledge society" Section 5, 229-243 dans Monteiro J.L., Swatman P. M.C., Valadares Tavares L. (2002), *Towards the knowledge society: eCommerce, eBusiness, and eGovernment,* Kluwer Academic Publisher, Norwell, MA., 766p.

MARKUS, M.L. et CHRISTIAANSE, E. (2003). "Adoption and impact of collaboration electronic marketplaces", *Information Systems and e-Business Management,* 1, 1-17.

MCFARLANE, D., SARMA, S., CHIRN, J.L., WONG, C.Y. et ASHTON, K. (2003). "Auto ID systems and intelligent manufacturing control", *Engineering Applied Artificial Intelligence*, 16 (4), 365-376.

MELSKI, A., THOROE, L., et SCHUMANN, M. (2007). "Managing RFID data in supply chains", *International Journal of Internet Protocol Technology* 2 (3/4) 176 – 189.

MEZA, P. et. BURGELMAN, R.A. (2003). "Finding the balance: intellectual property in the electronic arts in the digital age", dans Burgelman, R.A., Christensen, C.M. et Wheelwright, S.C. (2003). *Strategic Management of Technology and Innovation,* McGraw-Hill/Irwin; 4ème edition, 1224 p.

MICHAEL, K. et MCCATHIE, L. (2005). "The pros and cons of RFID in supply chain management", *IEEE, Computer Society, Proceedings of theFourth International Conference on Mobile Business (ICMB'05),* Sydney, Australie, 11-13 Juillet.

MITSUGI, J., INABA, T., PÁTKAI, B., THEODOROU, L., SUNG, J., SÁNCHEZ LÓPEZ, T., KIM, D., MCFARLANE, D., HADA, H., KAWAKITA, Y., OSAKA, K., NAKAMURA, O.(2007). "Architecture development for sensor integration in the EPCglobal Network", disponible en ligne sur www.autoidlabs.org/uploads/media/AUTOIDLABS-WP-SWNET-018.pdf

MOEENI, F. (2004). "Quality decision making, input technologies, and IT education", *Decision Line*, Mai, 14-23.

MONTOYA-WEISS, M. et O'DRISCOLL, T. (2000). "From experience: applying performance support technology in the fuzzy front end", *Journal of Product Innovation Management*, 17 (2), 143-161.

MOORE, B. (2007). "RFID: Et tu, Brute? Killing some RFID truths", Association for automatic identification and mobility (AIM Global), March, disponible sur www.aimglobal.org/

MOTOROLA (2007). "Motorola completes acquisition of symbol technologies", disponible sur: www.motorola.com/mediacenter/news/detail.jsp?globalObjectId=7583_7513_23

MOTWANI, J., SUBRAMANIAN, R. et GOPALAKRISHNA, P. (2005). "Critical factors for successful ERP implementation: exploratory findings from four case studies", *Computers in Industry, Special issue: Current trends in ERP implementations and utilisation*, 56 (6), 529-544.

MUZUMDAR, M. et BALACHANDRAN, N. (2001), "The supply chain evolution", disponible en ligne sur: www.aspentech.com/corporate/press/publications.cfm?pubid=168&displaypub=2

NAPPI, B. (2004). *RFID 2004 report*, Disponible en ligne sur http://www.highimpactip.com/report_intro.htm

NEELEY, C.K.R. (2006). *Connective Technology adoption in the supply chain: The role of organizational, interorganisational and technology related factors*, these de doctorat, University of North Texas.

NGAI, E.W.T., CHENG, T.C.E., LAI, K.H. CHAI, P.Y.F., CHOI, Y.S. et SIN, R.K.Y. (2007). "Development of RFID based traceability system: expericence and lessons learned from aircraft engineering company", *Production and Operations Management*, 16 (5), 554-568.

NGAI, E.W.T.et RIGGINS, F.J. (2008). "Editorial, RFID: technology, applications, and impact on business operations", *International Journal of Production Economics*, 112 (2), 507-509

NGAI, E.W.T., MOON, K.K.L., RIGGINS, F.J. et YI,C.Y. (2008). "RFID research: an academic literature review (1995 – 2005) and future research directions", *International Journal of Production Economics*, 112 (2), 507-1010.

NIITAMO, V.P., KULKKI, S., ERIKSSON, M. et HRIBERNIK, K.A. (2007). "State-of-the-art and good practice in the field of living labs", *Proceedings of the 13th ICE Conference on Concurrent (Collaborative) Innovation*, Sophia-Antipolis, France, 4-6 Juin.

NOBELIUS, D. (2004). "Towards the sixth generation of R&D management", *International Journal of Project Management,* 22 (5), 369-375.

NOBELIUS, D. et TRYGG, L. (2002). "Stop chasing the front end process management of the early phases in product development projects", *International Journal of Project Management,* 20, 331–340.

O'CONNOR, M.C. (2007). "A guide to today middleware", *RFID Journal*, 2, 107-122.

O'CONNOR, M.C. (2006). "RFID consortium names patent-pool administrator". *RFID Journal*, disponible sur http://www.rfidjournal.com/article/view/2636

ORACLE (2006a). "US retailers that plan to implement RFID in the next year", Mai, disponible sur www.eMarketer.com

ORACLE (2006b). "IT systems that US retailers want to implement before the upcoming holiday season (% of respondents)", disponible sur www.eMarketer.com

PARLIKAD, A.K. et MC FARLANE, D.C. (2007). "RFID-based product information in end –of life decision making", *Control Engineering Practice*, sous presse.

PARLIKAD, A.K., MC FARLANE, D.C. et KULKARNI, A.G. (2005). "Improving product recovery decisions through enhanced product information", AUTOIDLABS-WP-BIZAPPS-021, disponible sur www.Autoidlabs.org

PAXAR Central Europe GmbH (2005). "Paxar's perfect performance in Metro's SCM", 4 Novembre, disponible sur http://www.paxar-emea.com

PETERSON, R.A. et BALASUBRAMANIAN, S. (2002). "Retailing in the 21st Century: reflections and prologue to research", *Journal of Retailing*, 78, 9-16.

PINE, B.J., BART,V. et BOYNTON, A.C. (1993). "Making mass customization work", *Harvard Business Review*, 108-119.

PMI (2004). *A guide to the project management body of knowledge* (PMBOK Guide), Third Edition, Project Management Institute, Newtown, PA., USA.

POIRIER, B. et BAUER, M. (2001). *E-supply chain : Using the Internet to revolutionize your business,* Berrett-Kohler, San Fransisco, CA.

PRADO LEITE, J.C.S. (2000). "Is there a gap between RE research and RE practice?", *Proceeding of the Fourth International Conference on Requirements Engineering (ICRE'00),* 73, Schaumburg, Illinois, 19-23 Juin.

PRAJOGO, D.I. et SOHAL, A.S. (2001). "TQM and innovation: a literature review and research framework", *Technovation,* 21, 539-558.

PRAJOGO, D.I. et SOHAL, A.S. (2006). "Production, manufacturing, logistics the relationship between organization strategy, total quality management (TQM), and organization performance-the mediating role of TQM", *European Journal of Operational Research*, 168, 35-50.

PRAMATARIS, K. (2007). "Collaborative supply chain practices and evolving technological approaches", *Supply Chain Managament: An international Journal*, 12 (3), 210-220.

PRAMATARIS, K.C., DOUKIDIS, G.I. et KOUROUTHANASSIS, P. (2005). "Towards 'smarter' supply and demand-chain collaboration practices enabled by RFID technology", *The Hermes Newsletter, Eltrum*, 31, Mars - Avril.

PRATER, E., FRAZIER, G.V. et REYES, P.M. (2005). "Future impacts of RFID on e-supply chains in grocery retailing", *Supply Chain Management: An International Journal,* 10 (2), 134-142.

QIU, G.R. (2007). "RFID-enabled automation in support of factory integration", *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, 23 (6), 677-683.

QUAADGRAS, A. (2005). "Who joins the platform? The case of the RFID business ecosystem", *Computer Society Press, IEEE, Proceedings of the 38th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS '05)*, Big Island, HI, USA., 3-6 Janvier.

QUAYLE, M. (2003). "A study of supply chain management practice in UK industrial SMEs", *Supply Chain Management: An International Journal*, 8 (1), 79-86.

RADKO, J. et SCHUMACHER, A. (2004). "Electronic product code: RFID drives the next revolution in adaptive retail supply chain execution", disponible sur www.GlobaleXchangeServices.com

RAMAN, A., De HORATIUS, N. et TON, Z. (2001). "Execution, the missing link in retail operations", *California Management Review*, 4 (43), 136-152.

RANASINGHE, D.C., LEONG, K.S., NG, M. L., ENGELS, D.et COLE, P.H. (2005). "A Distributed Architecture for a Ubiquitous Item Identification Network", *Workshop on Smart Object Systems In Conjunction with the Seventh International Conference on Ubiquitous Computing (UbiComp 2005)*, Tokyo, Japon, 11 Septembre.

RAYPORT, J.F.et SVIOKLA, J.J. (1995). "Exploiting the virtual value chain", *Harvard Business Review*, 73 (6), Novembre, 75-85.

REGATTIERI, A., GAMBERI, M. et MANZINI, R. (2007). "Traceability of food products: general framework and experimental evidence", *Journal of Food Engineering*, 81, 347-356.

REINERTSEN, D.G. (1994). "Streamlining the fuzzy front end", *World Class Design to Manufacture,* 1 (5), 4-8.

REKIK,Y., SAHIN, E. et DALLERY, Y. (2007). "Analysis of the impact of the RFID technology on reducing product misplacement errors at retail stores", *International Journal of Production Economics*, sous presse.

RESEARCH and MARKETS (2005). "RFID industry. A market update", Juin, disponible sur www.researchandmarkets.com

REYES, P.M., FRAZIER, G.V., PRATER, E.L. et CANNON, A.R. (2007)."RFID: the state of the union between promise and practice", *International Journal of Integrated Supply Management*, 3 (2), 192-206.

RFID Journal (2004). "Nokia unveils RFID phone reader", disponible sur http://www.rfidjournal.com/article/articleview/834/1/1/

RFID Journal (2007). "Kimberly-Clark rolls out mobile RFID in stores new tagging solutions", disponible sur http://www.rfidjournal.com/article/articleview/2189/1/1/

RFID Update (2006a). "Wal-Mart to expand RFID rollout by 500 locations", Septembre, disponible sur http://www.rfidupdate.com/articles/index.php?id=1202

RFID Update (2006b). "RFID deployment at DoD completes first phase", Octobre, disponible sur http://www.rfidupdate.com/articles/index.php?id=1217

RFID Update (2007). "METRO moves RFID pilot to production", disponible sur http://www.rfidupdate.com/articles/index.php?id=1389&from=rss

RIEBACK, M.R., CRISPO, B. et TANENBAUM, A.S. (2006a). "Is your cat infected with a computer virus?", *Fourth Annual IEEE International Conference on pervasive computing and communication*, Pise, Italie, PerCom 2006, 13-17 Mars.

RIEBACK, M.R., SIMPSON, P.N.D., CRISPO, B. et TANENBAUM, A.S. (2006b). "RFID malware: Design principles and examples", *Pervasive and Mobile Computing,* 2, 405-426.

RIGGINS, F.J. et MUKHOPADHYAY, T. (1994). "Interdependent benefits from interorganizational systems: opportunities for business partner reengineering", *Journal of Management Information Systems*, 11 (2), 37-67.

RIGGINS, F.J. et SLAUGHTER, K.T. (2006). "The role of collective mental models in IOS adoption: opening the black box of rationality in RFID deployment", *Computer Society Press, IEEE, Proceedings of the 39th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS '06)*, Kauai, HI, USA., 4-7 Janvier.

RIGGINS, F.J., KRIEBEL, C.H. et MUHOPADHYAY, T. (1994). "The growth of interorganizational systems in the presence of network externalities", *Management Science*, 40 (8), 984-998.

RINGBECK, J. et STROH, S. (2004). "Thinking outside the closed loop", *Strategy+business enews Magazine*, Avril, 1-2.

RIVARD, S. et TALBOT, J. (2001). *Le développement de systèmes d'information – une méthode intégrée à la transformation des processus*, 3e édition, Presses de l'Université du Québec, 748 p.

ROBERTI, M. (2007). "Kimberly Klark gets an early win", *RFID Journal*, Mars- Avril, 4 (2), 17-23.

ROBERTS, E.B. et LIU, W.K. (2001). "Ally or acquire? How technology leaders decide", *MIT Sloan Management Review*, fall, 43 (1), 26-34.

ROGERS, E. (2000). *Diffusion of innovation*, 5th edition, the Free press, New York, 512p.

ROGERS, T.D. (2007). "RFID current strengthens in Canada", *GS1 Journal*, special report fall-Winter, 16-20.

ROUSSEL, P.A. (1984). "Technological maturity proves a valid and important concept," *Research Management*, Janvier-Fevrier, 29-34

SAAR, S. et THOMAS, V. (2003). "Toward trash that thinks, product tags for environmental management", *Journal of Industrial Ecology*, 6 (2), 133-146.

SALVADOR, F. et FORZA, C. (2004). "Configuring products to address the customization responsiveness squeeze: a survey of management issues and opportunities", *International Journal of Production Economics*, 91, 273-291.

SAP (2005) "Strategies for profitable growth – Utility industry", disponible sur www.sap.com/industries/utilities/pdf/BWP_Strategies.pdf

SARMA, S., BROCK, D.L. et ASHTON, K. (2001). "The networked physical world. proposals for engineering the next generation of computing", *IEEE Commerce & Automatic-Identification Pervasive Computing*, 2 (2), 9-14.

SAVI TECHNOLOGY (2007). "Savi technology taps on solar energy to power RFID-based asset traking systems", Communiqué de presse, disponible sur http://www.savi.com/news/2007/2007.11.19.shtml

SAWHNEY, M. et KAPLAN, S. (2000). "E-Hubs: the new B2B marketplaces", *Harvard Business Review*, Mai-Juin, 97-103.

SCHEER, A.W., ABOLHASSAN, F. et WOLFRAM, J. (2002). *Business Process Excellence: Aris in Practice*, Springer-Verlag, Secaucus, NJ, USA., 292 p.

SCHONBERGER, R.J. (1982). "Some observations on the advantages and implementation issues of just-in-time production systems", *Journal of Operations Management*, 3 (1), 1-12.

SCHUMACHER, J. et FEURSTEIN, K. (2007). "Living Labs – the user as co-creator", *Proceedings of the 13th ICE Conference on Concurrent (Collaborative) Innovation*, Sophia-Antipolis, France 4-6 Juin.

SCOTT, G.M. (1995). "Downsizing, business process re-engineering, and quality improvement plans: how are they related?", *Information Strategy: The Executive Journal*, 11 (3), 18-34.

SEIFERT, D. (2003). *Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment: How to Create a Supply Chain Advantage,* AMACOM/American Management Association, New York, USA., 375 p.

SHARMA, A., CITURS, A. et KONSYNSKI, B. (2007). "Strategic and institutional perspectives in the adoption and early integration of RFID", *Computer Society Press, IEEE, Proceedings of the 40th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS, 07),* Big Island, HI, USA., 3-6 Janvier.

SHEFFI, Y. (2005). "RFID and the innovation cycle", *International Journal of Logistics Management*, 15 (1), 1-10.

SHENHAR, A. et DVIR, D. (1996). "Toward a typological theory of project management", *Research Policy*, 25, 607-632.

SHEPHERD, C. et PERVAIZ, K.A. (2000). "NPD frameworks: a holistic examination", *European Journal of Innovation Management*, 3 (3), 160-173.

SHEREHIYA, B., KARWOWSKI, W. et LAYER, J.K (2007). "A review of enterprise agility: concepts, frameworks, and attributes", *International Journal of Industrial Ergonomics*, 37(5), 445-460.

SIKANDER J. (2004). "Building distributed applications, Microsoft RFID technology overview", Microsoft Corporation, disponible en ligne sur http://msdn2.microsoft.com/en-us/library/aa479362.aspx

SIMON, H.A. (1957). *Administrative Behavior*, 4th version, 1997, Free Press, USA., 327 p.

SIMON, H.A. (1968). "Observations and opinions: the future of information processing technology", *Management Science*, 4, 1-16.

SMEDS, R. (1994). "Managing change towards lean enterprises", *International journal of Operations & Production Management*, 14 (3), 66-82.

SODERLUND, J. (2004). "On the broadening scope of the research on projects: a review and a model for analysis", *International Journal of Project Management*, 22, 655-667.

SPEKMAN, R.E. et SWEENEY II, P.J. (2006). "RFID: from concept to implementation", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 36 (10), 736-754.

SRIVASTAVA, B. (2004)."Radio Frequency ID technology: the next revolution in SCM" *Business Horizons*, 47 (6), 60-68.

STALK, H. Jr. et HOUT, T.M. (1990). C*ompeting Against Time, How Time-based Competition Is Reshaping Global Markets,* Free Press, New York, 304 p.

STANFORD, V. (2003). "Pervasive computing goes the last hundred feet with RFID systems", *IEEE Pervasive Computing*, 2 (2), Avril-Juin, 9-14.

STERNER, J. (2001). "Radio frequency ID: a new era for marketers", *Customer Insight*, 3 (4), 4-7.

STOCKMAN, H. (1948). "Communication by means of reflected power", *Proc. IRE*, Octobre, 1196-1204,

STRASSNER, M. et SCHOCH, T. (2004). "Today's impact of ubiquitous computing on business processes", Institute of Information Management of University of St. Gallen, disponible sur www.vs.inf.ethz.

STRAUSS, D. (2002). "Four stages to build an effective supply chain network", disponible sur www.ebonline.com

SUBIRANA, B., ECKES, C., HERMAN, G., SARMA, S. et BARRETT, M. (2004). "Measuring the impact of information technology on value and productivity using a process-based approach: the case for RFID technologies", *MIT Sloan* MIT Sloan Working Paper No. 4450-03, disponible en ligne sur ccs.mit.edu/papers/pdf/wp223.pdf.

SUBRAMANIAN, V., CHANG, P.C., LEE, J.B., MOLESA, S.E. et VOLKMAN, S.K. (2005b). "Printed organic transistors for ultra-low-cost RFID applications", *IEEE Transactions on Components and Packaging Technologies,* 28 (4), 742-747.

SUBRAMANIAN, V., FRÉCHET, J.M.J., CHANG, P.C., HUANG, D.C., LEE, J.B., MOLESA, S.E., MURPHY, A.R., REDINGER, D.R. et VOLKMAN, S.K. (2005a). "Progress toward development of all-printed RFID tags: materials, processes, and devices", *Proceedings of the IEEE, Flexible electronics technology, Part I: Systems & applications* 93 (7), 1330-1338.

SUDARSHAN, S.C., KRISHNAMURTHYY, V., RAMACHANDRANY, S. et SARMA, S. (2004). "Managing RFID Data", *Proceedings of the 30th* Very Large Data Bases (VLDB) *Conference*, Toronto, Canada, 29 Août-3 Septembre.

SUPPLY CHAIN COUNCIL (2007). "SCOR Model", disponible sur: http://www.supply-chain.org/page.ww?section=SCOR+Model&name=SCOR+Model

SUPPLY CHAIN COUNCIL (SCC) (2005). "Supply Chain Operations Reference (SCOR) model", disponible sur: http://www.supply-chain.org/cs/root/home

SWARTZ, J. (2000). "Changing retail trends, new technologies, and the supply chain", *Technology in society*, 22, 123-132.

TAIMUR, H. et CHATTERJEE, S. (2006). "A taxonomy for RFID", *Computer Society Press, IEEE, Proceedings of the 39th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS, 06),* Kauai, HI, USA., 4-7 Janvier.

TEECE, D. (1987). "Capturing value from technological innovation: integration, strategic partnering, and licensing decisions", 65-95, dans *Bruce R. Guile and Harvey Brooks, Editors Technology and Global Industry: Companies and Nations in the World Economy,* the National Academy press, disponible en ligne sur http://books.nap.edu/openbook.php?record_id=1671&page=65

THIESSE, F. et MICHAHELLES, F. (2006). "An overview of EPC technology", *Sensor Review*, 26 (2), 101-105.

TONI, D.A. et TONCHIA, S. (1998). "Manufacturing-flexibility: a literature review", *International Journal of Production Research*, 36 (6), 1587-1617.

TREBILCOCK B. (2006). "RFID are at cross roads – turning point" *Modern Materials Handling*.

TROCCHIA, P.J. et AINSCOUGH, T.L. (2006). "Characterizing consumer concerns about identification technology", *International Journal of Retail & Distribution Management*, 34 (8), 609-620.

TURNER, J.R. (2005). "The role of pilot studies in reducing risk on projects and programmes", *International Journal of Project Management*, 23, 1-6.

TURNER, J.R. et COCHRANE, R.A. (1993). "The goals and methods Matrix: Coping with projects with ill defined goals and-or methods of achieving them", *International journal of Project Management*, 11 (2), 93-101.

TUSHMAN, M., ANDERSON, P. et O'REALLY, C. (1997). "Technology cycles, innovation streams, and ambidextrous organizations: organizational renewal through innovation streams and strategic changes" dans Tushman, M.L. et Anderson, P. (1997). *Managing strategic innovation and changes – a collection of readings*, Oxford university press, New York.

UDOKA, S.J. (1991). "Automated data capture techniques: a prerequisite for effective integrated manufacturing system", *Computer Industrial Engineering*, 21 (1-4), 217-221.

ULRICH, K. (1995). "The role of product architecture in the manufacturing firm", *Research Policy*, 24, 419-441.

US DoD (Department of Defense) (2005). "Initial regulatory flexibility analysis of passive Radio Frequency Identification (RFID)", version 1.2, mars 2005, disponible sur www.acq.osd.mil.

US DoD (Department of Defense) (2006). "Unique Identification (UID) 101 the basics", Janvier, disponible sur http://www.acq.osd.mil/dpap/UID/attachments/iuid-101-20060130.pdf

US DoD (Department of Defense) (2007). "United States Department of Defense suppliers' passive RFID information guide", version 9.0., disponible sur www.dodrfid.org

US PATENT AND TRADEMARK OFFICE (2007). "System to monitor the ingestion of medicines - Eastman Kodak Company", disponible sur: http://appft1.uspto.gov/

US PATENT AND TRADEMARK OFFICE (USPTO) (2000). "Patent pools: a solution to the problem of access in biotechnology patents?" disponible sur http://www.uspto.gov/web/offices/pac/dapp/opla/patentpool.pdf

USAMI, M. et OHKI, M. (2003). "The mu-chip: an ultra-small 2.45GHz RFID chip for ubiquitous recognition applications", *The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers (IEICE) Transactions on Electronics,* E, 86-C (4), 521-528.

UTTERBACK, J. (1996). *Mastering the Dynamics of Innovation.* Harvard Business School Press., 2ème ed., Boston, Massachusetts, 253 p.

VALIRIS, G. et GLYKAS, M. (1999). "Critical review of existing BPR methodologies. The need for a holistic approach" *Business Process Management Journal*, 5 (1), 65-86.

VAN DE VEN, A., POLLEY, D., GARUD, R., et VENKATARAMAN, S. (1999). T*he innovation journey,* Oxford University Press, Ney York, 440 p.

VAN HOEK, R.I. (2001). "The rediscovery of postponement a literature review and directions for research", *Journal of Operations Management*, 19, 161-184.

VARGAS, M. (2004), "Retail industry profile overview of the retail sector", disponible sur www.retailindustry.about.com

VEGA, V. (2007). "Common RFID implementation issues: 10 considerations for deployment*", EPC Connection, 4th Annual Conference & Exhibition*, Chicago, USA., 2-4 octobre.

VENKATESAN, R. (1992). Strategic Sourcing: To Make or not to Make. *Harvard Business Review*, Novembre-Decembre, 70, 98-107.

VICS (2002), "Global Commerce initiative recommended guidelines-Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment (CPFR®)", version 2.0 - as approved by the Voluntary Inter-Industry Commerce Standards (VICS) Association – Juin, disponible sur http://www.vics.org/committees/cpfr/CPFR_Overview_US-A4.pdf

VIJAYARAMAN, B.S. et OSYK, B.A. (2006). "An empirical study of RFID implementation in the warehousing industry", *The International Journal of Logistics Management*, 17 (1), 6-20.

VON HIPPEL, E. (1988). *The sources of Innovation*, Oxford University Press, New York, 232 p., disponible en ligne sur http://web.mit.edu/evhippel/www/sources.htm

VON HIPPEL, E. (2005). "The future of innovation: the rise of the creative consumer", *The Economist,* 10 Mars.

VUORINEN, P. (2005). "Applying the RFID technology for field force solution", *Proceedings of the 2005 joint conference on Smart objects (SoC) and European Symposium on Ambient Intelligence (EUSAI): innovative context-aware services: usages and technologies,* Grenoble, France, 12-14 Octobre,

WANG, S., CHEN, W.-H., ONG, S.S., LIU, L. et CHUANG, Y.W. (2006). "RFID applications in hospitals: a case study on a demonstration RFID project in a Taiwan hospital", *Computer Society Press, IEEE, Proceedings of the 39th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS '06)*, Kauai, HI, USA., 4-7 Janvier.

WARNEKE, B., LAST, M., LIEBOWITZ, B. et PISTER, K.S.J. (2001). "Smart Dust: communicating with a cubic-millimeter computer", Computer 34 (1), 44-51.

WASSERMAN, E. (2007). "A healthy ROI", *RFID Journal*, 4 (4), 21-27.

WEISER, M. (1991). "The computer for the twenty-first century," *Scientific American*, 265 (3), 94-10.

WEISER, M. (1993). "Hot topics: ubiquitous computing", *IEEE Computer*, October, 26 (10), 71-72.

WHEATLEY, K.K. et WILEMON, D. (1997). "From emerging technology to competitive advantage", *IEEE Portland International Conference on Management of Engineering and Technology, technology and innovation management,* Portland, USA., 25-29 Juillet.

WHEELWRIGHT, S.C. et CLARK, K.B. (1992). *Revolutionizing product development*, The Free Press, New York, NY, USA. 364 p.

WILLIAMS, T.M. (1999). "The need for new paradigms for complex projects", *International Journal of Project Management*, 17 (5), 269-273

WILLIAMS, T.M. (2005). "Assessing and moving on from the dominant project management discourse in the light of project overruns", *IEEE Transaction on engineering management,* Novembre, 52 (4), 497-5408.

WOMACK, J.P. et JONES, D.T. (1994). "From lean production to the lean enterprise", *Harvard Business Review*, Mars-Avril, 72, 93-103.

WOMACK, J.P., JONES, D.T. et ROOS, D. (1991). *The machine that changed the world: the story of lean production*, Rawson Associates, Macmillan Publishing Company, New York, USA., 323 p.

WOODS, J. (2005). "RFID enables sensory network strategies to transform industries", *Gartner Research Publication*, Octobre, 2005.

WOODS, J., PISZCZALSKI, M., DAVISON, J., STEENSTRUP, K., VINING, J., ROZWELL, C.,, MAOZ, M., LEHONG, H., BURT, M., REYNOLDS, M., JONES, N., MAHLER, M., HIEB, B.R., LANDRY, S., HARRIS, M., WHITE, A. et MIKLOVIC, D. (2005). "Hype cycle for Radio Frequency Identification", *Gartrner Research Publication*, Juillet.

WU, N.C., NYSTROM, M.A., LIN T.R. et YU, H.C. (2006). "Challenges to global RFID adoption", *Technovation,* 26 (12), 1317-1323.

WU, Y.C. J. et YEN, T.C. (2007). "RFID technology innovations: the use of patent data", *International Journal of Manufacturing Technology and Management (IJMTM),* 10 (1), 106-120.

WYLD, D.C. (2006). "RFID 101: the next big thing for management", *Management Research News,* 29 (4), 154-173

YANG, G. et JARVENPAA, S.L. (2005). "Trust and Radio Frequency Identification (RFID) adoption within an Alliance", *Computer Society Press, IEEE, Proceedings of the 38th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS '05)*, Big Island, HI, USA., 3-6 Janvier.

ZACCOUR, G. (1998). *Deregulation of Electric Utilities*, Kluwer Academic publishers, 342 p.

ZAHARUDIN, A.A., WONG, C.Y. AGARWAL, V., MCFARLANE, D., YUN, R.K., et KANG, Y. (2002), "The intelligent product driven supply chain", *Auto-Id centre institute for manufacturing,* University of Cambridge.

ZAINO, J. (2007). "Tag sale", *RFID Journal*, 4 (4), 29-33.

ZEISEL, E. et SABELLA, R. (2006). *RFID+ Exam Cram,* OTA Training, LLC. Que Publishing, 336 p.

ZENG, L. et POSSEL-DOLKEN, F. (2002). *Strategic poduction networks*, Springer, Ney York, 503 p.

ZHEKUN, L., GADH, R. et PRABHU, B.S. (2003). "Study of RFID smart parts", *Wireless Internet for the mobile enterprise consortium,* disponible sur http://www.wireless.ucla.edu/techreports/UCLA-WINMEC-2003-202-RFID-SMART-PARTS.pdf.

ANNEXE A: POSITIONING PROJECT MANAGEMENT FOR RFID IMPLEMENTATION IN A MULTI-FIRM, MULTIPROJECT CONTEXT

Proceedings of the 14th Int. Association of Management of Technology (IAMOT'05), Vienna, Austria.

Ygal Bendavid, Ph.D. Candidate, École Polytechnique, Montreal, Canada
Mario Bourgault, Ph.D., Associate Professor, École Polytechnique, Montreal, Canada

ABSTRACT

Over the years, most project management concepts and methodologies have been developed and circulated through a single-project, single-organization focus. More recently, however, the scope of research in this discipline has become wider, with an increasing interest in the relationships between firms (inter-firm projects) and the relationships between projects within firms (multiproject organizations). This widening of the scope of project management is particularly relevant in the case of Radio Frequency Identification (RFID) related projects, which require interorganizational cooperation among the network of firms to be involved in implementing this technology. Recent key developments in microprocessors, tag/reader technology, and the supporting infrastructure (ERP, WMS) have led to a significant interest in RFID by several organizations, including larger ones such as Wal-Mart and the US Department of Defense. This should create a tremendous challenge for those involved in implementing these projects, from both a strategic and an operational perspective. Drawing on previous research on the implementation of network-related technologies, this paper proposes a framework for the management of RFID projects. The most important challenges will be highlighted based on a case study currently under investigation in North America.

Key words: RFID, project management, inter-firm collaboration, network.

A.1. INTRODUCTION

In order to remain competitive, companies continuously seek to optimize their internal (intraorganizational) and external (inter-organizational) processes with the intent of reducing their transaction costs. Numerous systems have been developed and implemented over the years. For example, in the 1990s, most leading companies around the world implemented Enterprise Resource Planning systems (ERP), Warehouse Management Systems (WMS), Manufacturing Execution Systems (MES) and Logistic Execution Systems (LES). This phenomenon, whereby multiple players are involved in product delivery, contributes to the complexity of the supply chain, heightening the importance of information sharing and collaboration. Today, many leading companies are increasing their use of other types of technologies that facilitate business process optimization with their supply chain partners, including Automatic Identification and Data Capture (AIDC) technologies and, more specifically, Radio Frequency Identification (RFID). The implementation of these technologies has raised some interesting and very relevant questions from a project management perspective. Over the years, various contributions have been made to better understand the lessons and the success factors associated with large, integrated technologies such as ERPs (e.g. Davenport, 2000).

Yet, while abundant academic literature has been published on various aspects of system implementation, very few studies have focused specifically on the implementation of RFID related technologies in the context of extended enterprises (collaborative networks). In fact, over the years, most project management concepts and methodologies have been developed and circulated through a single-project, single-organization focus, as emphasized by Evaristo and Van Fenema (1999). While the scope of research has become wider (Soderlund, 2004), current models and methodologies such as that of the PMI (2004) provide only partial guidelines for interorganizational projects since they generally retain their single-project focus.

The importance of emerging technologies such as RFID in the future (Smith and Konsynski, 2003; Sheffi, 2004; Srivastava, 2004) should attract more and more attention from both practitioners and academics. On the theoretical side, it is vital for developments to be proposed in this context of multi-firm, multi-project environments in order to expand existing concepts and models (Soderlund, 2004). On the practical side, the continued low rate of success of IT-related projects (Standish Group, 2004) remains a clear indication that major improvements are required in the way projects are designed and executed.

Based on a case study conducted in the utility industry, and drawing on previous research into the implementation of network-related technologies, this paper has the goal of positioning RFID implementation in a project management context, thus highlighting the most important challenges related to its implementation.

This article is divided into six sections. Section 2 provides an overview of RFID technology and the challenges associated with its implementation, followed in section 3 by the research questions and the methodological approach that was used to carry out the study. The following section (4), which presents a case study currently under investigation in North America, highlights the multifirm, multi-project context of RFID projects. In section 5, RFID projects are positioned in a project management context, with the intent of identifying the key drivers that are most likely to influence the management approach to this particular type of implementation. Finally, in section 6, further research avenues are proposed.

A.2. RESEARCH BACKGROUND

This section discusses the nature of RFID technology and some recent examples of its implementation.

A.2.1 RFID technology

The importance of RFID as a promising technology for multi-firm, multi-industry contexts, to serve multi-purpose applications is highlighted by the many recent white papers published by technology providers (e.g. Texas Instruments, 2004; Intermec, 2003), consulting firms (e.g. Accenture, 2004; Deloitte, 2004; Bearing Point, 2003), infrastructure providers (e.g. SAP, 2004; Sun Microsystems, 2004), solution providers (e.g. IBM, 2004), etc.

RFID technology is classified as a wireless AIDC technology used today in response to the need for high-quality information and successful data management (Smith and Offodile, 2002; Swartz, 2000). The most common types of AIDC range from relatively old technology such as bar coding or magnetic stripes to more recent high technology such as biometrics, optical character recognition, touch memory and RFID technology.

An RFID tag (active, passive or semi-passive) is a microchip attached to an antenna that is packaged in such a way that it can be applied to an object. The tag, which contains a unique serial number called an Electronic Product Code (EPC), is electronically programmed with individual data such as a Stock Keeping Unit (SKU) number, cost, date of manufacture, date of shipping, date of receiving, etc. (Kärkkäinen et al., 2003a). It may also contain other data that can be read/written on the tag through a reader, which is connected to a host computer system. When coupled with wireless technologies and enterprise systems (e.g. ERP, WMS, MES, LES), RFID systems can transfer the unique information gathered to (mobile) data centers inside and outside the boundaries of the organization in a timely and accurate way (Trebilcock, 2002), allowing access to a global network at any time without regard to location or mobility.

Even through the technology seems to have emerged recently, the RFID concept is not new. It was introduced in World War II, to distinguish allied aircraft from enemy aircraft via radar (AIM Publication, 2001). However, recent key developments in microprocessors, tag/reader technology, and the supporting infrastructure have led to a

significant interest in RFID by a number of major organizations working in a multi-industry context and pursuing multiapplication goals such as inventory management, access control, anti-counterfeiting applications, logistical tracking, etc. The most significant interest in RFID is in the retail industry; leading European and US retailers are testing the technology and conducting some pilot projects focusing specifically on supply chain management (SCM) applications (e.g. Wal-Mart worldwide, Tesco in the UK, Target Brands and Alberton in the USA, MetroStore in Germany). In late 2004, MetroStore became the first retailer to fully complete implementation. The *retail giants effect* and the fact that the US Department of Defense (DOD) ordered its major suppliers to adopt RFID (US DOD, 2004; RFID Journal, 2003) have had a domino effect, with first-tier major suppliers (Procter & Gamble, Gillette, Johnson & Johnson) asking their suppliers (second-tier) to comply with these requirements. In other industries the RFID effect has forced major players to consider its application, such as (i) Ford, Toyota and BMW in the automotive industry; (ii) Boeing, Airbus and Delta Airlines in the aerospace industry; (iii) the recent RFID recommendation by the powerful U.S. Food and Drug Administration (FDA, 2004) and its adoption by H.D. Smith in the pharmaceutical industry, etc.

So far, most cases where RFID is used have been considered as "closed-loop" implementation (Ringbeck and Stroh, 2004), in contrast with emerging *open-loop* SCM applications, which are considered to be the major trend of the next few years. However, RFID settings where the technology is fully implemented in the network and supply chain players collaborate through the sharing of the same information are still in their infancy and a lot remains to be done before RFID actually revolutionizes the way business is done today.

A.2.2. Challenges for RFID implementation

At this stage, RFID-related projects still involve a really high degree of risk and uncertainty due to several factors: (i) the *technology* must still be improved significantly, as chips still fail 20% of the time (AMR Research, 2004), and middleware is still being configured or available only in early versions (Romer et al., 2002). (ii) *Global standards* have yet to be defined as the major organizations involved (EPCglobal Inc., European Article Number (EAN) International, Uniform Code Council (UCC), International Standard Association (ISO)) compete for dominant standards. (iii) *Best practices* are not available because no previous benchmarking experience, case studies or experience have been documented, and thus no clear guidance can be provided by prime contractors. (iv) *The lack of expertise* and specialists forces companies to outsource project management to consulting firms that position themselves as "specialists." (v) *The cost* of the tags is still high (more than 5 cents), while the management of the large volumes of data that RFID will generate requires system integration, changes to existing supply chain applications, and upgrades to storage systems and analytics (AMR, 2004), along with a lot of unknown and misunderstood hardware and software costs. (vi) The *level of change* (Davenport, 1993) involved in RFID projects implies cross-functional and cross-enterprise process innovation, which greatly heightens the risk of failure. Also, while many models can support project managers in business process re-engineering (BPR), no previous models provide guidelines for the management of socalled "intelligent product" and "transparent process" implementation in a context of uncertain technology.

A.2.3. Recent interest in RFID by the research community

The academic community is also paying increasing attention to RFID, especially since Wal-Mart and the US Department of Defense (DOD) ordered their major suppliers to adopt and implement RFID by the beginning of 2005 (US DOD, 2004; RFID Journal, 2003). In fact, recently there has been a flurry of papers in various fields of research such as innovation management (Sheffi, 2004), e-commerce (Bain and Subirana, 2003),

in SCM (Srivastava, 2004; Gunasekarana and Ngaib, 2004), and environment management (Saar and Thomas, 2002).

More specifically, a number of research avenues have opened up in the realm of project and construction management, covering aspects such as the logistics challenge in international projects (Kärkkäinen et al., 2003b), material procurement on construction sites (Jaselskis and El- Misalami, 2003; Yagi et al., 2004), monitoring of labor performance (Navon and Goldsmitt, 2003; Navon, 2004), and integration issues (Angeles, 2005; Bornhovd et al., 2005). These studies certainly reflect the gradually increasing importance of RFID in the context of projects. Nevertheless, the bulk of the research tends to focus on applications rather than on the implementation of the technology.

A.3. RESEARCH QUESTION AND METHODOLOGY

The lack of studies on how RFID should be implemented was the prime motivation for this exploratory research. This paper is based on empirical evidence (case study) collected within one of the largest utility companies in the world, and with one of its major suppliers. Using this case as a unique observation field, the objective was to address the following questions:

1. What are the possible impacts of RFID technologies on the company's processes, structure and products and its extended network of suppliers?
2. Considering these impacts, what are the implications for the way such implementation projects should be carried out?

Because RFID implementation in the extended enterprise context is an emerging phenomenon, the case study approach was selected in order to facilitate the identification of the main concepts involved (Yin, 2003).

In order to understand the potential impact and challenges of implementing RFID-related technologies, multiple information sources were used so that they could be

triangulated: (i) onsite semi-structured interviews with many key respondents in each participating firms, as well as telephone interviews to validate data with other key employees; (ii) internal reports and other corporate documents; (iii) Internet-based information on the firms and the industrial context they operate in, as well as other publicly available information such as industrial reports and academic reviews on emerging AIDC technologies such as RFID. Finally, a review of previous research on implementation of network-related technologies and project management in the context of uncertain technologies was conducted. It was found that looking at similar projects could indeed be a fruitful approach considering that very few academic studies exist.

Other sources provided insight into our case study: (i) group discussions with prime contractor key respondents were carried out when this group was invited to École Polytechnique. A debate among these employees, who worked in various divisions, highlighted eventual challenges to project support as their vision of potential applications differed widely. (ii) Historical information also provided interesting and relevant details about a previous project where a similar technology (AIDC) was to be implemented. This project had to be canceled shortly after its initiation due to technical incompatibilities with the ERP system in place.

A.4. CASE STUDY

In this section, we provide a general description of the research setting, followed by preliminary observations made with the companies involved. These observations were made using various concepts and tools including: (i) the *Product Value Chain* model (Lefebvre and Lefebvre, 2002) to understand the activities that the Supply Chain (SC) players conduct with the specific product; (ii) the *Supply Chain Network* was mapped to understand the link between the players' activities related to the product; (iii) *Process Mapping* tools (ARIS from IDS Sheer) were used to understand *How* SC players handle their respective activities, and *What* would change in term of activities and processes and their impact on products and on the extended network of suppliers.

A.4.1. Overview of the case

PowerA is one of the largest utility companies in the world. The publicly owned company has a multi-division, multi-location structure, and works with hundreds of suppliers. Although PowerA provide services to a large territory, it manages three main distribution centers with 90 satellite warehouses. In early 2002, in a major restructuring of its activities, PowerA completed its ERP implementation, replacing hundreds of private proprietary systems. Recently, PowerA took the ecommerce initiative and it is now looking to adopt emerging practices, focusing on improving performance. This has led the company to capitalize on established electronic platforms (e.g. Electronic Marketplace, Private Trading Exchanges) and improved collaborative working methods (i.e. Vendor Managed Inventory); more recently, it has looked to technologies such as RFID to drive transaction cost reductions.

For the *Utility Product A (UPA),* which is used as a critical component of PowerA's power supply infrastructure network, three main suppliers are competing for a stable market with rather low profit margins. The average price for the UPA is between $1,000 and $3,500 (depending on the specific characteristics) and its life cycle is around 25 years. In the coming years, a huge market will open up with the predicted boom in the replacement of this component. The forecast demand could reach millions of units in North America, compared to current demand of about thirty thousand units per year. PowerA is one of *ABI-Tech*'s major customers, buying one-third of all its UPA production. This supplier is very aggressive in pursuing increased market share, and has volunteered to partner in a joint pilot project to adopt RFID as a means of optimizing procurement and supply chain processes.

In this context of potential RFID implementation, PowerA defines its vision of the project output as a system capable of working as follows: "...once a need for a specific product UPA is created, the chain of events should trigger the ordering of the product and optimize its receiving. As soon as they leave ABI-Tech's plant, intelligent products

(tagged with RFID chips) can trigger the creation of Advance Shipping Notices (ASN) to prevent their arriving (e.g. RFID linked with ERP) at one of PowerA's facilities. During transportation by *UPA transporter*, at any time, the supply chain players can monitor the shipment location (e.g. RFID coupled with GPS) and condition (RFID coupled with sensors). Once arrived at the PowerA distribution center, the products allow the systems to automatically receive them, match them with Purchase Orders (POs) and close the POs, authorize payment, update inventory, identify storage locations, and so on (e.g. RFID linked with ERP and WMS). By automatically updating inventory, the PowerA internal customer (division using the UPAs) can be alerted through a pre-configured alert and can order the 'specific products' he was waiting for."

In a second phase of the implementation, PowerA and ABI-Tech define their vision of the project in a Product Life Cycle Management (PLM) context with a system capable of providing information such as "...ABI-Tech or PowerA technician to access the product history and local configuration management repository, PowerA transporters to access the product transportation requirements, subcontracting *dismantlers* to access the product dismantling procedure and the list of potential *recyclers*, etc." In other words, RFID means one tag, one point of access, many players, many locations, many projects and many purposes!

If RFID system is (i) integrated with the enterprise systems (e.g.. ERP, WMS) and Inter-Organizational Systems (IOS), (ii) deployed among all supply chain players, and (iii) coupled with other technologies, exponential benefits could arise from this technology implementation. The resulting impact on the enterprise and its network would be significant, linking traditionally independent players, redefining business processes, automating some manual tasks and giving the enterprise better control over its products.

A.4.2. Empirical evidence from the case study highlighted the most important challenges

PowerA can be seen as a typical case of RFID implementation. At this stage of the study, it was possible to make the following observations.

Observation 1: Both prime contractor and supplier see many opportunity zones for implementing RFID applications. Yet they do not share the same vision of where the real value is. Because of their different motivations, their project vision and priorities also differ. For ABI-Tech, the goal is to make production leaner and to reduce inventory by better monitoring accurate, real-time demand. On the other hand, for PowerA's distribution center, the goal is also to reduce inventory, but more importantly to reduce its operating costs by automating internal service (self-service), disregarding demand fluctuations and any procurement concerns. The application would be designed for internal customers.

Observation 2: The motivation and visions not only differ for the two companies but they tend to differ even within PowerA's divisions, where numerous players (procurement, transport, distribution center, technicians, recycling center, etc.) have different priorities for possible applications. For example, the Procurement division may be interested in optimizing procurement processes, whereas the Material division is more concerned with optimizing internal services. This example indicates how difficult it can be to define which information to store on the product, with whom to share it and to what extent.

Observation 3: Since PowerA is a very large company, its RFID *champion* has the mandate to sell a unified concept to many traditionally bureaucratic, independent divisions and to create a consensus on issues such as "which products to tag," for "which applications," etc. On the other hand, ABI-Tech is a medium-sized company where there is no need to "over-promote" the RFID concept. Being aware of the project challenges and opportunities, the vice-president himself is championing the project. The selected products and desired applications are well defined in this case.

Observation 4: At this stage, the parties seem to be more interested in technological concerns (i.e. which tags, what kind of reader) than business concerns (i.e. value proposition); thus, they are neglecting to build a real business case for the project. Because of the newness of the technology's applications, they had to rely on information provided by the technology providers and consulting firms trying to sell them their solutions.

Observation 5: As with several other RFID projects, the prime contractor, PowerA, decided to investigate adoption opportunities, finding a positive echo in the first-tier supplier already aware of the technology. Because they are so well promoted in the professional media (e.g. magazines, websites, consulting firms' reports), RFID projects are perceived as prestigious, and a lot of people are interested in embarking even without a clear understanding of the project challenges.

All these observations serve as the background for a preliminary analysis of the project.

A.5. POSITIONING THE RFID PROJECT IN A PROJECT RESEARCH CONTEXT

The case described above, involving PowerA and its network partners, can be analyzed from various perspectives. The complexity of the situation certainly calls for a rather broad view of the problem, and each critical aspect can be studied based on the rich literature that emerged following the wave of IT implementation and business re-engineering projects of the last decade. At the stage, the objective is therefore to identify the relevant concepts pertaining to the implementation rather than rushing to determine critical success factors.

In the realm of project management, various project typologies are proposed, each being characterized by different dimensions such as single- vs. multi-location, single- vs. multi-project (Evaristo and Van Fenema, 1999), and single- vs. multi-firm (Soderlund, 2004). RFID implementation projects show several commonalities with Soderlund's description of multi-firm projects. For this type of project, Soderlund (2004) emphasizes

issues such as the management of contractual relations and the importance of establishing long-term relationships, the different models of alliances and the importance of the decision-making processes.

From another perspective, Shenhar and Dvir's (1996) two-dimensional model (system scope vs. technological uncertainty) defines the broad spectrum of projects and their various management styles, which could be useful in predicting the dependent variable for project effectiveness. Using this framework, RFID projects can be classified first as *highly technologically uncertain* projects, which use existing new technologies but require a flexible management style to handle considerable development and testing. On the second dimension, RFID projects can be considered as *system projects,* being "a complex collection of interactive elements and subsystems that jointly perform a wide range of independent functions on a large scale". This would suggest an extremely strong emphasis on risk management and budget control (see also Dvir et al., 1998), traditionally handled in a formal and bureaucratic manner.

Because RFID implementation projects entail *process improvement* and *process innovation*, they have a lot in common with BPR projects undertaken in the last decade (e.g. Davenport, 1993; Coulson-Thomas, 1994; Levene and Braganza, 1996; Den Hengst and De Vreede, 2004). Indeed, in RFID projects, business concerns and technology are the drivers for change when innovation is applied to key processes, encompassing technological, human and organizational dimensions (Davenport, 1993). This suggests a multi-dimensional management approach to "hard" and "soft" project characteristics, where political dimensions and the early involvement of all key players are vital to the project's success. In addition to BPR projects, RFID implementation also shares some features with ERP implementation (e.g. Robey et al., 2002): RFID projects require a crossfunctional vision with a need for common agreement on technology, standards and inter organizational processes. In fact, ERP systems are an essential component of RFID implementation when smart products need a reliable infrastructure to support the "intelligent" processes they trigger.

From another perspective, RFID projects need to be studied as a network tool, requiring cooperation and collaboration among supply chain players all along the project life cycle. Thus, studies on implementing collaborative practices such as *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment* (CPFR) should be of interest in this emerging context since CPFR methodologies are now well defined (Seifert, 2003). It is no wonder that Wal-Mart is embarking on RFID projects, when one examines its past and discovers more than 15 years of collaborative business process improvement with it supplier network. From this perspective, RFID is a just another AIDC technology supporting supply chain integration with CPFR. This suggests that project managers who treat RFID implementation as a technology project may attain their goal in the sense of gaining a workable system, but the overall project may fail because of the lack of understanding and support by enterprises. As is the case for ERP implementation (Hammer and Champy, 2001), RFID projects should be considered as "business projects" and avoid single focus project management pitfalls.

Literature on the implementation and deployment of other *collaborative extended enterprise* practices in networks of suppliers such as those matured by the Japanese automotive Original Equipment Manufacturers (OEMs) (e.g. Toyota) in the early 1970s, and in the early 1980s by the American OEMs (e.g. Daimler-Chrysler) has provided many lessons (e.g. Dyer, 2000). RFID projects can certainly gain from these experiences even though their industrial history, context and culture may vary considerably.

Finally, the literature on IOS implementation (e.g. Volkoff et al., 1999; Hobbs and Andersen, 2001), which supports RFID application in a network context, is another reference for understanding how to handle RFID project implementation. Because the adoption of RFID systems is basically a collective action (Yang and Jarvenpaa, 2005) focusing on collaborative system development, it may require a special emphasis on cooperation throughout the project life cycle among all the partners involved in the project.

A.6. FURTHER RESEARCH AND CONCLUSIONS

Not all projects are alike—"they exhibit considerable variation, and their specific management styles seem anything but universal" (Shenhar and Dvir, 1996). Thus, this paper has presented some of the challenges raised by RFID implementation projects. For practitioners as well as for academics interested in understanding these projects, a lot of work still needs to be done in view of the complexity and the newness of the technology. The research questions such as identified in section 3 of this paper may not be fully answered until many empirical studies are conducted in various contexts.

From a theoretical perspective, future studies of RFID implementation should contribute to broadening the project management research scope, as emphasized by Soderlund (2004). Also, it will be an indication that project management researchers are becoming increasingly interested in issues related to organizational and inter-firm cooperation (Lundin and Söderholm, 1995), slowly integrating project management into the more general developments in management and organization (Lundin and Steinthorsson, 2003), and addressing the importance of analyzing a project in relation to its environment (Turner and Muller, 2003), its historical and organizational context (Engwall, 2003), and as a social phenomenon (Shenhar and Dvir, 1996).

A.7. REFERENCES

Accenture (2004). Driving High Performance With Silent Commerce in The Supply Chain. Available at: http://www.accenture.com

AIM Publication (2001). Shrouds of Time, the History of RFID. Available online at:

http://www.aimglobal.org/technologies/rfid/resources/shrouds_of_time.pdf

AMR Research (2004). Why Demand-Driven Supply Networks (DDSNs) Matters: Supply Chain Professionals Set the Course for Profitable Growth, June. Available online at:http://www.agile.com/news/2004/amralert_060204-ddsn.pdf

Angeles R. (2005). RFID Technologies: Supply Chain Application and Implementation Issues. Information system management, Winter.

Bain M. and B. Subirana (2003). E-commerce Oriented Software Agents: Towards Legal Programming: a Legal Analysis of Ecommerce and Personal Assistant Agents Using a Process/IT View of The Firm. Computer Law & Security Report, 19 (3), 201-211, May.

Bearing point (2003). Radio Frequency Identification (RFID) in Retail: Preparing for Further Globalization with RFID, January. Available online at: http://www.bearingpoint.com

Bornhövd C., T. Lin, S. Haller, J. Schaper (2005). Integrating Smart Items with Business Processes, an Experience Report. Proceedings of the 38th Hawaii International Conference on System Sciences, IEEE, Hawaii, January.

Coulson-Thomas, C. (Ed.) (1994). Business Process Re-engineering: Myth & Reality, Kogan Page, London, October.

Davenport T. H. (1993). Process Innovation, Reengineering Through Information Technology (Ernst & Young, Center for Information Technology and Strategy, ed.), Harvard Business School Press.

Davenport T. H. (2000). Mission Critical, Realizing the Promise of Enterprise Systems Harvard Business School Press, Boston, February.

Deloitte (2004). Synchronicity: An Emerging Vision of the Retail Future, June. Available at:http://www.deloitte.com

Den Hengst M. and G. J. De Vreede (2004). Collaborative Business Engineering: A Decade of Lessons from the Field. *Journal of Management Information Systems*, **20 (4)**, 85-113, Spring.

Dvir D., S. Lipovestky, A. Shenhar, A. Tishler (1998). In Search of Project Classification: a Non Universal Approach to Project Success Factors. *Research Policy*, **27**, 915-935.

Dyer J.H. (2000). Collaborative Advantage, Winning Through Extended Enterprise Supplier Network, Oxford University Press, New York.

Engwall M. (2003). No Project is an Island: Linking Projects to History and Context. *Research Policy* **32**, 789–808.

Evaristo R. and P.C. Van Fenema (1999). A Typology of Project Management: Emergence and Evolution of New Forms. *International Journal of Project Management* **17 (5),** 275-281.

FDA (2004). Combating Counterfeit Drugs: A Report of the Food and Drug Administration, February. Available at: http://www.fda.gov/oc/initiatives/counterfeit/

Gunasekarana A., E.W.T. Ngaib (2004). Build-to-Order Supply Chain Management: A Literature Review and Framework for Development. *Journal of Operations.* In Press, Corrected Proof. Available online 8 December 2004 at: *sciencedirect.com/science/journal/02726963*

Hammer, M. and Champy, J. (2001). Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution, Harper Collins Publisher, New York.

Hobbs B., B. Andersen (2001). Different Alliance Relationships for Project Design and Execution. *International Journal of Project Management,* **19**, 465-469.

IBM (2004). Item Level RFID Technology Redefines Retail Operations with Real Time, Collaborative Capabilities, April. Available at: *http://www-1.ibm.com*

Intermec Technologies Corporation (2003). RFID Technology in Retail, March. Available at: http://home.intermec.com/

Jaselskis E.J. and T. El-Misalami (2003). Implementing Radio Frequency Identification in the Construction Process. *Journal of Construction Engineering and Management*, **129 (6)**, 680-688.

Kärkkäinen M., T. Ala-Risku and K. Främling. (2003a). The Product Centric Approach: a Solution to Supply Network Information Management Problems? *Computers in Industry,* **52 (2)**, 147-159, October.

Kärkkäinen M., J. Holmström, K. Främling and K. Artto (2003b).Intelligent Products, a Step Towards a More Effective Project Delivery Chain. *Computers in Industry,* **50 (2),** 141-151, February.

Levene R J and A Braganza (1996). Controlling the Work Scope in Organizational Transformation: A Programme Management Approach. *International Journal of Project Management,* **14 (6)**, 331-339.

Lefebvre, L.A. and É. Lefebvre (2002). E-commerce and Virtual Enterprises: Issues and Challenges for Transition Economies. *Technovation*, **22 (5)**, 313-323.

Lundin, R. A. and A. Söderholm (1995). A Theory of the Temporary Organization. *Scandinavian Journal of Management*, **11 (4)**, 437-455.

Lundin R. A and R.S. Steinthorsson (2003). Studying organizations as temporary. *Scandinavian Journal of Management* **19 (2)**, 233–250.

Navon R. and E. Goldschmidt (2003). Monitoring Labor Inputs: Automated Data Collection Model and Enabling Technologies. *Automation in Construction*, **12 (2)**, 185-199, March.

Navon R. (2004). Automated Project Performance Control of Construction Projects. *Automation in Construction*. In Press, Corrected Proof, available online 23 November at: *www.sciencedirect.com/science/journal/09265805*

PMI (2004). Project Management Institute Guide to the Project Management Body of Knowledge, A (PMBOK Guide), paperback, Third Edition.

Ringbeck J. and S. Stroh (2004). Thinking Outside the Closed Loop. *Strategy+business Magazine,* April.

RFIDJournal (2003). Wal-Mart Draws Line in the Sand. June. Available online at: www.rfidjournal.com/article/view/462/1/1/

Robey D., J.W.Ross, and M.C. Boudreau (2002). Learning to Implement Enterprise Systems: An Exploratory Study of the Dialectics of Change. *Journal of Management Information Systems*, **19 (1),** 17-46, Summer.

Romer K., T. Schoch, F. Mattern, and T. Dubendorfer (2004). Smart Identification Frameworks for Ubiquitous Computing Applications. *Wireless Networks*, **10,** 689-700.

Saar S. and V. Thomas (2002). Towards Trash That Thinks. *Journal of Industrial Ecology,* **6 (2),** 133–146.

SAP (2004). Putting RFID on the Fast Track. Available online at: www.sap.com/rfid

Seifert D. (2003). Collaborative Planning Forecasting and Replenishment, How to Create a Supply Chain Advantage. (American Management Association, ed.), New York.

Sheffi Y. (2004). RFID and the Innovation Cycle. *The International Journal of Logistics Management,* **15 (1).**

Shenhar A. and D. Dvir (1996). Toward a typological theory of project management. *Research Policy*, **25**, 607-632.

Smith, A. D. and F. Offodile (2002). Information Management of Automatic Data Capture: An Overview of Technical Developments. *Information Management and Computer Security*, **10 (2-3)**, 109-118.

Smith, H. and B. Konsynski (2003). Developments in Practice X: Radio Frequency Identification (RFID), An Internet for Physical Objects, *Communications of the Association for Information Systems*, **12,** 301-311.

Soderlund J. (2004). On the Broadening Scope of the Research on Projects: A Review and Model for Analysis. *International Journal of Project Management*, **22**, 655-667.

Sun Microsystems (2004). The Sun Global RFID Network Vision: Connecting Businesses at the Edge of the Network, Technical White Paper, July.

Srivastava B. (2004). Radio Frequency ID Technology: The Next Revolution in SCM. *Business Horizons,* **47 (6)**, 60- 68, November-December.

Standish Group (2004). Third Quarter report. Available at: *http://www.standishgroup.com/*

Swartz (2000). Changing Retail Trends, New Technologies, and the Supply Chain. *Technology in Society*, **22**, 123- 132.

Texas Instrument (2004). Item Level Visibility in the Pharmaceutical Supply Chain: A Comparison of HF and UHF RFID Technologies, July. Available at: *www.ti.com*

Trebilcock (2002). Warehouses Unplugged. *Logistics management and distribution report*, **41 (2)**, 51-56.

Turner J.R., R. Muller (2003). On the Nature of the Project as a Temporary Organization. *International Journal of Project Management*, **21,** 1-8.

U.S. Department Of Defense (2004). Radio Frequency Identification (RFID) Policy Acquisition technology and logistics (ATL) Report ; July. Available at: www.*dodait.com*

Volkoff O., Y.E. Chan and P. Newson (1999). Leading the Development and Implementation of Collaborative Interorganizational Systems. *Information & Management*, **35**, 63-75.

Yagi J., E. Araib and T. Arai (2004). Parts and Packets Unification Radio Frequency Identification, Application for Construction. *Automation in Construction.* Article in

Press, Available online 10 November 2004 at : *sciencedirect.com/science/journal/09265805*

Yang G. and S. L. Jarvenpaa (2005). Trust and Radio Frequency Identification (RFID) Adoption Within an Alliance. *Proceedings of the 38th Hawaii International Conference on System Sciences,* IEEE, Hawaii, January.

Yin, R. K. (2003). Case Study Research: Design and Methods (Third ed.), Sage Publications Inc., Thousand Oaks, CA.

ANNEXE B: PROOF OF CONCEPT OF AN RFID ENABLED-SUPPLY CHAIN IN A B2B E-COMMERCE ENVIRONMENT

Proceedings of the 8th international conference on electronic commerce. ACM International Conference Proceeding Series; Vol. 156, Fredericton, New Brunswick, Canada, Pages: 564 – 568, 2006 - ISBN:1-59593-392-1

Ygal Bendavid, Ygal.Bendavid@polymtl.ca, 514 340 4711 (4376)
Samuel fosso-Wamba, Samuel.fosso-Wamba@polymtl.ca, 514 340 4711 (5865)
Louis A. .lefebvre, LouisA.lefebvre@polymtl.ca, 514 340 4711 (5861)
ePoly Research Center, École Polytechnique de Montréal. 3744 Jean Brillant, local 6450, Montréal (QC) H3T 1P1

ABSTRACT

Based on a field study conducted in the utility industry, this paper examines the impacts and potential benefits generated by an RFID application in one specific supply chain. Through a detailed investigation of the underlying business processes, we demonstrate how process optimization can be achieved when integrating RFID technology into information systems applications. A proof of concept (POC) is also conducted in laboratory settings to demonstrate the feasibility of the proposed scenarios.

Keywords: RFID, utility industry, process optimization, warehouse, supply chain, ERP, proof of concept

Categories and Subject Descriptors

K.4.3 [Computer and Society]: Organizational Impacts- Reengineering; I.6.8 [Simulation and Modeling]: Model Validation and Analysis, Types of Simulation Visual, Animation.

General Terms: Management, Experimentation.

B.1. INTRODUCTION

RFID (Radio-Frequency Identification) is considered as "a key to automating everything" [15, p. 56]. Even through RFID technology seems to have emerged recently, the concept is not actually new. It originated in military aircraft identification applications during World War II [1]. However, RFID technology has received a great deal of attention over the last few years, with a "boom" in early 2003 due to (i) recent key developments in technology (i.e. microprocessors, readers, antennas, middleware, enterprise information systems, etc.), and (ii) demands by Wal-Mart and the US Department of Defense (US DOD) that major suppliers should adopt and implement the technology by the beginning of 2005. Its importance as a promising technology [3] is highlighted by the increasing number of academic papers in various fields of research [11]. Among these, recent contributions have been proposed in the field of supply chain management and warehousing [1] [2] [7] [8] [12] [14]. A recent study by [4] points to a very bright future for RFID technology. In fact, worldwide RFID spending is expected to reach $3B in 2010.

RFID technology is classified as a wireless automatic identification and data capture (AIDC) technology [14]. A basic RFID system is composed of three layers: a tag containing a chip, a reader and its antennas, and a computer. The tag can be attached to or embedded in a physical object and communicates through radio frequencies with the reader's antennas. The reader sends the location and identification of the object to a computer equipped with a middleware program, in which business rules are configured [1].

The main objective of this paper is to improve our understanding of the potential of RFID technology in the context of supply chain activities. It examines the issues related to the determination, validation and simulation (in laboratory settings) of selected B2B e-commerce scenarios integrating RFID.

B.2. BACKGROUND

B.2.1 Current Context in the Utility Industry

In 1997, the restructuring of the North American market was initiated by a deregulation measure that forced utility companies (e.g. electricity) to split their operations apart and adopt "market driven business models" [5], thus opening up the transmission system and wholesale electricity markets to competition. Since then, the market has undergone significant changes, with the entrance of important new players specializing in the production and trading of electricity and other forms of energy (e.g. natural gas). This transition from a typical monopolistic market to an increasingly competitive environment has pushed industry players to revise their business practices. With increased public scrutiny and a regulated environment that offers them limited options to generate more revenue through higher prices, all utilities are now focusing on reducing costs [6] by exploring strategies that target supply chain management efficiency. Following a Business

Process Reengineering (BPR) trend started in the 1990's, today, these companies are still leveraging their centralized electronic platforms (e.g. ERP) and are now adopting more integrated and collaborative approaches to demand management. Given that a typical utility's sourcing costs are between 12% and 18% of its regulated revenue [5], strategic sourcing cost reductions based on supply chain rationalization initiatives could translate into millions of dollars in savings for average utility industry players.

This article focuses on the operational aspects for cost reduction, such as procurement (i.e. definition of needs, order generation, receiving, put-away, picking, etc.), which have also been identified as having a direct effect on cost savings [5]. It is along this continuum that utilities are now looking toward emerging technologies such as RFID to drive transaction cost reductions.

While early opportunities to apply RFID technology to the utility industry targeted measures to prevent electricity theft with meters tagging, today's applications are

broader, including among others the tracking and access control of vehicles and personnel to power plants, mobile field service and asset management.

In contrast to "closed-loop" RFID application, "open-loop" supply chain applications are considered to represent a major trend today [10]. This trend is explained by the technology's potential, specifically when implemented in a network context.

When integrated with companies' information systems (ERP, WMS, etc.) and linked with Inter-Organizational Information Systems (IOS), RFID could allow supply chain members to automate manual tasks, reduce human errors, and improve the traceability and availability of items (products, boxes, pallets, etc.) [7], generating savings for all the supply chain members [2], [8]. Furthermore, items equipped with RFID (also called intelligent items) have the ability to communicate with their environment and make or trigger basic decisions relevant to their management [13]. As we will demonstrate later (see section 5.2) RFID technology could prevent costly data inaccuracies in the supply chain. Moreover, when coupled with a wireless network, an RFID system allows access to continuous real-time information on "smart items," any time, anywhere in the supply chain, thereby enabling end-to-end supply chain visibility. Thus, the unique potential of RFID may offer considerable improvements over existing B2B e-commerce applications which, by definition, imply exchanging and sharing intra and inter organizational information. In the context of warehousing activities, previous work [2], [8] suggests that RFID technology presents tremendous opportunities in the four broad processes usually conducted in a distribution warehouse (also called a distribution center or DC): receiving, put-away, picking and shipping [8]. Therefore, the main thrust of this paper is that RFID technology acts as an enabler of B2B ecommerce.

B.3. METHODOLOGY

Our methodology builds on previous work [8] and focuses on one specific "open-loop" supply chain RFID initiative in the utility industry.

B.3.1 Research design

As the main objective of this study is to improve our understanding of the potential of RFID technology in the context of supply chain activities, the research design corresponds to an exploratory research initiative. Field research was conducted in 12 consecutive steps (see Table B.1, adapted from [8]).

Tableau B.1: Steps undertaken in the field study with emphasis on scenario demonstration and analysis

	Detailed activities
	Phase 1: Opportunity Seeking
Step 1	**Determination of the primary motivation** to consider the use of RFID technologies **(WHY?)**
Step 2	**Analysis of the Product Value Chain (PVC)** specific to a given product **(WHAT?)**
Step 3	**Identification of the critical activities in the PVC:** Identification of critical PVC activities **(WHICH** activitiesto select and **WHY?)**
Step 4	**Mapping of the network of firms supporting the PVC;** to understand the links within the network of firms supporting the product **(WHO and WITH WHOM?)**
Step 5-6	**Mapping of intra- and inter organizational processes** for the identified opportunities as they are carried out now ("As is") **(HOW within and between organization?)**
	Phase 2: Scenario Building and Validation
Step 7	**Evaluation of RFID opportunities** in the PVC with respect to the product (level of granularity), to the firms involved in the SC and to the specific activities in the PVC
Step 8	**Evaluation of potential RFID applications including scenario building** and process optimization ("As could be") **(HOW within and between organizations?)**
Step 9	**Mapping of intra- and inter-organizational processes integrating RFID technology**
Step 10	**Validating business and technological processes integrating RFID technology with key respondents** Feasibility analysis including ERP and middleware integration and business process redesign
	Phase 3: Scenario Demonstration and Analysis
Step 11	**Proof of concept (POC) in laboratory simulating RFID physical environment and interface between supply chain players:** feasibility demonstration and evaluation including ERP and middleware integration and process redesign at all the supply chain members' level **Proof of concept post-analysis and decision to go for the** pilot replicating POC scenarios in a real-life setting
Step 12	**Pilot** project and evaluation of anticipated vs. realized benefits and impacts of RFID. **Appropriation by the different organizations involved**

Within the scope of this paper, the discussion will emphasize the third phase of the research design where B2B e-commerce scenarios integrating RFID technology, retained in phase 2, will be demonstrated and analyzed. In phase 2, the selected scenarios for warehousing activities were designed and simulated with specialized software (Aris Toolset) before being reproduced in a *proof of concept* (see step 11 in table B-1) conducted in laboratory settings integrating an RFID and ERP environment (see figure B-1).

The ePoly research center laboratory is divided into four main parts: on the left side, an RFID portal represents the supplier's shipping dock (1) with conveyor belts (2), while on the right side, an RFID portal represents a customer's receiving dock (3). The third part is composed of the ERP and middleware servers (4); finally, the last components are the three screens on the walls (5), where all the information resulting from transactions is projected. When more transactions were to be conducted in this environment, we used a wireless hand-held RFID gun.

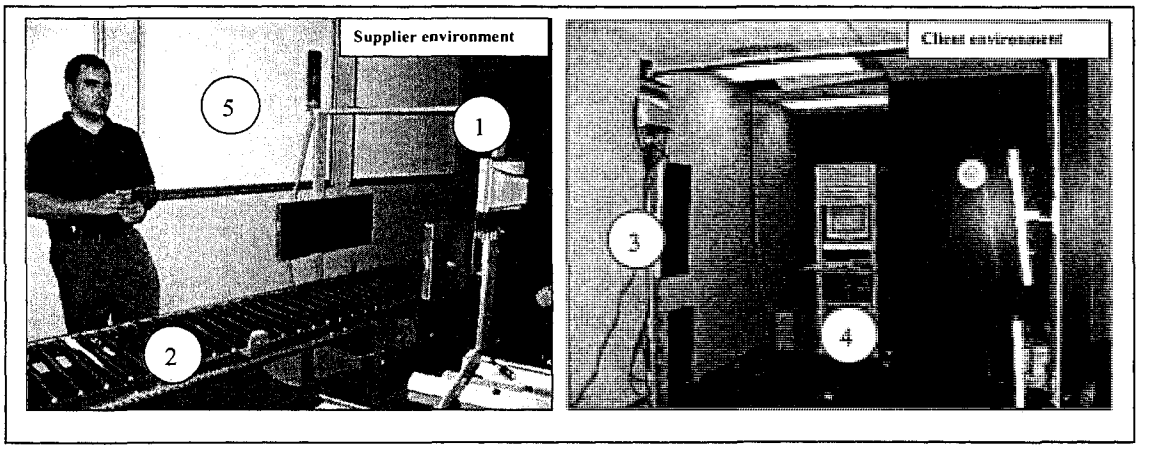


Figure B.1: ePoly Laboratory

B.4. CASE STUDY

B.4.1 Firms Profiles

Two firms participated in this study, namely a focal firm we call Firm A and one first-tier supplier. Firm A is a major player in the utility industry (electricity) in North America. Firm A's "material division" owns large distribution centers and provides material to numerous stores distributed across a vast territory. Its customers are mainly other internal divisions such as network maintenance and operation or electricity distribution. Although the volume of strategic products selected for the purpose of the study is relatively low (15,000 units transiting through the DC every year), missing just one could seriously affect the reliability of the network. The distribution center where the field study was performed receives selected strategic products from the first-tier supplier. While the products selected are essential components of the power network owned and managed by Firm A, the choice of these products was also influenced by the "simplicity" of the case to be validated in a POC. Figure B-2 (left side) presents the current business processes at the supplier and DC levels.

B.4.2 Data collection

For phases 1 and 2, data collection involved (i) *brainstorming* and *focus group activities* conducted in the university-based research center, (ii) *on-site observations* in the two research sites in order to map the processes, and (iii) *semi-structured interviews* with managers and operators to obtain more detailed information regarding the mapping of existing business processes and the identification of RFID opportunities. Multiple sources of evidence (i.e. industrial reports, websites, internal documents) were also reviewed to allow triangulation. Finally, the results were validated with key respondents (industrial and technology partners) in order to assess the feasibility of the retained scenarios. These would later be demonstrated in the POC. For the third phase, the ***"Living Lab"*** approach was adopted, where RFID-enabled B2B ecommerce scenarios were simulated in laboratory settings, reproducing a supply chain environment, with the

focus on warehousing activities. As proposed by Loeh [9], this approach supports different research settings including the simulation of business experiments, by private and academic partners for "selftrial" learning, over a prolonged period. All the data generated over the period preceding the POC also served to refine our understanding of the RFID implementation project and its impact on B2B e-commerce activities. For all the phases, the researchers acted as observers, interviewers and facilitators for brainstorming, focus group activities and the laboratory simulation.

B.5. RFID SCENARIOS

B.5.1 Technological Assumptions

In order to simulate RFID-enabled B2B e-commerce scenarios, some prior technological assumptions have to be considered at all the supply chain levels. In the case of the simulation:

• At the supplier location, the RFID infrastructure should include an RFID printer to print and configure the tags, a RFID portal simulating the shipping dock, and a middleware application (OMS provided by Ship2save) integrated into the supplier's ERP.

• At the customer DC location, the RFID infrastructure should include an RFID portal simulating the receiving dock or mounted RFID fork lift, antennas covering specific zones of racks where products are stored, and a middleware application (Catamaran provided by Hewlett-Packard) integrated into the customer's ERP.

B.5.2 Simulated Scenarios in the laboratory

Among all the RFID-enabled B2B e-commerce scenarios developed in phase 2 and simulated in the laboratory during the POC, one was selected to be presented. Basically, the scenario represents the shipping of an order from a supplier location and its automatic receiving and put-away at the DC location (see figure B.2, right side, for

detailed "To Be" processes). All the actions are triggered by a Purchase Order (PO) issued by the customer at the DC location.

1. When the PO is received, the supplier prepares the order, and applies printed and programmed RFID tags that are specifically generated for this shipment (on products and pallets).

2. As soon as the product order is shipped, this triggers (i) the verification of the shipment against the open PO, (ii) an Advance Shipping Notice (ASN) which is automatically sent to the customer DC for the receiving dock preparation and receiving process to be optimized, and (iii) an update of the supplier's inventory.

3. Once it arrives at the customer DC, the shipment is automatically received and (i) verified against the Bill of Lading (BOL, sent with the ASN) and (ii) matched with a specific PO. This makes it possible to (i) close the PO, receive the shipment or send an error message if there is a mismatch, (ii) authorize payment, and (iii) update inventory.

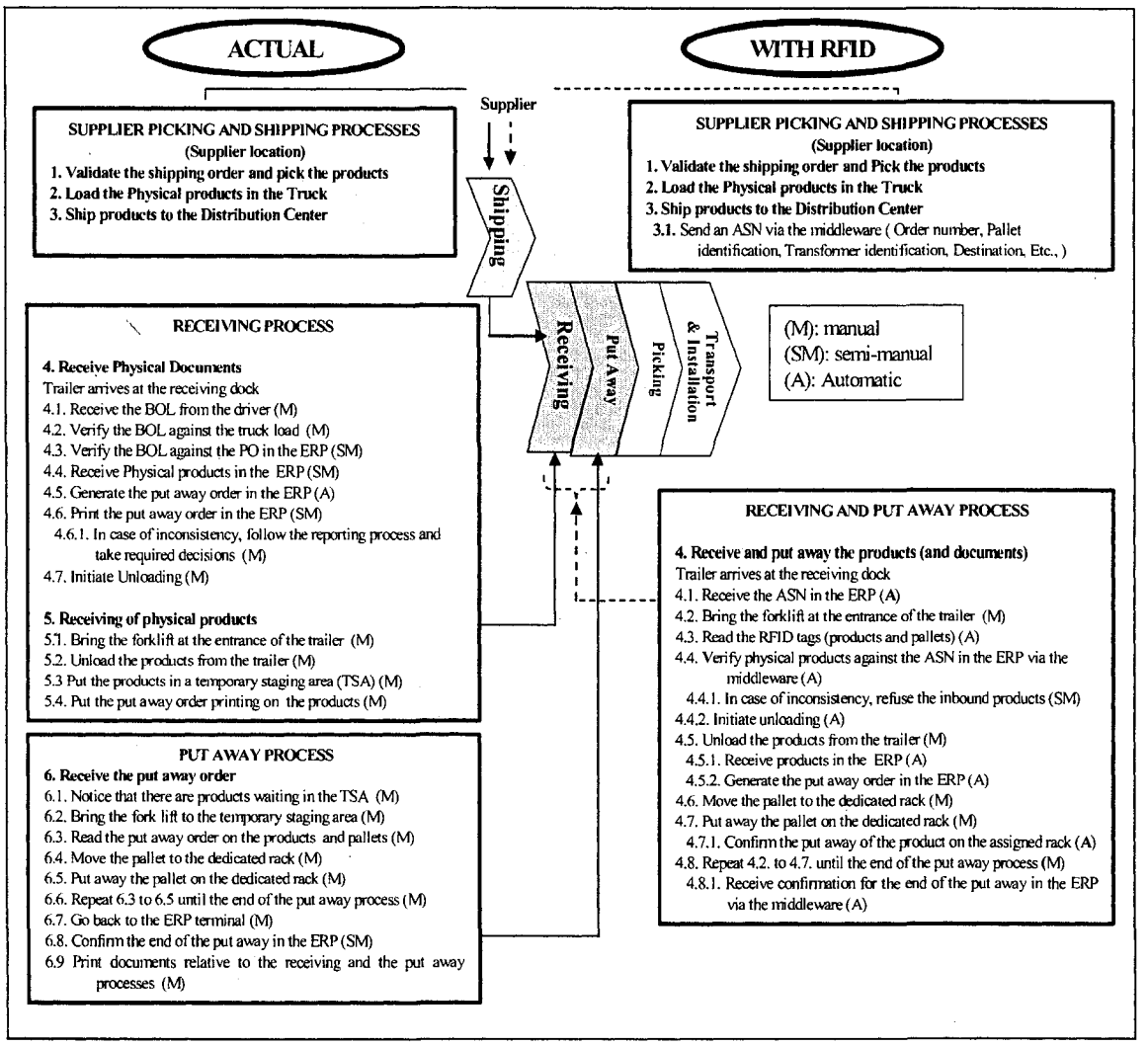


Figure B.2: The impact of RFID on selected business processes

B.6. PROOF OF CONCEPT

For the *proof of concept* conducted in laboratory settings simulating the RFID physical environment and interface between supply chain players, the feasibility demonstration, including ERP and middleware integration and process automation for all the supply chain members, was performed sequentially as follows:

1. Detailed business processes were presented, followed by RFID opportunities and "new" scenarios to be reproduced in laboratory settings for POC validation.

2. Operations (shipping, receiving, put-away) were performed in the laboratory, simulating transactions in the supplier's and customer's middleware and ERP applications.
3. Operations (shipping, receiving, put-away) were performed in the laboratory, simulating transactions in the supplier's and customer's middleware and ERP applications.
4. For a visual understanding of the real impact of RFID enabled B2B e-commerce business processes (e.g. real-time data, synchronization of product and information flow), ERP and middleware interfaces were simultaneously projected on different screens. As soon as the product order is shipped, RFID tags are automatically read, and information is transmitted to the middleware (see figure B.3), which triggers the required verifications and updates such as decreasing the supplier's inventory in the supplier ERP, and changing the status of the products from "stocked" to "shipped."

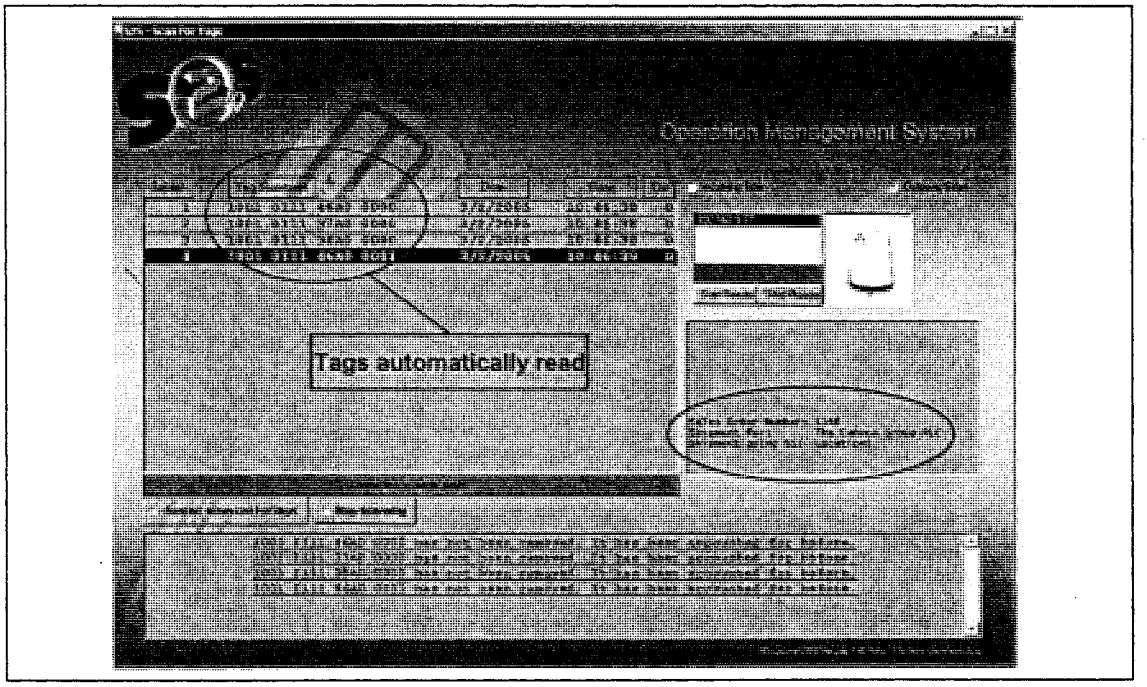
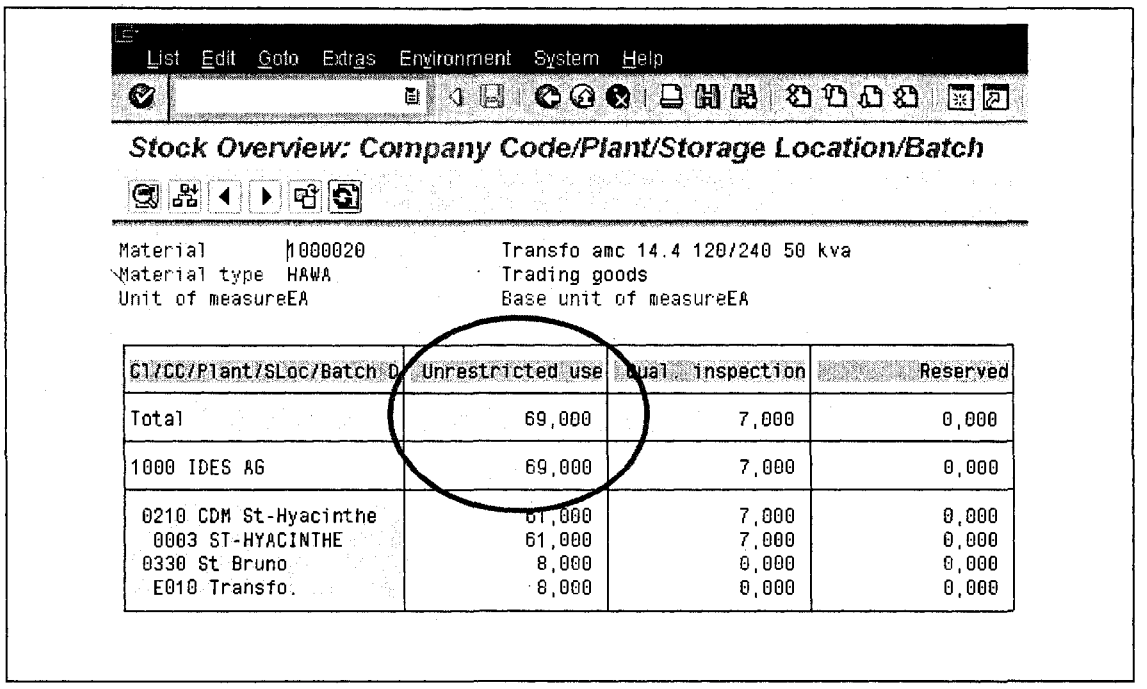


Figure B.3: RFID middleware interface (supplier location)

Before it is received at the customer DC, the initial inventory is projected on a screen (see Figure B.4). We can see a total of 69 products in stock (unrestricted use).



List Edit Goto Extras Environment System Help

Stock Overview: Company Code/Plant/Storage Location/Batch

Material 1000020 Transfo amc 14.4 120/240 50 kva
Material type HAWA Trading goods
Unit of measureEA Base unit of measureEA

Cl/CC/Plant/SLoc/Batch D	Unrestricted use	Qual. inspection	Reserved
Total	69,000	7,000	0,000
1000 IDES AG	69,000	7,000	0,000
0210 CDM St-Hyacinthe	61,000	7,000	0,000
0003 ST-HYACINTHE	61,000	7,000	0,000
0330 St Bruno	8,000	0,000	0,000
E010 Transfo.	8,000	0,000	0,000

Figure B.4: ERP interface at the DC before the transaction

While it is possible to track the shipment (conditions, location) at any time, allowing "in transit visibility," this was not done during the POC. Once it arrives at the customer DC, the product equipped with RFID tag is automatically detected and information is transmitted to the customer's middleware (see Figure B.5), where the information is interpreted and filtered before being sent to the ERP as an indication to conduct a receiving transaction.

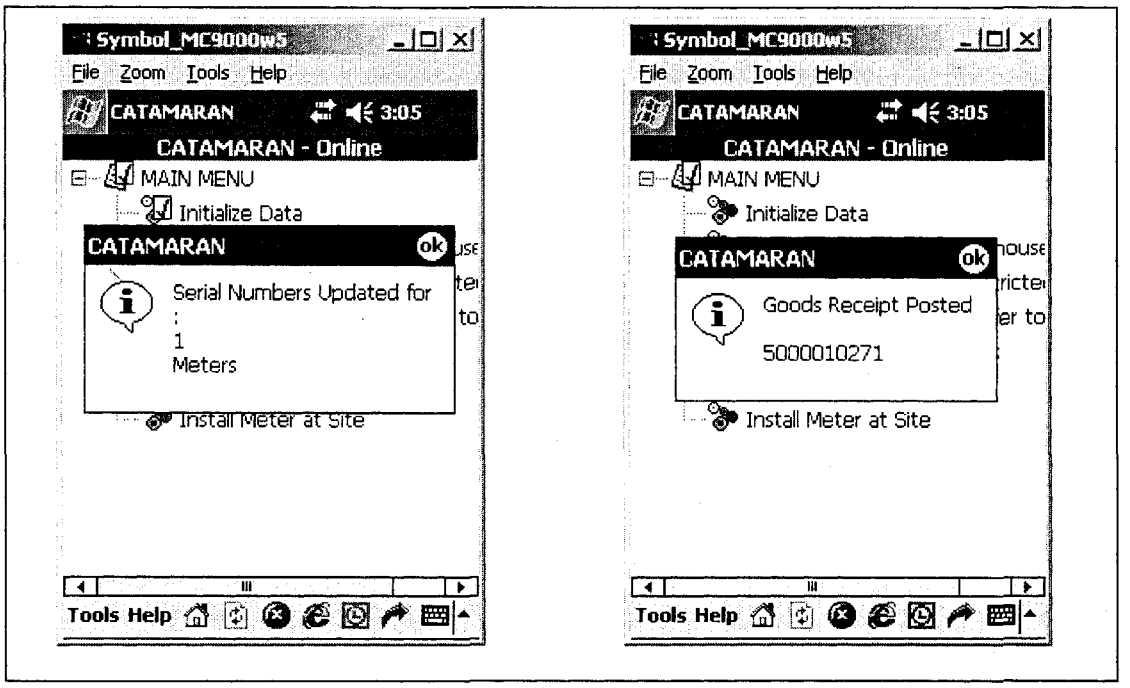
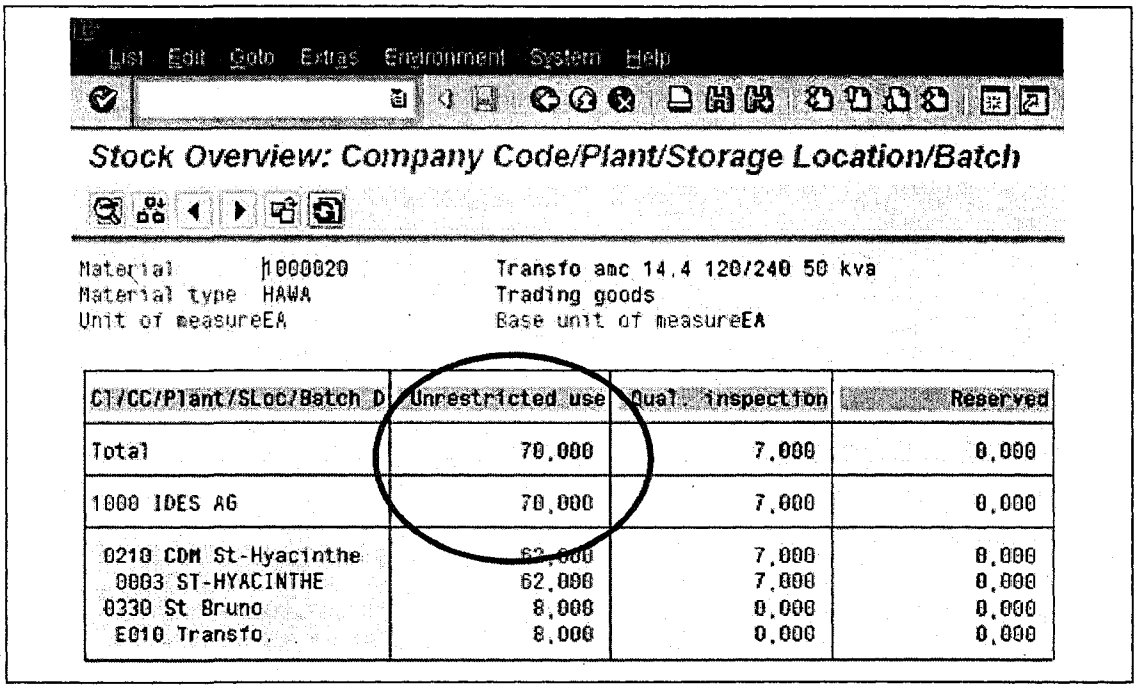


Figure B.5: RFID middleware (customer location)

On the ERP screen, we can see that information was really posted and that a "Goods Receipt" transaction was automatically posted to SAP, allowing real-time inventory adjustment. The stock in unrestricted use was updated to 62 units (see figure B.6) in the DC, for a total of 70 units, and the put-away order was automatically generated.



List Edit Goto Extras Environment System Help

Stock Overview: Company Code/Plant/Storage Location/Batch

Material 1000020 Transfo amc 14.4 120/240 50 kva
Material type HAWA Trading goods
Unit of measureEA Base unit of measureEA

Cl/CC/Plant/SLoc/Batch D	Unrestricted use	Qual. inspection	Reserved
Total	70,000	7,000	0,000
1000 IDES AG	70,000	7,000	0,000
0210 CDM St-Hyacinthe	62,000	7,000	0,000
0003 ST-HYACINTHE	62,000	7,000	0,000
0330 St Bruno	8,000	0,000	0,000
E010 Transfo.	8,000	0,000	0,000

Figure B.6: ERP interface at the DC after the transaction

7. CONCLUSION

Through the steps undertaken in the field study (table 1), data were gathered for opportunity-seeking in the whole supply chain (phase 1). At the time the scenarios were built and validated with key technological and industrial respondents (phase 2), their feasibility was not yet proven. This issue was dealt within phase 3. As demonstrated in controlled environment, through a POC, RFID implementation in a supply chain context seems feasible from a technical and business point of view. The next step for the organizations involved should be the appropriation of the project and its replication as a pilot study to be conducted in a real-life setting. This would allow them to evaluate the anticipated benefits versus the actual benefits. Our experience also reveals that the main difficulties reside in the building of the "business case" to truly understand the potential benefits for RFID at all supply chain members' levels, and find the specific key

performance indicators to use in order to assess the real impact of RFID on B2B e-commerce. Furthermore, these measures will help us to evaluate how RFID can improve the performance in contrast to an alternative platform like the other AIDC technologies. Moreover, many other questions remain, such as the management of all the information gathered, and where each specific product may ask for an action to be taken. On the technical side, middleware development and configuration for data management optimization is certainly one of the most challenging aspects. On the business side, data mining is one of the next promising avenues of RFID information to be translated into business intelligence. Finally, there are still many issues such as advancement of technical development, processes integration, and study of business feasibility that need to be addressed for the confirmation and roadmap to adopt the various types of RFID technology.

B.8. REFERENCES

[1] Asif, A., Mandviwalla, M. Integrating the supply chain with RFID: A technical and business analysis. *Communications ofthe Association for Information Systems* 15, (2005), 393-427.

[2] Capone, G., Costlow, D., Grenoble, W.L., Novack, R. A. The RFID-enabled warehouse. Center for Supply-Chain Research, Penn State University, 2004.

[3] Curtin, J., Kauffman, R.J., Riggins, F.J. Making the Most Out of RFID Technology: A Research Agenda for the Study of the Adoption, Usage and Impact of RFID. Forthcoming in *Information Technology and Management*, 2006.

[4] eMarketer. Technologies that North American companies plan to increase their deployment of in the next 12 months, 2004. www.emarketer.com.

[5] Glassberg, A., Hanson, D. and Jennings, B. Supply Chain Excellence in the Utility Industry, 2003),Accenture.com

[6] Hanson, D., Knapp, T. and Olson, E. Enabling high performance in utilities through SCM, (2005),Accenture.com

[7] Kärkkäinen, M. Increasing Efficiency in the Supply Chain for Short Shelf Life Goods using RFID Tagging.
International Journal of Retail & Distribution Management, 31, 10 (2003), 529-536.

[8] Lefebvre, L.A., Lefebvre, E., Bendavid, Y., Fosso Wamba, S., Boeck, H. The potential of RFID in warehousing activities in a retail industry supply chain. *Journal of Chain and Network Science* 5, 2 (2005), 101-111.

[9] Loeh H. Concurrent Product Development and New Communication Technologies, A Research Framework,
Working Paper, 2005. CeTIM, http://www.cetim.org/wps/

[10] Ringbeck, J. and Stroh S. Thinking Outside the Closed Loop. *Strategy+business Magazine*, 2004.

[11] Sheffi, Y., RFID and the innovation cycle. *International Journal of Logistics Management* 15, 1 (2004), 1-10.

[12] Srivastava, B. Radio frequency ID technology: The next revolution in SCM. *Business Horizons* 47, 6 (2004), 60-68.

[13] Strassner, M., Schoch, T. Today's Impact of Ubiquitous Computing on Business Processes. Institute of Information Management of University of St. Gallen, 2004.

[14] Swartz, J. Changing retail trends, new technologies, and the supply chain. *Technology in Society* 22 (2000), 123-132.

[15] Want, R. RFID: A key to Automating Every Thing. *Scientific American*, 290 (2004), 56-65.

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, to republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee.
ICEC'06, August 14–16, 2006, Fredericton, Canada.Copyright 2006 ACM 1-59593-392-1.

ANNEXE C: SIMULATION DES PROCESSUS D'AFFAIRES EN LABORATOIRE

Dans cette annexe, nous présentons les résultats d'une partie d'une simulation conduite dans le laboratoire du centre de recherche ePoly. L'objectif était de comprendre l'impact potentiel des technologies RFID sur les processus de gestion d'une chaîne d'approvisionnement. Cette simulation s'inscrit dans une démarche plus large de projet de réingénierie des processus d'affaires où plusieurs scénarios sont cartographiés, proposés, raffinés, validés et simulés à l'aide d'un logiciel d'analyse de processus (ARIS Toolset 6.23 de IDS Scheer). Cette première étape sert de base de discussion aux différentes parties prenantes dans le living lab. lors de la preuve de concept en laboratoire. Nous avons retenu ici à titre d'exemple un processus relativement simple, soit la réception d'une livraison de cinq produits dans un centre de distribution

Pour cet exercice, le choix du logiciel ARIS Toolset 6.23 de IDS Scheer est motivé par deux raisons principales : (i) à cause de son formalisme *Event Process Driven Chain (EPCs)* où les activités sont déclenchées par des événements, est très pertinent dans la reconfiguration des processus automatisés par les technologies RFID, (ii) en raison des fonctionnalités additionnelles de simulation et d'analyse des processus. Les résultats de la simulation qui suivent prennent comme hypothèse la possibilité d'une intégration entre l'infrastructure RFID et l'ERP du client. Cette hypothèse est validée lors de la preuve de concept présentée à l'annexe 2.

Le processus de réception des produits est respectivement présenté (i) tel qu'il était conduit lors de l'observation sur le terrain («As is», figure C.1) et (ii) tel que conçu en intégrant les technologies RFID («To be», figure C.3), en accord avec les partenaires technologiques et les membres de l'organisation focale. Après chacun des processus, un sommaire des résultats de la simulation indique le nombre d'activités exercées par le magasinier, le temps nécessaire à l'exercice de ces activités et finalement le pourcentage d'utilisation de cette ressource (figure C.2 et figure C.4).

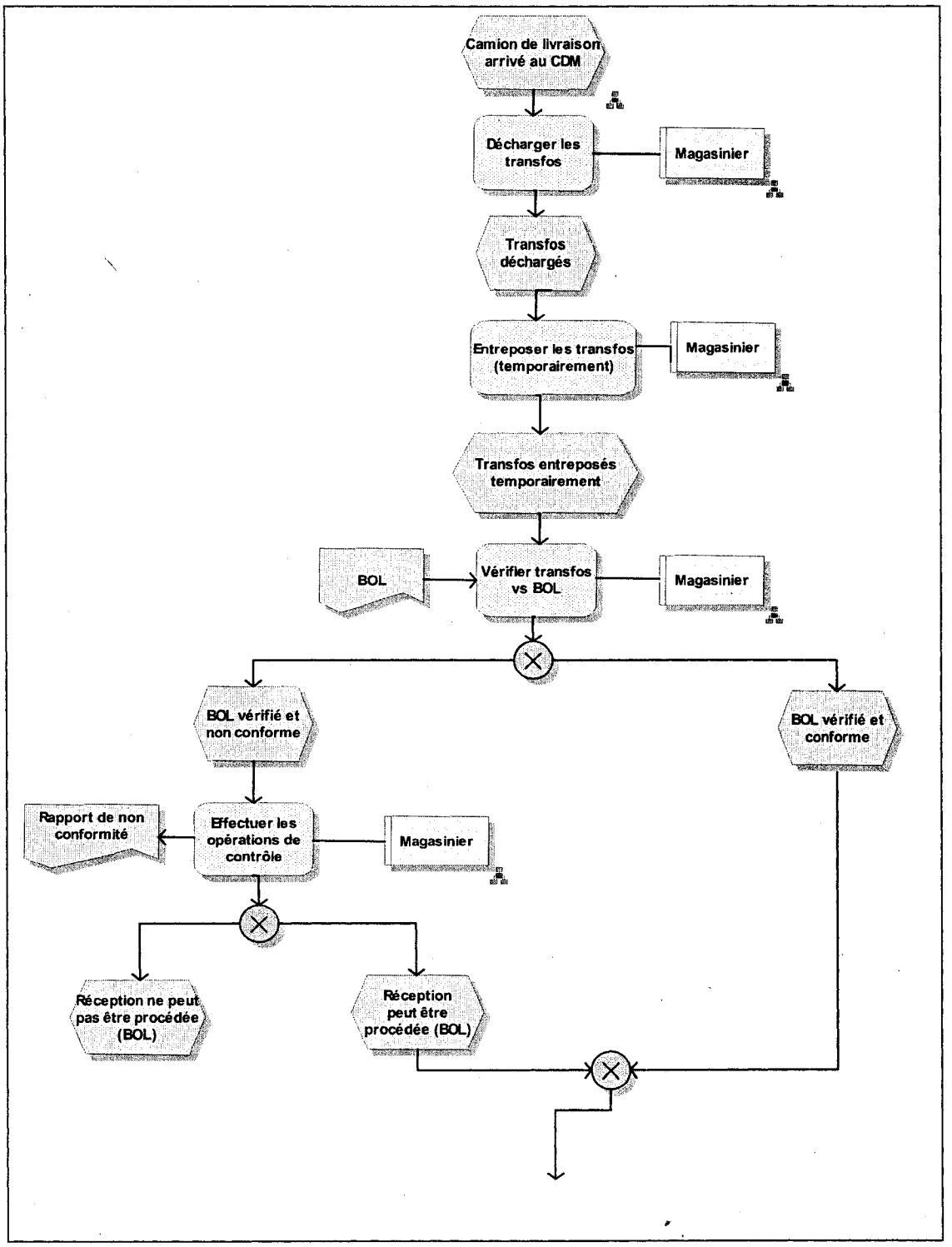


Figure C.1: Processus de réception des produits («As is»)

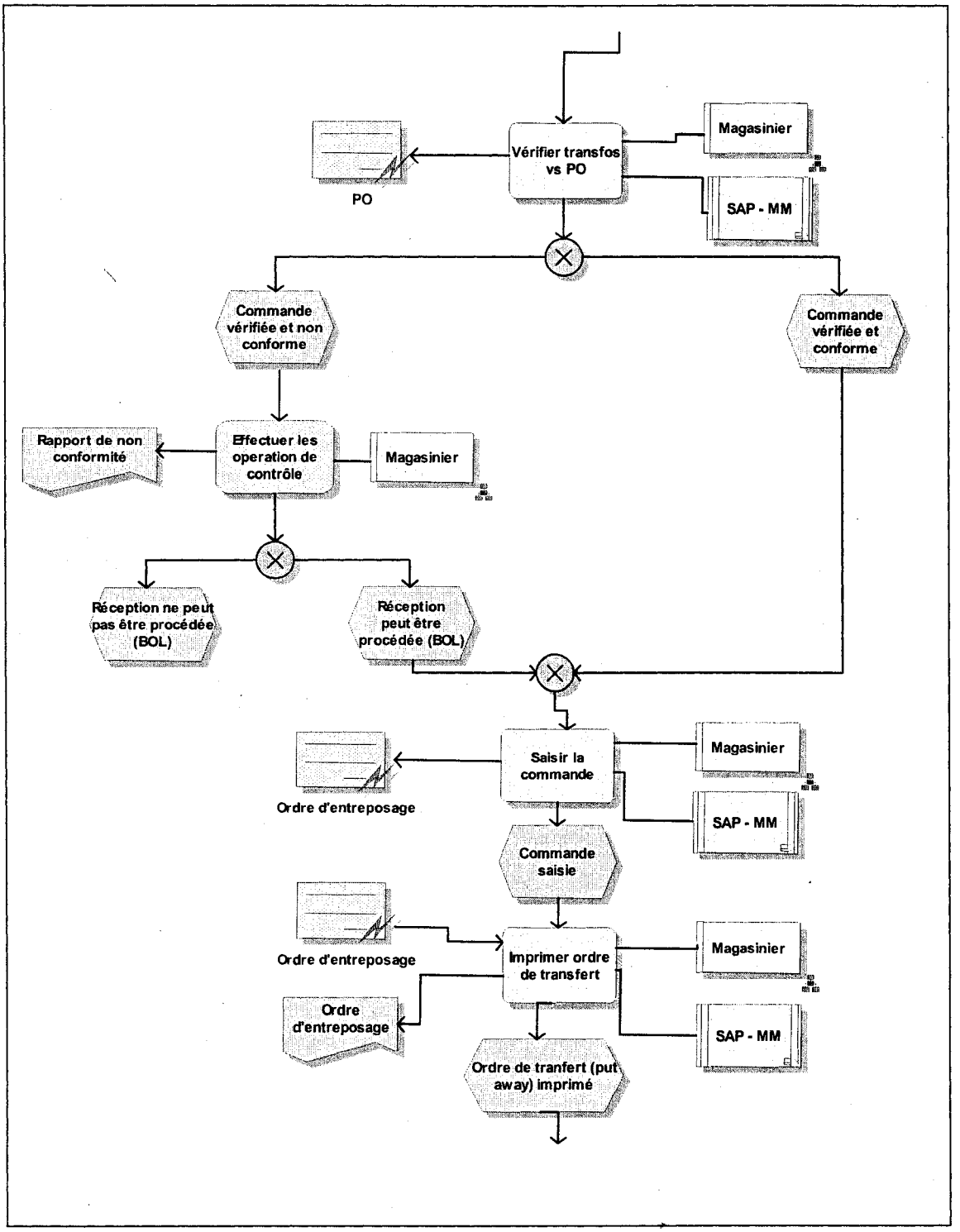


Figure C.1 : Processus de réception des produits («As is») (suite)

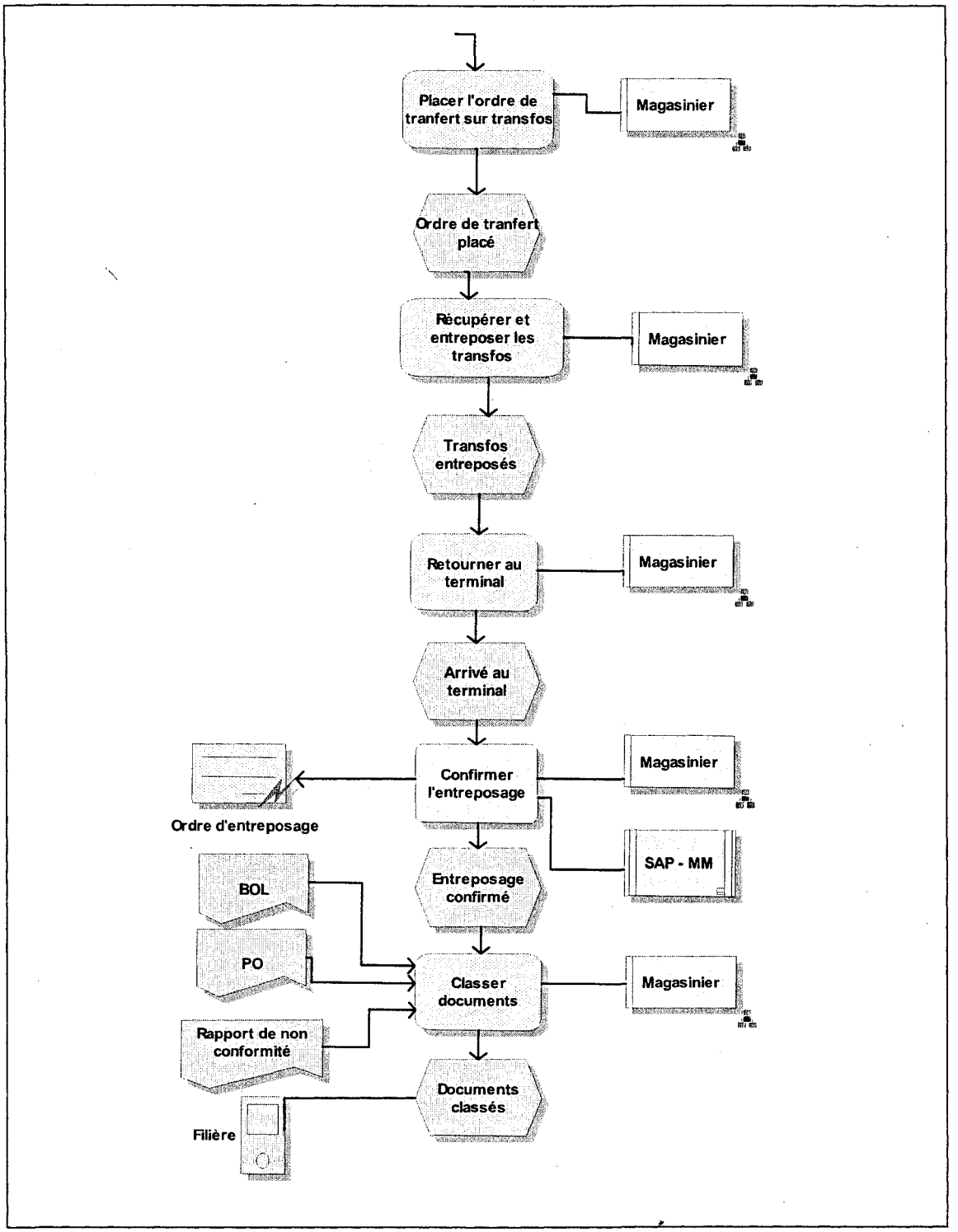


Figure C.1 : Processus de réception des produits («As is») (suite et fin)

Résultats de la simulation au niveau des processus de réception des produits tel que conduit lors de l'observation sur le terrain («As is»).

Tableau C.1 : Résultats de la simulation du processus de réception («As is»)

Résultats de la simulation du processus « As Is »			
	Processed functions	Processing time sum	Percentage utilization
Magasinier	64	0000:04:43	0,67
On peut clairement voir qu'un ensemble de fonctions de vérification, de saisie, de contrôle sont consommatrice de temps (voir figure C.2). Par exemple: saisir la commande, vérifier le les produits vs bon de livraison (BOL) ou encore classer les documents (NB ici la vérification de la commande vs le PO est fait lors de la saisie de la commande)			

Résultats de la simulation du processus de réception des produits tel que conçu en intégrant les technologies RFID («To be»).

Tableau C.2 : Résultats de la simulation du processus de réception («To be»)

Résultats de la simulation du processus « To Be »			
	Processed functions	Processing time sum	Percentage utilization
Magasinier	20	0000:02:10:50	0,31
On peut clairement voir qu'un ensemble de fonctions sont automatisées (voir figure C.4). Par exemple: vérifier le les produits vs bon de livraison (BOL) ou encore saisir la transaction dans le ERP			

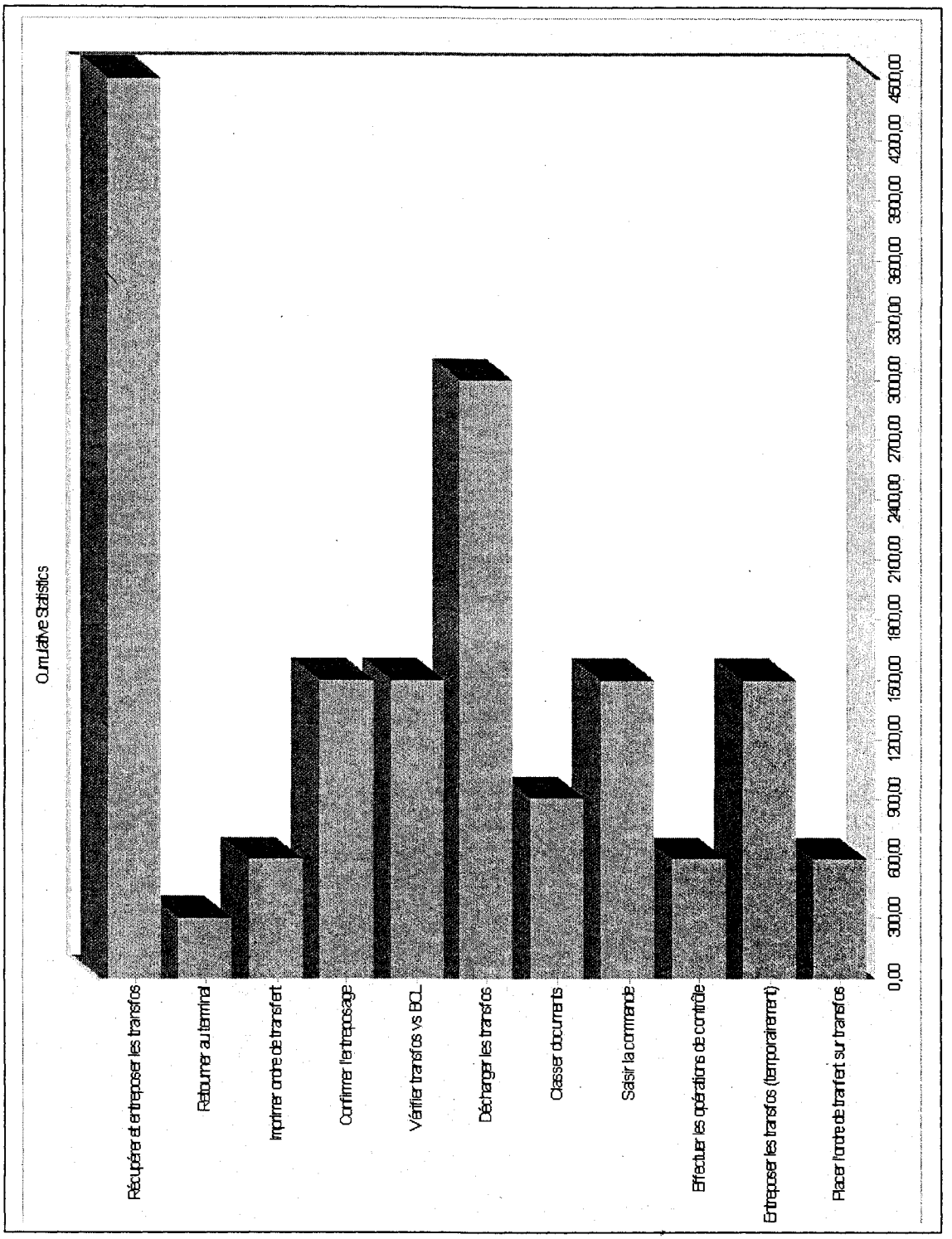


Figure C.2 : Résultats de la simulation du processus de réception («As is»)

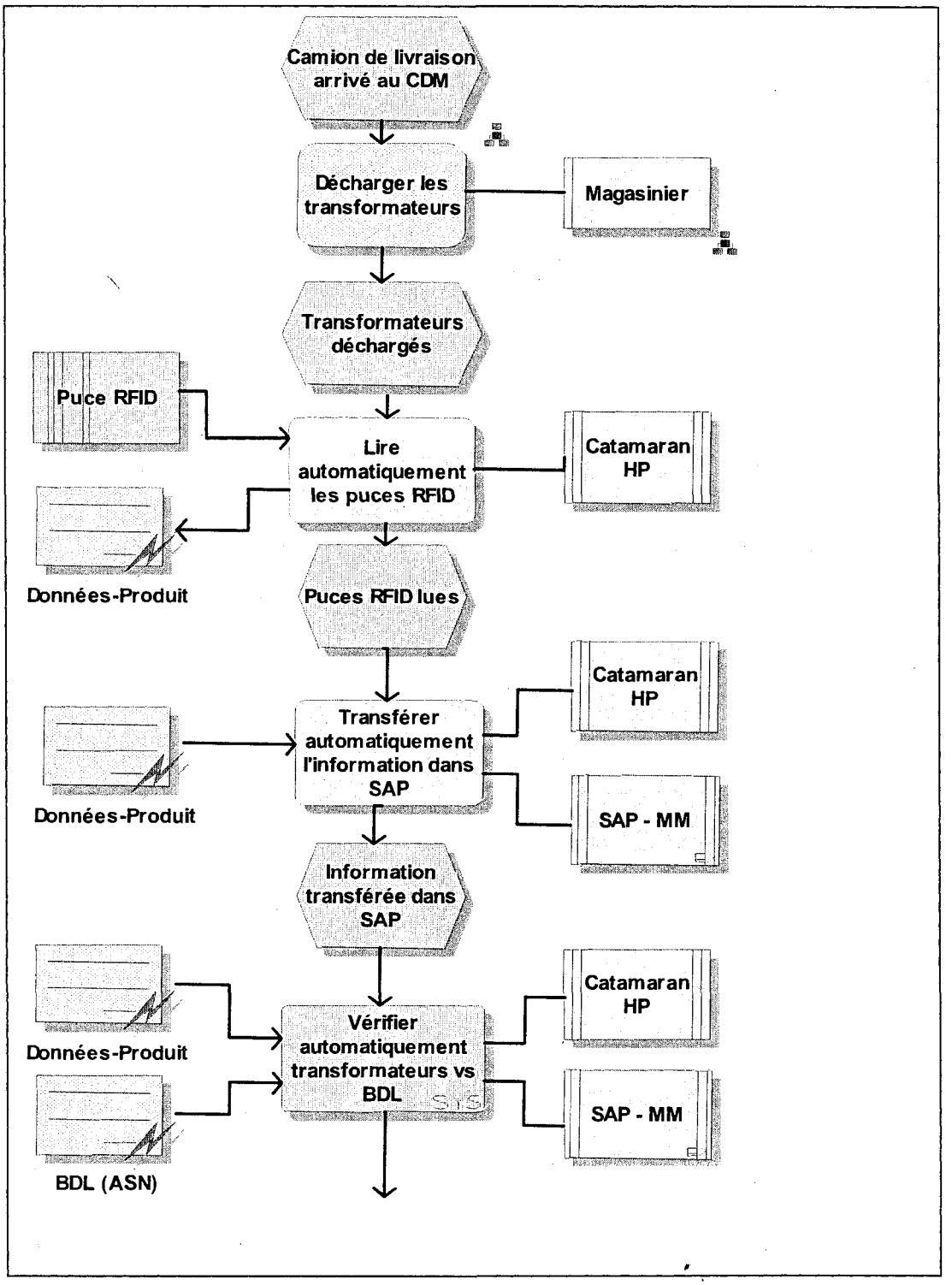


Figure C.3 : Processus de réception des produits («To Be»)

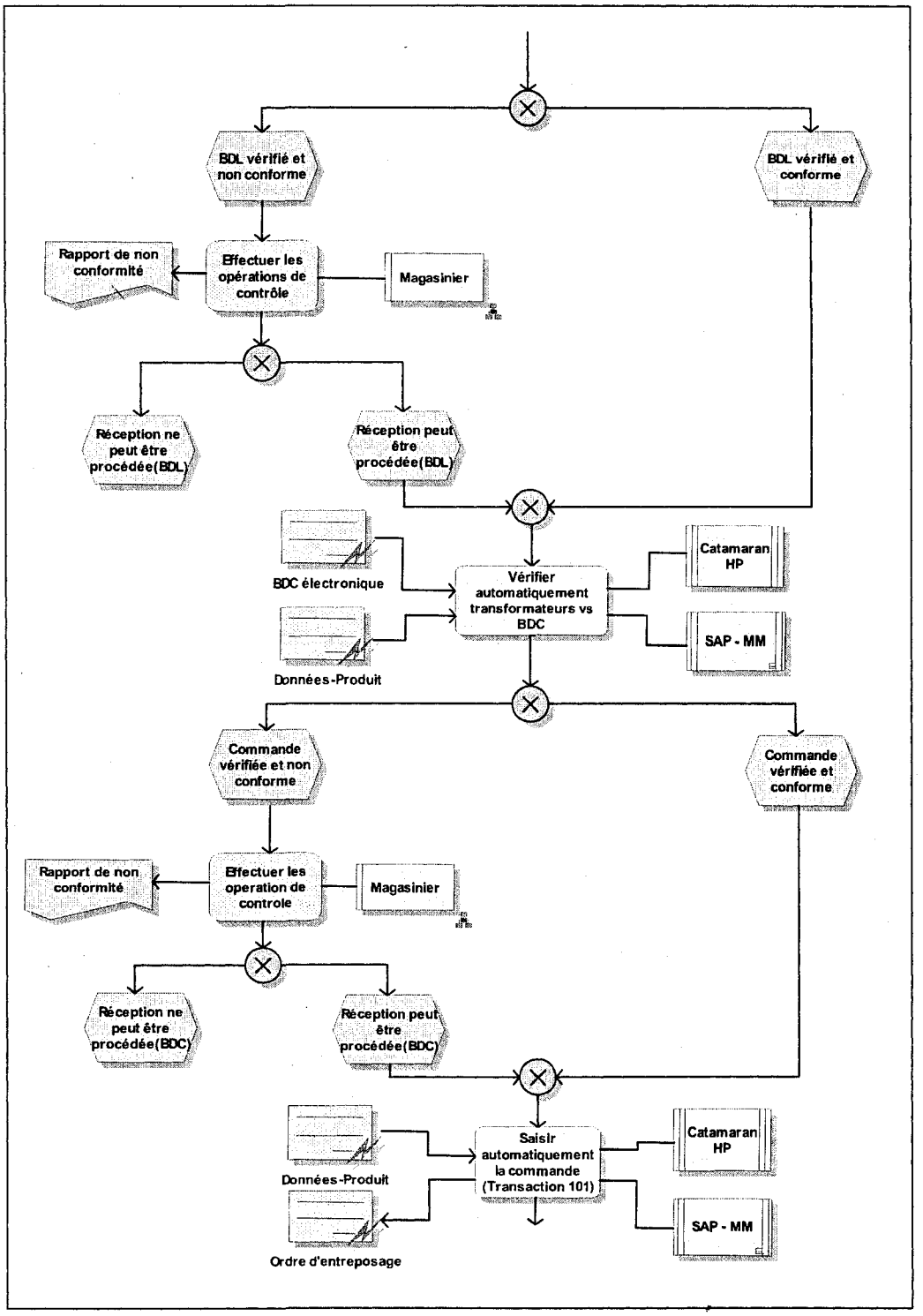


Figure C.3 : Processus de réception des produits («To Be») (suite)

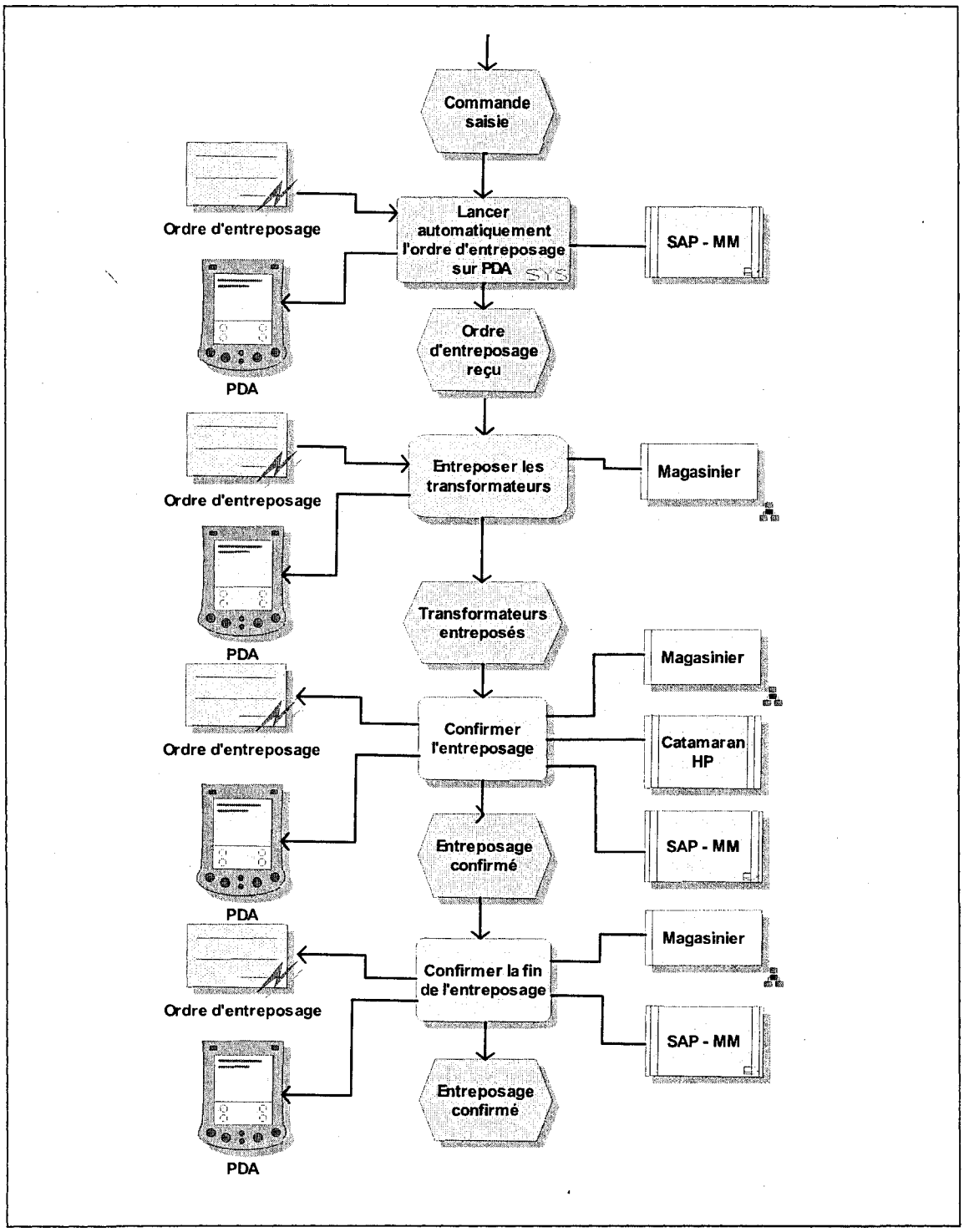


Figure C.3 : Processus de réception des produits («To Be») (suite et fin)

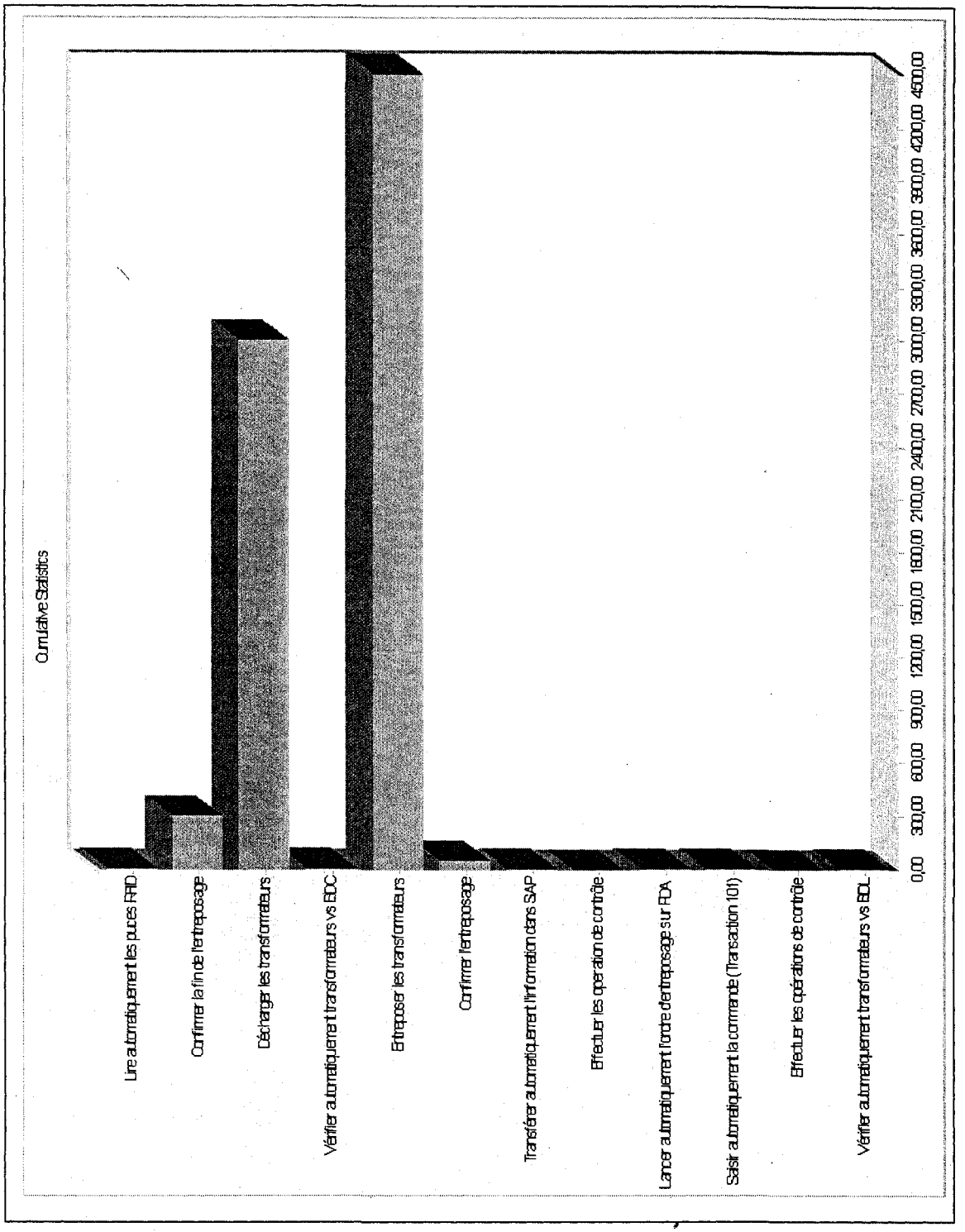


Figure C.4 : Résultats de la simulation du processus de réception («To Be»)

De manière générale, la cartographie des processus nous a permis de visualiser les processus et répondre aux questions : *"how" the work gets done and "who" does it?* Cet exercice a aussi permis d'identifier les zones potentiellement problématiques (*pain points*) et de les communiquer aux différentes parties prenantes dans le projet.

La simulation de ces processus a généré des données analytiques et facilité l'identification des activités sans valeur ajoutée, consommatrices de temps et d'argent. La simulation a aussi permis d'identifier et d'évaluer quantitativement diverses propositions qui intègrent les technologies RFID, par l'entremise de scénarios d'affaires et technologiques qui serviront de base dans la démarche de réingénierie des processus.

Dans ce cas précis, cet exercice nous a permis d'observer une rationalisation potentielle des processus d'affaires, par l'automatisation des processus de saisie de données et l'élimination d'autres activités à valeur non ajoutée. Le magasinier réduit sa charge de travail de 2/3. Non seulement, dans le scénario intégrant les technologies RFID, ses activités de manutention ne prennent que 2h10 minutes dans la journée par rapport à 4h43 minutes auparavant, mais en plus il n'exécute que des activités directement reliées à la réception des produits (les activités administratives étant automatisées).

Tableau C.3 : Synthèse des résultats de la simulation de réception des produits

Résultats de la simulation du processus («As is»)			
	Processed functions	Processing time sum	Percentage utilization
Magasinier	64	0000:04:43	0,67
Résultats de la simulation du processus intégrant les technologies RFID («To be»)			
	Processed functions	Processing time sum	Percentage utilization
Magasinier	20	0000:02:10:50	0,31
Sommaire des résultats			
	Réduction de 44 activités (automatisées ou annulées), soit 69 % d'activités automatisées ou annulées.	Réduction de 54% du temps nécessaire pour accomplir la même fonction (recevoir et entreposer les produits).	Réduction de 54% du taux d'utilisation de cette ressource.