

Titre: Incidences de RFID dans une chaîne d'approvisionnement :
Title: processus, gestion des connaissances et performance

Auteur: Yassine El Ghazali
Author:

Date: 2013

Type: Mémoire ou thèse / Dissertation or Thesis

Référence: El Ghazali, Y. (2013). Incidences de RFID dans une chaîne d'approvisionnement :
Citation: processus, gestion des connaissances et performance [Thèse de doctorat, École
Polytechnique de Montréal]. PolyPublie. <https://publications.polymtl.ca/1166/>

 **Document en libre accès dans PolyPublie**
Open Access document in PolyPublie

URL de PolyPublie: <https://publications.polymtl.ca/1166/>
PolyPublie URL:

**Directeurs de
recherche:** Élisabeth Lefebvre
Advisors:

Programme: Génie industriel
Program:

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

INCIDENCES DE RFID DANS UNE CHAÎNE D'APPROVISIONNEMENT :
PROCESSUS, GESTION DES CONNAISSANCES ET PERFORMANCE

YASSINE EL GHAZALI

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)

JUIN 2013

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

Cette thèse intitulée :

INCIDENCES DE RFID DANS UNE CHAÎNE D'APPROVISIONNEMENT :
PROCESSUS, GESTION DES CONNAISSANCES ET PERFORMANCE

présentée par : EL GHAZALI Yassine

en vue de l'obtention du diplôme de : Philosophiae Doctor

a été dûment acceptée par le jury d'examen constitué de :

Mme DE MARCELLIS-WARIN Nathalie, Doct., présidente

Mme LEFEBVRE Élisabeth, Ph.D., membre et directrice de recherche

Mme PRÉFONTAINE Lise, Ph.D., membre

M. DAOUDI Jaouad, Ph.D., membre

DÉDICACE

À mon père Moulay Abdelaziz El Ghazali et à mon co-directeur, professeur Louis André Lefebvre. Deux personnes très chères décédées lors de la réalisation de ce projet de doctorat.

REMERCIEMENTS

Je tiens à présenter mes sincères remerciements, ma reconnaissance et ma gratitude au professeure Élisabeth Lefebvre pour sa direction rigoureuse, ses conseils judicieux et son soutien continu.

Je remercie vivement les professeurs Nathalie De Marcellis-Warin, Lise Préfontaine et Jaouad Daoudi d'avoir accepté d'agir à titre de membres du jury. Je remercie également le professeur Samuel Pierre pour sa participation à ce jury comme représentant des études supérieures. Leurs commentaires instructifs ont amplement amélioré la qualité de ce projet de recherche. Qu'ils trouvent en ces quelques mots l'expression de ma profonde gratitude.

Je tiens aussi à remercier le grand professionnalisme, l'ouverture et la disponibilité de tous les membres des firmes participantes qui ont fourni les informations nécessaires pour la réalisation de ce travail de recherche, participé aux entrevues semi-dirigées et pris part aux groupes de discussion.

J'exprime aussi ma gratitude à toutes les personnes qui m'ont soutenu pendant la réalisation de ce projet doctoral, notamment mes collègues et amis Linda Castro et Alejandro Romero ainsi que les membres de ma famille.

Un remerciement spécial à ma mère et ma femme pour leur soutien inconditionnel tout au long de mes études doctorales.

RÉSUMÉ

Objectif principal et motivations

L'objectif principal de la thèse par article vise à évaluer, dans un contexte de chaîne d'approvisionnement, les impacts de la technologie RFID (*“Radio Frequency Identification”*) sur les processus, la gestion des connaissances et la performance. Cette recherche se distingue des travaux antérieurs en mettant une emphase particulière sur les incidences de RFID sur l'acquisition, la gestion, le partage et le transfert des connaissances, et ce, autant à l'interne (dans chaque organisation) qu'à l'externe (dans la chaîne d'approvisionnement). Nous proposons également que la gestion des connaissances ainsi améliorée permet l'ajout d'intelligence.

Cet objectif est poursuivi dans le contexte spécifique de la construction industrielle. Un tel contexte est intéressant puisque le poids économique de l'industrie de construction est élevé (au Québec, un emploi sur 20 en dépend) et que la construction industrielle connaît des investissements substantiels, de l'ordre au Canada de 86,9 milliards de dollars pour 2012. De plus, c'est un secteur à forte intensité de connaissances dans lequel les firmes de génie-conseil jouent un rôle déterminant. Finalement, le fait de s'intéresser à une chaîne d'approvisionnement plutôt qu'à des entreprises individuelles correspond à une tendance lourde. Nous avançons donc que l'objectif général de recherche présente une certaine pertinence pratique.

Sur le plan théorique, le projet doctoral est motivé par plusieurs facteurs. Premièrement, le nombre d'articles de recherche qui visent un objectif de recherche similaire est très restreint. Deuxièmement, la gestion des connaissances nous apparaît primordiale dans une économie dite basée sur les connaissances, les connaissances étant un facteur de production relativement plus important que les coûts de la main d'œuvre. Troisièmement, les connaissances représentent un actif intangible qui est à base même des avantages concurrentiels durables. Quatrièmement, la technologie RFID soulève des enjeux technologiques et non-technologiques qui ne sont pas entièrement résolus.

Stratégie méthodologique privilégiée

Cette recherche est exploratoire car elle sert à combler le 'vide' théorique et empirique concernant notre problématique spécifique. Elle correspond donc au paradigme qualifié d'empirico-inductif et est fondée sur des propositions de recherche. Plus précisément, elle a été

conduite dans cinq entreprises membres de cette chaîne pendant les étapes de la construction et post-construction au sein d'une raffinerie). Le client final est l'entreprise propriétaire de cette raffinerie, le maître d'œuvre est la firme de construction et les fournisseurs et sous-traitants sont respectivement le fournisseur de matières premières, l'entreprise de fabrication de systèmes de tuyauterie et l'entreprise responsable de la préparation de la surface et du revêtement anticorrosif des systèmes de tuyauterie. Ces cinq entreprises correspondent à cinq niveaux de la chaîne d'approvisionnement. Au total, 57 participants ont été impliqués. Observations, entrevues semi-structurées et analyse de documents internes et externes représentent pour l'étude de terrain les techniques de collecte de données privilégiées tandis que les groupes de discussion ont permis d'atteindre certains consensus et de valider les données empiriques et résultats obtenus.

Un consensus s'est formé pour explorer le potentiel de RFID au niveau de 1) l'approvisionnement des systèmes de tuyauterie, 2) de leur fabrication, peinture et installation sur le site de construction (soit la raffinerie) et, 3) leur inspection et maintenance après que les systèmes de tuyauterie soient installés. Ceci constitue trois applications distinctes de RFID, chacune ayant par exemple leurs propres exigences sur le plan technologique, leurs contraintes sur le plan organisationnel et inter-organisationnel, etc. Ces trois applications sont aussi les trois études de cas.

Principaux résultats

Les données empiriques confirment que RFID a en effet une influence positive sur les modèles de gestion que ce soit au niveau de l'amélioration des modèles existants ou de l'adoption de nouveaux modèles selon les résultats des trois articles de thèse. Par contre, l'incidence de RFID sur les modèles collaboratifs reçoit un soutien plus faible et mitigé : en effet, nous n'avons obtenu aucune évidence empirique sur la confiance tandis que l'amélioration des relations inter-organisationnelles est surtout démontrée dans le premier article de thèse.

L'adoption de la technologie RFID dans une industrie aussi complexe que celle de la construction industrielle est prometteuse. En effet, les résultats empiriques de notre recherche démontent que la technologie RFID a des incidences positives sur l'uniformisation, l'intégration, l'amélioration et l'automatisation des processus. Cette technologie améliore également l'acquisition, la gestion, le partage, le transfert des connaissances et permet d'ajouter de l'intelligence au niveau intra- et inter- organisationnel. Elle réduit certaines inefficacités et plusieurs coûts opérationnels.

L'analyse inter-cas a permis de dégager des facteurs déterminants additionnels. En particulier, nous avons pu établir que trois types de pressions isomorphiques, soit mimétiques, coercitives et normatives, s'exercent de façon différencié selon le type d'application RFID et selon la perspective de chacune des cinq entreprises. La compatibilité des scénarios RFID avec les compétences technologiques des entreprises impliquées se révèle un facteur important.

Les limites et contraintes ainsi que les principales contributions sont examinées dans le septième chapitre et la thèse conclut avec des avenues de recherche.

ABSTRACT

Main objective and motivations

The main objective of the thesis is to evaluate, in the context of supply chain, the impacts of RFID (Radio Frequency Identification) technology on processes, knowledge management and performance. This research differs from previous work by placing a strong emphasis on the impacts of RFID on the acquisition, management, sharing and transfer of knowledge, that are assessed internally (within the organization) and externally (across the supply chain). We also propose that improved knowledge management allows added-intelligence.

The above objective is pursued within the specific context of the industrial construction sector. Such a context is interesting because the economic weight of the construction industry is high (in Quebec, one out of 20 jobs) and because the Canadian industrial construction benefited, in 2012, from substantial investments in the order of 86.9 billion dollars. Moreover, industrial construction represents a knowledge-intensive where engineering firms play a decisive role. Finally, the focus on a supply chain rather than on individual companies corresponds to a heavy trend. We argue that the overall objective of research has some practical relevance.

From a theoretical perspective, the thesis is motivated by several factors. First, the number of research articles that target a similar research goal is very limited. Second, knowledge management appears to be critical in the so-called knowledge-based economy where knowledge can be considered as an important production factor. Third, knowledge is an intangible asset that brings sustainable competitive advantages. Fourth, RFID technology raises technological and non-technological issues that are not fully resolved.

Methodological strategy

This research is exploratory as it serves to fill the existing theoretical and empirical gaps in the literature. It thus corresponds to the empirical-inductive paradigm and is based on research propositions. More specifically, the field study was conducted in five companies in one supply chain during the construction and post-construction stages within one refinery. The end customer is the owner of the refinery, the contractor is the construction firm and the suppliers and subcontractors are respectively the supplier of raw materials, the manufacturing company of the piping systems, and company responsible for surface preparation and coating of the piping

systems. These five companies correspond to the five levels of the supply chain. A total of 57 participants were involved. Observations, semi-structured interviews and analysis of internal and external documents were used as data sources while the focus groups allowed to reach some consensus on key decision points and to validate the empirical data and the results.

A consensus was formed to explore the potential of RFID for 1) the supply of piping systems, 2) the manufacturing, painting and installation of these systems in the construction site (the refinery), and 3) the inspection and maintenance of the piping systems after their installation. This represents three different RFID applications, each with its own requirements in terms of technological, organizational and inter-organizational constraints. These three applications are also the three case studies.

Main results

Empirical evidence confirms that RFID has indeed a positive influence on business models, whether at improving existing models or at adopting new models. The impact of RFID on collaborative models receives a weaker and mixed support. The adoption of RFID technology in a sector as complex as the industrial construction industry seems promising. Indeed, the empirical results demonstrate that RFID technology has a positive impact on the standardization, integration, improvement and automation of processes. This technology also enhances the acquisition, management, sharing, and transfer of knowledge and adds intelligence at the intra- and inter-organizational levels. Finally, it reduces several inefficiencies and lowers several operational costs.

The cross-case analysis has identified additional factors. In particular, we have established that three types of isomorphic pressures or mimetic, coercive and normative, have a differentiated influence depending on the type of RFID application and on firms' perspective. The compatibility of RFID scenarios with organizational technology competences also proved to be a significant factor.

The research limits as well as the main contributions are discussed in the seventh chapter and the thesis concludes with avenues of research.

TABLE DES MATIÈRES

DÉDICACE.....	III
REMERCIEMENTS	IV
RÉSUMÉ.....	V
ABSTRACT	VIII
TABLE DES MATIÈRES	X
LISTE DES TABLEAUX.....	XVI
LISTE DES FIGURES.....	XVIII
LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS	XX
LISTE DES ANNEXES.....	XXII
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE 1 : PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE	3
1.1 GESTION DES CHAÎNES D'APPROVISIONNEMENT.....	3
1.1.1 Évolution et concepts.....	3
1.1.2 Quelques modèles pour la gestion de la chaîne d'approvisionnement	6
1.1.2.1 Modèles de gestion	7
1.1.2.2 Modèles collaboratifs.....	11
1.1.2.3 Modèles technologiques	15
1.2 GESTION DES CONNAISSANCES	19
1.2.1 Données, information, connaissances et intelligence	19
1.2.2 Gestion des connaissances, concepts et modèles.....	25
1.2.2.1 Gestion des connaissances: un concept difficile à cerner	25
1.2.2.2 Types de connaissances	25
1.2.2.3 Principaux modèles de gestion de connaissances.....	27
1.3 LA GESTION DES CONNAISSANCES DANS LA CHAÎNE D'APPROVISIONNEMENT	32
1.3.1 Liens entre la gestion des connaissances et la gestion de la chaîne d'approvisionnement.....	32
1.3.2 Travaux portant sur la gestion des connaissances dans la chaîne d'approvisionnement....	33

CHAPITRE 2 : PROBLÉMATIQUE SPÉCIFIQUE.....	36
2.1 TIC, GESTION DE LA CHAÎNE D'APPROVISIONNEMENT ET GESTION DES CONNAISSANCES.....	36
2.1.1 L'apport des TIC.....	36
2.1.2 TIC et gestion des processus.....	38
2.1.2.1 Gestion des processus.....	38
2.1.2.2 Réingénierie des processus.....	40
2.1.2.3 Processus intelligents.....	40
2.2 RFID.....	43
2.2.1 Le positionnement de RFID dans les modèles technologiques	43
2.2.2 RFID et gestion de la chaîne d'approvisionnement.....	45
2.2.3 Incidences de RFID sur les processus, la gestion des connaissances et la performance	46
2.2.3.1 Incidences de RFID sur les processus	46
2.2.3.2 Incidences de RFID sur la gestion des connaissances.....	46
2.2.3.3 Incidences de RFID sur la performance	48
2.3 CARACTÉRISTIQUES DU CONTEXTE INDUSTRIEL RETENU.....	50
2.3.1 Importance économique de l'industrie de la construction.....	50
2.3.2 Une industrie dominée par les projets.....	52
2.3.3 La chaîne d'approvisionnement dans l'industrie de la construction.....	55
2.3.4 La gestion des connaissances dans l'industrie de la construction.....	56
CHAPITRE 3 : CADRE DE RECHERCHE ET ARTICLES DE THÈSE.....	59
3.1 OBJECTIFS DE RECHERCHE ET CADRE CONCEPTUEL PROPOSÉ	59
3.1.1 Objectifs et motivations	59
3.1.2 Cadre conceptuel proposé et propositions de recherche	60
3.2 STRATÉGIE MÉTHODOLOGIQUE PRIVILEGIÉE.....	62
3.2.1 Type de recherche	63
3.2.2 Méthodes de recherche	63
3.2.2.1 La recherche-action	64
3.2.2.2 Étude de terrain.....	64
3.2.2.3 Étude de cas	66

3.2.3 Dimension temporelle.....	67
3.2.4 Techniques de collecte de données et type de données	68
3.2.4.1 Techniques de collecte de données.....	68
3.2.4.2 Types de données	70
3.2.5 Unité d'analyse	70
3.2.6 Traitement et analyse des données.....	72
3.2.6.1 Processus “As-is” et “To-be”	72
3.2.6.2 Analyse du contenu	72
3.3 ÉTAPES DE LA RECHERCHE ET STRUCTURE DE LA THÈSE	73
CHAPITRE 4: THE POTENTIAL OF RFID AS AN ENABLER OF KNOWLEDGE MANAGEMENT AND COLLABORATION FOR THE PROCUREMENT CYCLE IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY	75
4.1 ABSTRACT	75
4.2 INTRODUCTION.....	75
4.3 BACKGROUND.....	77
4.3.1 RFID in the construction industry.....	79
4.3.1.1 RFID technology	79
4.3.1.2 RFID in the construction industry	79
4.3.2 Procurement in the construction industry	80
4.3.3 Collaboration and knowledge management for procurement in the construction industry	82
4.4 RESEARCH METHODOLOGY	84
4.4.1 Research design	84
4.4.2 Participating companies	85
4.4.3 Data collection	85
4.5 PRELIMINARY RESULTS OF THE FIELD STUDY	87
4.5.1 Current procurement cycle and corresponding processes.....	87
4.5.2 Collaboration issues during the procurement cycle	90
4.6 IMPROVEMENTS USING RFID TECHNOLOGY	94
4.6.1 Proposed RFID solution: A document and material tracking solution	94

4.6.2 RFID-enabled collaboration and knowledge management during the materials procurement cycle.....	96
4.6.2.1 Integrated document management.....	98
4.6.2.2 Prompt issue management.....	102
4.6.2.3 Risk monitoring.....	102
4.6.2.4 Efficient and collaborative decision making	103
4.7. CONCLUSION	103
4.8 REFERENCES.....	104
CHAPITRE 5: RFID AS AN ENABLER OF MATERIALS MANAGEMENT : THE CASE OF A FOUR LAYER CONSTRUCTION SUPPLY CHAIN.....	113
5.1 ABSTRACT	113
5.2 INTRODUCTION.....	113
5.3 BACKGROUND.....	114
5.3.1 RFID technology.....	114
5.3.2 RFID applications for the industrial construction sector	115
5.3.3 The construction supply chain	116
5.3.4 Materials Management.....	118
5.4 RESEARCH METHODOLOGY	119
5.4.1 Research Design.....	119
5.4.2 Participating companies and respondents	121
5.4.3 Data Collection	123
5.5 PRELIMINARY RESULTS FROM THE FIELD STUDY	124
5.5.1 Current Context and Issues	124
5.6 RETAINED SCENARIOS INTEGRATING RFID TECHNOLOGY	129
5.7 ANTICIPATED BENEFITS.....	131
5.8 CONCLUSION	133
5.9 REFERENCES.....	134
CHAPITRE 6: INTELLIGENT INSPECTION PROCESSES FOR INTELLIGENT MAINTENANCE : THE POTENTIAL OF RFID IN THE PETROLEUM INDUSTRY	138
6.1 ABSTRACT	138

6.2 INTRODUCTION.....	138
6.3 THE IMPACTS OF PETROLEUM REFINERIES: ADDRESSING RISKS MORE EFFECTIVELY	139
6.3.1 Impacts of daily operations.....	140
6.3.2 Accidents and violations in petroleum refineries: Pipes as a high-risk component	140
6.4 KNOWLEDGE MANAGEMENT IN THE PETROLEUM INDUSTRY	141
6.5 THE POTENTIAL AND LIMITATIONS OF RFID FOR THE PETROLEUM INDUSTRY	143
6.5.1 Components of an RFID infrastructure.....	143
6.5.2 RFID applications in the petroleum industry	144
6.5.3 RFID limitations in the petroleum industry	144
6.6 RESEARCH METHODOLOGY	145
6.6.1 Research design	145
6.6.2 Participating companies and respondents	146
6.6.3 Main activities and data collection methods.....	148
6.7 PRELIMINARY RESULTS OF THE FIELD STUDY.....	149
6.7.1 Problem statement and risk evaluation	149
6.7.2 RFID-enabled inspection and maintenance of piping systems	152
6.7.3 The potential of RFID to mitigate piping risks.....	153
6.7.3.1 Intelligent inspection processes	154
6.7.3.2 Improving regulatory reporting	155
6.7.3.3 Controlling staff access prior to inspection and maintenance	157
6.7.3.4 Planning and streamlining an appropriate maintenance strategy	158
6.8 DISCUSSION AND CONCLUSION.....	159
6.9 REFERENCES.....	160
CHAPITRE 7 : DISCUSSION GÉNÉRALE.....	166
7.1 Discussion générale des résultats: analyse inter-cas	166
7.1.1 Soutien empirique obtenu par les propositions de recherche.....	166
7.1.2 Comparaison inter-cas : facteurs déterminants additionnels	172

7.2 Limites et contraintes	178
7.2.1 Limites et contraintes liées à la recherche-action	179
7.2.2 Limites et contraintes liées aux études de cas.....	180
7.2.3 Limites et contraintes liées à l'étude longitudinale.....	181
7.2.4 Limites et contraintes liées au cadre conceptuel.....	181
7.3 Contributions	182
7.3.1 Contributions méthodologiques	182
7.3.2 Contributions théoriques.....	182
7.3.3 Contributions pratiques.....	184
CONCLUSION	186
BIBLIOGRAPHIE	189
ANNEXES	238

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 : Quelques définitions de la chaîne d’approvisionnement.....	5
Tableau 1.2: Classification des informations de production.....	14
Tableau 1.3 : Potentiel des TIC sur les pratiques d’une chaîne d’approvisionnement.....	16
Tableau 1.4 : Principales définitions de la gestion des connaissances.....	26
Tableau 1.5 : Le Ba dans les différents quadrants du modèle SECI.....	30
Tableau 1.6 : Principales recherches traitant du potentiel de la gestion de connaissances sur la gestion de la chaîne d’approvisionnement.....	34
Tableau 2.1 : Principales fonctionnalités des processus intelligents.....	41
Tableau 2.2 : Revue de littérature des principales recherches traitant du lien entre la technologie RFID et la gestion des connaissances.....	47
Tableau 2.3 : Principaux domaines des connaissances dans l’industrie de la construction.....	57
Tableau 3.1 : Entreprises ayant participé à l’étude de terrain.....	65
Tableau 3.2: Nombre total de participants.....	68
Tableau 3.3 : Avantages liés à la cartographie des processus.....	71
Table 4.1: Some technical characteristics of an RFID system.....	78
Table 4.2: RFID in the construction industry: Examples of research areas and pilot projects.....	80
Table 4.3: Description of participating firms.....	85
Table 4.4: Research phases.....	86
Table 4.5: Participants and their roles.....	87
Table 4.6: Information and documentation flow problems.....	92
Table 4.7: Material flow problems: Extracted comments.....	93
Table 4.8: The potential of RFID as an enabler of knowledge management.....	99
Table 5.1: Field research study.....	121
Table 5.2: Profile of participating companies.....	122
Table 5.3: Participants to the field study and their role.....	124
Table 5.4.1: Detailed mapping of Firm Y “As Is” Processes.....	125

Table 5.4.2: Detailed mapping of Firm W “As Is” Processes.....	125
Table 5.4.3: Detailed mapping of Firm X “As Is” Processes.....	126
Table 5.5.1 (a): Firm Y’s current problems and issues.....	127
Table 5.5.1 (b): Firm Y’s current problems and issues.....	128
Table 5.5.2: Firm W’s current problems and issues.....	128
Table 5.5.3: Firm X & Z’s current problems and issues.....	128
Table 5.6.1: RFID-enabled prefabricated pipes management at Firm Y.....	130
Table 5.6.2: RFID-enabled prefabricated pipes management at Firm W.....	131
Table 5.6.3: RFID-enabled prefabricated pipes management at Firm Z.....	131
Table 5.7: An example of the cost structure for the installation phase for one typical project.....	132
Tableau 7.1 : Résultats obtenus pour la première proposition.....	167
Tableau 7.2 : Résultats obtenus pour la proposition P2.1.....	168
Tableau 7.3: Résultats obtenus pour P2.2.....	169
Tableau 7.4 : Résultats obtenus pour P2.3.....	170
Tableau 7.5 : Résultats obtenus pour la troisième proposition.....	171
Tableau 7.6 : Analyse inter-cas: soutien différencié aux propositions de recherche selon les trois applications RFID.....	173
Tableau 7.7: Analyse inter-cas: Caractéristiques principales des trois applications RFID.....	177

LISTE DES FIGURES

Figure I.1 : Structure de la thèse.....	2
Figure 1.1: Réseau de la chaîne d’approvisionnement.....	4
Figure 1.2 : Caractéristiques du concept du juste à temps.....	9
Figure 1.3 : Modèle de maturité de la confiance au niveau inter- organisationnel.....	13
Figure 1.4 : Facteurs fondamentaux pour une intégration réussie des TIC dans la chaîne d’approvisionnement.....	19
Figure 1.5: Le modèle DIKW.....	20
Figure 1.6 : Intelligence d’affaires, systèmes et bases de données.....	24
Figure 1.7 : Modèle SECI.....	28
Figure 2.1 : Modèle de processus.....	39
Figure 2.2 : Dimensions de la gestion des processus.....	39
Figure 2.3 : TIC et RFID.....	44
Figure 2.4 : Contributions et perspectives de contributions des organismes publics et privés dans l’industrie de la construction.....	51
Figure 2.5 : Recensement du nombre total de canadiens et canadiennes opérant dans l’industrie de la construction.....	51
Figure 2.6 : Principaux segments de la construction non résidentielle.....	52
Figure 2.7: Cycle de vie typique d’un projet de construction.....	53
Figure 2.8: Réseau de la chaîne d’approvisionnement dans l’industrie de la construction.....	56
Figure 3.1 : Cadre conceptuel général propose.....	60
Figure 3.2 : Cadre spécifique de recherche.....	61
Figure 3.3 : Stratégie méthodologique.....	63
Figure 3.4 : Systèmes de tuyauterie en phases de fabrication et d’installation.....	66
Figure 3.5 : Collecte de données et publication des articles de thèse.....	68
Figure 3.6 : Techniques de collecte de données.....	69
Figure 3.7 : Étapes de recherché.....	74
Figure 4.1: Collaboration and knowledge sharing in the procurement activity.....	83

Figure 4.2: Procurement intra- and inter-organizational collaboration flows.....	89
Figure 4.3: Information and document flows across the procurement cycle.....	91
Figure 4.4: RFID-enabled knowledge management integration in the procurement cycle.....	95
Figure 5.1: Main components of an RFID system.....	115
Figure 5.2: An overview of the construction supply chain.....	118
Figure 5.3: The industrial construction supply chain.....	120
Figure 5.4: One research site: some prefabricated pipes after their installation.....	123
Figure 6.1: Participating organizations and informants.....	147
Figure 6.2: The field research study.....	149
Figure 6.3: Most critical piping risks.....	151
Figure 6.4: Main components of the RFID-enabled inspection and maintenance of piping systems.....	153
Figure 6.5: Most critical benefits derived from intelligent inspection processes.....	156
Figure 7.1 : Analyse inter-cas.....	166
Figure 7.2 : Niveau de soutien aux propositions de recherche selon les résultats obtenus.....	172

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

ANSI	American National Standards Institutes
API	American Petroleum Institute
API	American Petroleum Institute
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASTM	American Society for Testing and Materials
CAD	Computer Aided-Design
CMI	Co-Managed Inventory
CMMS	Computerized Maintenance Management System
CNGDP	Conseil national de gestion de distribution physique
CPFR	Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment
DIKW	Data, Information, Knowledge, Wisdom
ECR	Efficient Consumer Response
EDI	Electronic Data Interchange
EDMS	Electronic Document Management System
ERP	Enterprise Resource Planning
GDP	Gross Domestic Product
GMAO	Gestion de maintenance assistée par ordinateur
GPS	Global Positioning System
JITII	Just in Time II
JMI	Joint-Managed Inventory
KM	Knowledge Management
KS	Knowledge Sharing
KT	Knowledge Transfer
OCDE	Organisation de coopération et développement économique
OHSAS	Occupational Health and Safety Assessment Series
OLAP	Online Analytical Processing
PFI	Pipe Fabrication Institute
PIB	Produit intérieur brut
QR	Quick Response
RFID	Radio-Frequency Identification Technology

SCM	Supply Chain Management
SCO	Supply Chain Optimization Software
SECI	Socialisation, Externalisation, Combinaison, and Internalisation
TIC	Technologie d'information et de communication
TMS	Transportation Management System
TSSA	Technical Standards and Safety Authority
VMI	Vendor Managed Inventory
WMS	Warehouse Management System

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A – EXEMPLE DE PROCESSUS “AS-IS”	238
ANNEXE B – EXEMPLE DE PROCESSUS “TO-BE”	239
ANNEXE C – EXTRAITS DES GUIDES D’ENTREVUE	241

INTRODUCTION

Parmi les technologies d'information et de communication (TIC) de pointe, la technologie d'identification par radio fréquence (RFID) est considérée comme une innovation ayant le potentiel d'offrir un large éventail d'opportunités. Cette thèse vise à explorer et évaluer les incidences de la technologie RFID sur les processus, la gestion des connaissances et la performance au niveau d'une chaîne d'approvisionnement dans le contexte spécifique de la construction industrielle. Plus spécifiquement, la thèse cible un type d'actif, soit les systèmes de tuyauterie et les activités qui concernent leur approvisionnement, fabrication, peinture, installation, inspection et maintenance dans une raffinerie.

Cette recherche doctorale se distingue des travaux antérieurs sur certains points. Premièrement, le fait de s'intéresser à une chaîne d'approvisionnement plutôt qu'à des entreprises individuelles correspond à une tendance lourde que ce soit sur le plan de la pratique des affaires ou sur le plan théorique. Deuxièmement, une emphase particulière a été mise sur les incidences de la technologie RFID sur l'acquisition, la gestion, le partage et le transfert des connaissances, et ce, autant à l'interne (dans chaque organisation) qu'à l'externe (dans la chaîne d'approvisionnement) dans un secteur à forte intensité de connaissances. En effet, les connaissances dans le secteur de la construction industrielle et tout spécialement au niveau des travaux de construction réalisés au sein d'une raffinerie reposent sur des métiers spécifiques comme par exemple l'ingénierie ou la mécanique industrielle. Ces connaissances représentent un actif intangible qui est la base même des avantages concurrentiels durables dans ce secteur. Troisièmement, très peu de recherches empiriques sont conduites dans le secteur de la construction industrielle malgré que son poids économique soit substantiel. Par exemple, la construction industrielle connaît au Canada des investissements importants de l'ordre de 86,9 milliards de dollars pour 2012. Quatrièmement, nous avons retenu comme unité d'analyse les processus puisque "la gestion de la chaîne d'approvisionnement désigne l'intégration des processus d'affaires clés depuis les fournisseurs des fournisseurs jusqu'aux utilisateurs (ou consommateurs) finaux afin d'offrir des produits qui ajoutent de la valeur pour les clients et les autres parties prenantes" (Lambert et Cooper, 2000, p.66). Les processus sont donc considérés comme la pierre angulaire de l'intégration de toute une chaîne d'approvisionnement.

La structure de la thèse correspond aux trois phases du projet doctoral, soit la planification, l'analyse de chacun des cas et l'analyse de cas croisée et comprend sept chapitres (Figure I.1)

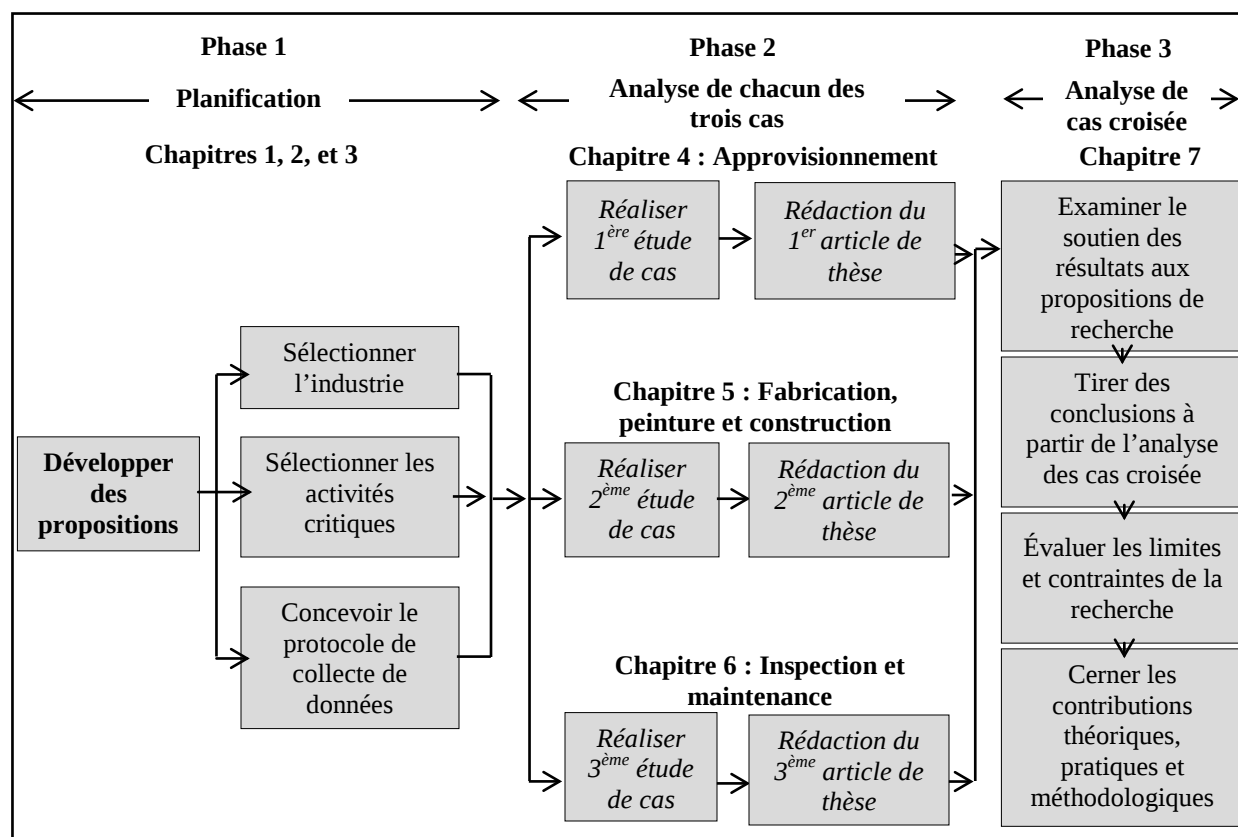


Figure I.1 : Structure de la thèse

La première phase vise le développement de propositions de recherche à partir d'une revue de la littérature qui permet de dégager la problématique générale (chapitre 1) et de cerner la problématique spécifique (chapitre 2). La présentation des propositions de recherche ainsi que du cadre conceptuel se retrouvent dans le chapitre 3. Ce troisième chapitre expose et discute la stratégie méthodologique retenue. La deuxième phase qui a exigé d'importants efforts de recherche sur le terrain présente les extraits les plus importants de cette recherche, soit les trois articles de thèse (chapitres 4, 5 et 6). La troisième et dernière phase (chapitre 7) offre une discussion générale, présente l'analyse de cas croisée et le niveau de soutien obtenu pour les propositions de recherche, discute des limites et contraintes et examine les principales contributions. Finalement, la thèse conclut avec des avenues de recherche futures.

CHAPITRE 1 : PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE

Ce premier chapitre pose les bases théoriques qui sous-tendent la problématique générale en examinant deux axes de recherche, soit la gestion des chaînes d'approvisionnement (section 1.1) et la gestion des connaissances (section 1.2). La section 1.3 tente de faire le recoupement entre ces deux axes de recherche.

1.1 GESTION DES CHAÎNES D'APPROVISIONNEMENT

Le terme “*supply chain*” correspond indifféremment aux expressions de chaîne logistique, chaîne de l'offre ou chaîne d'approvisionnement. Nous utilisons systématiquement l'expression chaîne d'approvisionnement dans ce texte.

1.1.1 Évolution et concepts

La logistique implique des activités diversifiées telles que le transport, l'entreposage, les inventaires ou l'emballage (Mangan et al., 2008; CILT, 2012 ; Dewan et al., 2013). Elle se retrouve sous cinq catégories principales, soit la logistique d'approvisionnement (exemple, commandes), la logistique de fabrication (exemple, ordonnancement et planification de la production), la logistique de distribution (exemple, conditionnement et emballage), la logistique des transports (ce qui inclut la planification des transports, l'optimisation des réseaux de transports et la gestion du matériel roulant (parc de véhicules) et la logistique de retour (dans le cas d'un produit défectueux). Pour plusieurs, la logistique est une composante essentielle de la chaîne d'approvisionnement (Lin, 2009) car elle assure la disponibilité d'un bien en optimisant quantités, délais et coûts.

Retracer la période exacte où la notion de la chaîne d'approvisionnement a été initialement mise de l'avant reste difficile à déterminer (Zuckerman, 2002). La majorité des experts reconnaissent que, dès les années 1960 et 1970, les entreprises ont commencé à considérer la chaîne d'approvisionnement comme une entité qui rassemble un ensemble de fonctions étroitement liées et dont le but ultime est de servir leurs clients (CRC Press LLC, 2001). D'autres experts relient spécifiquement cette notion à 1963, date d'inauguration du conseil national de gestion de distribution physique (CNGDP) (Zuckerman, 2002). Durant les années 1980 et 1990, de nombreuses entreprises ont continué à intégrer plusieurs fonctionnalités de chaîne

d'approvisionnement ce qui a permis à certaines de se positionner comme des leaders sur le marché. Ce succès a incité plusieurs autres firmes à adopter des pratiques de gestion de la chaîne d'approvisionnement (CRC Press LLC, 2001). L'émergence de la chaîne d'approvisionnement intégrée (Mentzer et al., 2001) fut observée dès 1996 et serait, selon Fredendall (2001), surtout reliée à l'introduction et l'adoption des innovations technologiques et plus spécifiquement des systèmes d'information. Une chaîne d'approvisionnement (Figure 1.1) représente un réseau d'organisations qui sont impliquées, en amont et en aval, dans les différents processus et activités produisant de la valeur sous forme de produits et de services destinés au client final (Christopher, 2010).

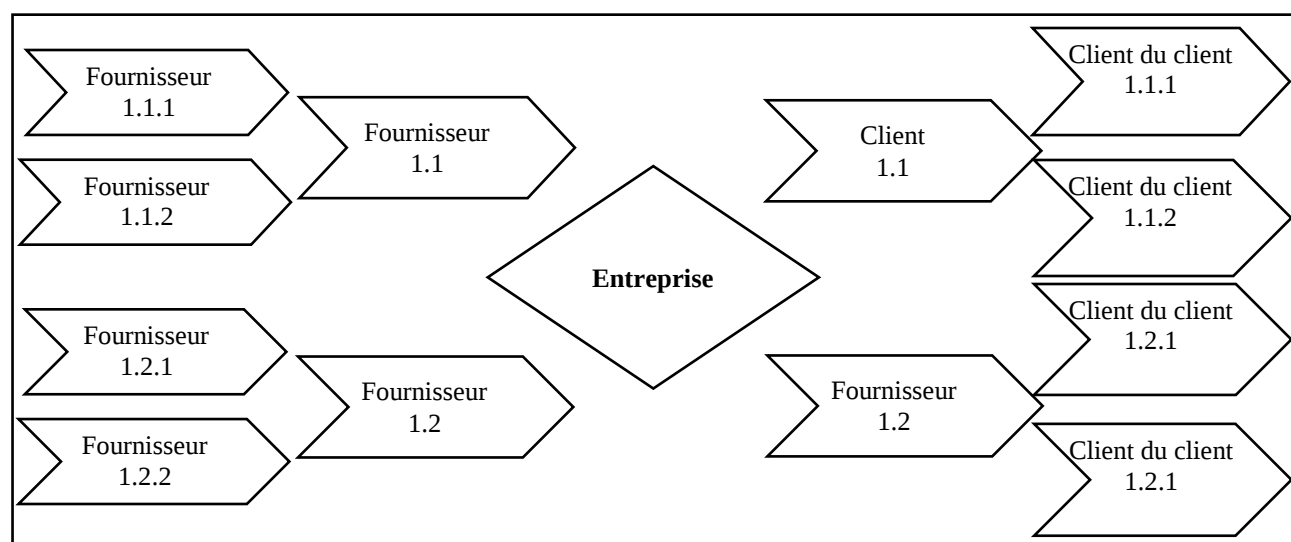


Figure 1.1: Réseau de la chaîne d'approvisionnement

La gestion de la chaîne d'approvisionnement a donc comme objectif principal d'intégrer et de gérer les flux de produits (matières brutes, composantes, produits semi-finis, biens et produits finis) et les flux informationnels et monétaires qui leur sont associés (Johsnton, 1995; Fisher, 1997; Christopher, 1998; Johnson et Pyke, 1999) et ce, depuis le fournisseur du fournisseur jusqu'au client final. Ceci rejoint la définition de Lambert et Cooper qui, parmi les multiples définitions offertes dans la littérature (Tableau 1.1), reste celle qui est la plus citée: "La gestion de la chaîne d'approvisionnement désigne l'intégration des processus d'affaires clés depuis les fournisseurs des fournisseurs jusqu'aux utilisateurs (ou consommateurs) finaux afin d'offrir des produits qui ajoutent de la valeur pour les clients et les autres parties prenantes" (Lambert et Cooper, 2000, p.66). Nous retiendrons cette définition pour plusieurs raisons. Premièrement, elle

réfère au réseau de la chaîne d'approvisionnement et donc aux partenaires d'affaires de cette chaîne. Deuxièmement, elle insiste sur l'intégration de la chaîne, intégration mise de l'avant par plusieurs auteurs dont en particulier (Ellram et Cooper, 1990), ce qui nous semble primordial car cela sous-tend nécessairement une coordination systémique et stratégique (Mentzer et al., 2001, p.18) et des efforts collaboratifs (Fawcett et Magnan, 2001). Troisièmement, elle introduit le concept de processus, qui est l'unité d'analyse retenue pour la stratégie méthodologique que nous avons privilégiée. Finalement, la notion de produits couvre les biens et services. Ces produits peuvent être des biens manufacturés destinés à des compagnies (par exemple, un avion), des items de consommation courante (par exemple, une brosse à dent), des services (par exemple, des services postiers) ou des projets (dans notre cas, la construction d'une partie d'une raffinerie).

Tableau 1.1: Quelques définitions de la chaîne d'approvisionnement

Auteurs	Définitions de la chaîne d'approvisionnement
Christopher, (2010)	“Réseau des organisations impliquées, en amont et en aval, dans les différents processus et activités produisant de la valeur sous forme de produits et de services destinés au client final”.
Ellram, (1991)	“Un réseau d'entreprise qui interagit pour livrer un produit ou un service au client final”.
Johnson et al., (1999)	“La gestion de la chaîne d'approvisionnement (SCM) est généralement utilisée pour décrire la gestion globale des flots de matériaux, d'informations et de fonds et cela à partir des fournisseurs, allant aux producteurs, assembleurs finaux, distributeurs (les entrepôts et les détaillants) et finalement aux consommateurs”.
Johnson, (1995)	“... le processus qui oriente stratégiquement le mouvement des matériaux du fournisseur principale jusqu'à leur arrivée chez le client finale”.
Lee et Billington, (1992)	“Réseaux de sites de fabrication et de distribution qui procurent les matières premières, les transforment en produit intermédiaires et finis et distribuent ces derniers aux clients finaux”.
Monczka et al., (2008)	“Concept dont l'objectif principal est d'intégrer et de gérer le flux des approvisionnements, grâce à différents tiers et fonctionnalités de la chaîne, et ce, allant du fournisseur principal au client final”.
Teller et al., (2012)	“Une chaîne d'approvisionnement renvoie à (1) un réseau d'organisation, (2) un effort synchronisé et intégré qui a pour but de diriger des processus, des marchandises physiques, des fonds et de l'information en amont et en aval et (3) une perspective holistique qui vise à créer de la valeur pour le client final”.

Les activités des entreprises membres du réseau sont conçues, structurées et optimisées pour procurer une valeur accrue au client final. Pendant la dernière décennie, le concept de la chaîne d'approvisionnement a entraîné une transformation radicale de la logistique (Kumar et al., 2011). En effet, plusieurs entreprises ont commencé à sous-traiter les activités logistiques précédemment effectuées à l'interne à des tierces parties (Li, 2011). Ceci leur a permis de réduire les coûts opérationnels, d'améliorer la qualité et la valeur ajoutée des services et d'assurer une collaboration efficace entre les différents partenaires de la chaîne (Qureshi et al., 2007; Yang et

al., 2009; Cao et Zhang, 2010). De plus, la mondialisation et le niveau accru de compétitivité exigent une relocalisation de certaines activités (Zaklan et al., 2012) qui ne sont simplement basées sur une réduction des coûts de main d'œuvre. Ainsi, certains centres de distribution se rapprochent des principaux détaillants afin d'offrir de meilleurs services. Par exemple, plusieurs unités industrielles appartenant au secteur informatique et desservant le marché nord-américain se sont installées à Guadalajara au Mexique, malgré que les coûts de main d'œuvre en Chine soient beaucoup moins élevés. Ceci leur a permis de mieux contrôler les insatisfactions liées aux commandes effectuées et garder ainsi une bonne réputation sur le marché (Bygballe et al., 2012).

Une chaîne d'approvisionnement est caractérisée en particulier par ses processus (Rexhausen et al., 2012). Les processus de la chaîne d'approvisionnement sous-tendent les activités de logistique telles que mentionnées ci-dessus mais concernent également d'autres activités telles que la gestion des relations client et fournisseur, la gestion du service client, le développement de produits ou la commercialisation (Lambert, 2008). Les critères de succès des chaînes seraient le contrôle des dépenses, la réduction des cycles de temps, la gestion plus optimale des inventaires, la visibilité accrue des produits, la gestion plus serrée des risques et une affinité plus étroite avec les clients (Hugos, 2006).

1.1.2 Quelques modèles pour la gestion de la chaîne d'approvisionnement

Plusieurs recherches cherchant à démontrer l'importance de l'optimisation de la chaîne d'approvisionnement passent par le développement de modèles efficaces (Billington, 1993; Baganha et Cohen, 1998; Cachon et Fisher, 2000; Siajedi et al., 2005). Ces modèles peuvent être regroupés en trois grandes catégories, soit les modèles de gestion, les modèles collaboratifs ou les modèles technologiques. Cette categorisation repose sur le fait que certains modèles ou pratiques des affaires sont 1) axés sur vers la gestion des chaînes d'approvisionnement (manière appropriée de faire les affaires, philosophie et nouvelle orientation ou vision de gestion), 2) nécessitent une collaboration étroite entre les entreprises membres de la chaîne d'approvisionnement et 3) misent fortement sur la technologie, en particulier les Technologies d'information et de communication (TIC) (ex: Technologies mobiles, Internet, technologie d'identification par radio fréquence (*RFID*), etc.) et les différents systèmes d'information (ex: EDI, WMS, etc.).

Au niveau des modèles de gestion, l'emphasis est principalement mise sur la gestion des inventaires et, de façon plus générale, sur la coordination des activités et processus de l'ensemble de la chaîne, ce qui permet une chaîne plus allégée ("*lean supply chain*") (Agarwal et al., 2006; Rubio et Corominas, 2008; Shingo, 2009; Sacks et al., 2010) et une gestion de la qualité plus élevée (Kannan et Tan, 2005; Lee et Whang, 2005; Kaynak et Hartley, 2008). La confiance et les relations inter-organisationnelles dominent les modèles collaboratifs nécessaires pour gérer l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement (Madhok, 1995; Dyer et Chu, 2003; Simchi-Levi et al., 2008; Ntayi et al., 2010). Finalement, au niveau des modèles technologiques, l'évolution des technologies de l'information et des communications soutient (certains diront même a rendu possible) la gestion des chaînes d'approvisionnement. C'est le cas en particulier de la technologie RFID qui représente le focus de cette thèse et que nous examinerons de façon détaillée dans la problématique spécifique (chapitre 2).

1.1.2.1 Modèles de gestion

La gestion même d'une chaîne d'approvisionnement est fortement complexe. Cette complexité est illustrée par un phénomène typique qui se manifeste dans tous les secteurs industriels et connu dans la littérature sous le nom de "*bullwip effect*" ou effet coup de fouet (Lee et al., 1997): une petite variation de la demande finale (donc en aval) résulte dans une amplification de plus en plus élevée au fur et à mesure que l'on se dirige vers l'amont jusqu'aux fournisseurs des fournisseurs. L'effet coup de fouet est causé par plusieurs facteurs, dont en particulier le manque de transparence dans la chaîne d'approvisionnement, le manque d'information fiable et le manque de vision à long terme (Nienhaus, 2002; Bayraktar et al., 2008; Wright et Yuan, 2008). Les conséquences de l'effet coup de fouet sont relativement désastreuses : des inventaires trop élevés, des clients insatisfaits, des incertitudes importantes et des ventes perdues (Chen et al., 2000; Mason-Jones et Towill, 2000). Tous les membres de la chaîne d'approvisionnement peuvent être ainsi pénalisés.

Les modèles de gestion dans le contexte des chaînes d'approvisionnement répondent essentiellement à deux préoccupations constantes, soit la gestion des inventaires à tous les maillons de la chaîne (Cachon et Fisher, 2000) et la coordination des processus et activités tout au long de la chaîne (Mentzer et al., 2001).

Gestion de l'inventaire

La gestion de l'inventaire est considérée comme un des défis majeurs au niveau d'une chaîne d'approvisionnement (Ryu et al., 2012). En effet, selon Giannoccaro et al., (2003), les inventaires représentent de 20 % à 60 % de la totalité des actifs d'une entreprise manufacturière. La gestion de l'inventaire au niveau d'une chaîne d'approvisionnement est dictée par un ensemble de politiques. Ces dernières sont axées vers la demande finale, l'amélioration des services à la clientèle et de la satisfaction du client ("*demand pull*") ou vers des réductions de coûts. À titre d'exemple, on peut se référer à l'optimisation des capacités de production ("*costs push*") (Verwijmeren et al., 1996). Ces politiques dépendent principalement de la portée géographique (locale ou mondiale), de la stratégie de gestion d'inventaires (centralisée ou distribuée) et du modèle de vérification du niveau des stocks (périodique, continu ou hybride). Elles peuvent aussi dépendre du type de demande (linéaire ou distribuée) et de la responsabilité de la gestion des inventaires (autogérés ou gérés par le fournisseur) (Ryu et al., 2012). Cependant, quelles que soient ces politiques, la gestion des inventaires connaît des contraintes majeures au niveau des chaînes d'approvisionnement (Lefebvre et al., 2005; Mitra, 2012; Tsao et al., 2012; Coelho et Laporte, 2013). Premièrement, les activités et processus de gestion d'inventaires sont encore basés dans certaines entreprises, surtout celles de plus petite taille, sur des tâches manuelles qui génèrent de la paperasse. Deuxièmement, les pénuries d'inventaires potentielles et les goulots d'étranglement ne sont pas nécessairement identifiés. Troisièmement, l'information provenant des systèmes de gestion d'inventaires peut être inexacte. Finalement, la disparition et le vol des produits sont relativement fréquents au sein des entrepôts.

Le concept du juste à temps vise à minimiser le niveau d'entreposage, les délais de livraison, les délais d'attente et permet une meilleure application des normes, une maîtrise adéquate de la qualité, la disparition de la paperasse et la diminution des frustrations parmi les employés (Figure 1.2). Le juste à temps peut être distingué sous deux formes, le "grand juste à temps" et le "petit juste à temps". Le premier (souvent connu sous le nom de fabrication allégée, opération allégée ou production allégée) est considéré comme une philosophie de gestion des opérations qui cherche à éliminer toutes les formes de pertes au sein d'une firme (Iwase et Ohno, 2011). Le "petit juste à temps" se concentre plus étroitement sur la planification de l'inventaire des produits et à fournir des ressources de services lorsque nécessaire.

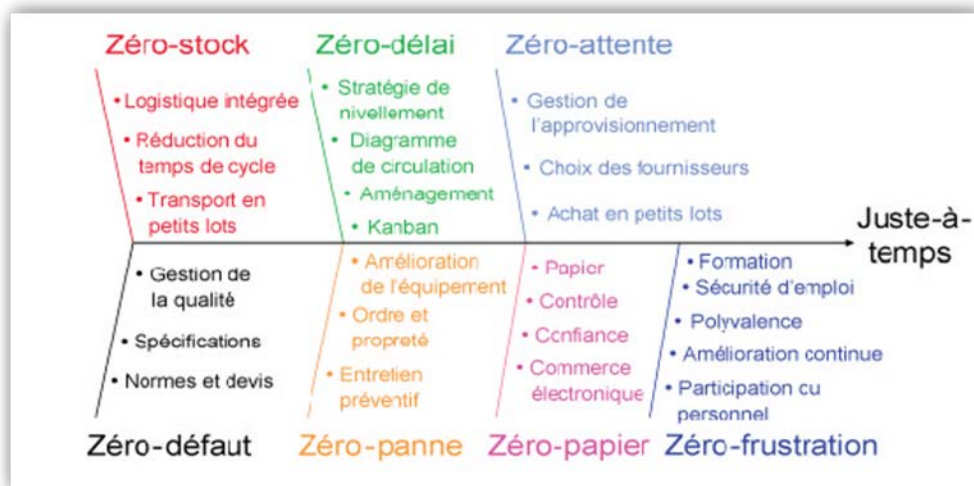


Figure 1.2 : Caractéristiques du concept du juste à temps (Source : Tiré de Ménard, 2005)

Cependant, le juste à temps nécessite de tenir compte de plusieurs facteurs (Hayes, 1981; Griffin et Harrell, 1991; DeLuzio, 1993; Lee, 1997; Horngren et al., 2007; Hilton, 2008; Atkinson, 2012), soit l'engagement des cadres supérieurs et intermédiaires, l'application de la méthode dite pull (uniquement lorsqu'une demande en aval existe), la standardisation des tâches, des installations et équipements flexibles et la polyvalence des travailleurs. Le juste à temps connaît plusieurs variantes dont le JITII (*"Just in Time II"*), le CMI (*"Co-Managed Inventory"*) ou le JMI (*"Joint-Managed Inventory"*). Le JITII (*"Just in Time II"*) a été introduit par Bose, le manufacturier de systèmes audio. Le JITII (*"Just in Time II"*) remplace les acheteurs, planificateurs et vendeurs du manufacturier par les personnes clés de ses fournisseurs, avec comme conséquences principales, de libérer le personnel du manufacturier et de donner aux employés des fournisseurs une meilleure appréciation des besoins de leur client. Le VMI (*"Vendor Managed Inventory"*), connu également sous le terme de réapprovisionnement continu, encourage également le partage d'information entre les partenaires d'affaires (Disney et Towill, 2003). Ses principaux avantages résident dans la simplification des processus des achats et de gestion de stocks, une réduction du niveau de l'inventaire dans un contexte de chaîne d'approvisionnement, une meilleure connaissance du marché (Zanoni et al., 2012) et une réduction de l'effet coup de fouet (Disney et Towill, 2003).

Modèles et mécanismes de coordination

Si la gestion des inventaires doit être mieux optimisée tout au long de la chaîne d'approvisionnement, les mécanismes de coordination (initialement introduits par Thompson, 1967) ne se limitent pas aux problèmes d'inventaires. Ainsi, plusieurs modèles sont apparus dont le CPFR (*“Collaborative planning, forecasting, and replenishment”*) et ECR (*“Efficient consumer response”*).

Le CPFR représente des pratiques commerciales qui consistent à unifier la vision de plusieurs partenaires et à mettre en place et partager un ensemble de standards et procédures communes dans l'optique de mieux planifier, coordonner et réaliser les demandes du client final (Sari, 2008). Le CPFR représente donc une approche holistique pour gérer de façon conjointe des activités aussi diverses que la production, les commandes ou les ventes. Le CPFR va plus loin qu'une coordination passive car il exige l'implication de tous les partenaires dans la prise de décision et un partage de l'information : cela stimule donc la coordination dite active (Christiansen et al., 2007). Parmi les avantages dérivés du CPFR, mentionnons la réduction des coûts opérationnels, la réduction des erreurs de planification et des temps d'attentes et l'augmentation du niveau des ventes (Büyükköçkan et al., 2012).

L'ECR (*“Efficient Consumer Response”*) provient de la constatation suivante: les firmes peuvent mieux servir les consommateurs, plus rapidement et à moindre coût en collaborant avec des partenaires commerciaux. L'ECR est donc basé sur un partenariat stratégique entre les différents acteurs d'une chaîne d'approvisionnement impliquant des fournisseurs, grossistes, distributeurs et détaillants (Lohtia et al., 2004). Pour plusieurs auteurs dont Holmström et ses co-auteurs (2002), le CRFR constitue le lien manquant pour atteindre l'objectif primordial de l'ECR, soit celui d'assurer une meilleure qualité et un choix plus optimal pour le consommateur final (Mills, 1993).

Dans la même veine, le QR (*“Quick response”*) est également axé vers le marché (*“market-driven”*) et a été mis en place initialement au début des années 90 dans l'industrie américaine du textile, où les temps de réaction - environ 66 semaines en moyenne entre la transformation de la matière première en vêtements jusqu'aux étagères des magasins (Blackburn, 1991) - étaient beaucoup trop longs. Le temps devenait alors un facteur concurrentiel important dans cette industrie et la réduction des délais était un élément essentiel afin de contrer la menace des pays en

voie d'industrialisation. Tout en améliorant la gestion quotidienne des activités d'une chaîne d'approvisionnement (Perry et al., 1999), le QR est considéré comme un système de gestion, production et distribution qui a comme objectif de satisfaire les consommateurs dans des délais minimaux (Choi et Sethi, 2010) et à la base même de ce qu'on appelle "*time-based competition*".

Des modèles de gestion discutés ci-dessus, nous remarquons que les efforts de coordination sont passés d'une perspective unilatérale dictée par le vendeur (par exemple, avec le VMI) ou le client (c'est le cas de l'ECR) à une approche bilatérale (avec le CPFR). L'approche bilatérale inclut pour chaque chaînon de la chaîne d'approvisionnement à la fois les fournisseurs et les clients et intègre pour l'ensemble des chaînons tous les membres de chaîne.

1.1.2.2 Modèles collaboratifs

La collaboration dépasse largement les efforts de coordination (Skjoett-Larsen et al., 2003). Elle peut être en effet considérée comme "une initiative conjointe qui se traduit par des communications observables (ou des échanges d'information), la coordination de différentes activités et la participation aux décisions afin d'atteindre des objectifs communs" (Daoudi et Bourgeault, 2012, p. 4). Dans le cadre de ce projet de recherche, deux concepts clés émergent de la littérature et ont été retenus dû à leur prédominance dans une chaîne d'approvisionnement, soit la confiance et des relations inter-organisationnelles (Panayides et Lun, 2009; Cheng, 2011; Fawcett et al., 2012; Chen et Fu, 2013).

La confiance

Le concept de la confiance (Wong et Kanji, 2008; Panayides et Lun, 2009; Yeung et al., 2009) a été largement analysé dans diverses disciplines. C'est un concept multidimensionnel qui implique notamment la volonté, la croyance, la dépendance, l'espoir, l'honnêteté, la mutualité, le partage des valeurs, la réciprocité, l'engagement, la compassion, l'incertitude, la responsabilité et finalement le partage du risque (McAllister, 1995; Das et Teng, 1998).

D'un point de vue organisationnel, la confiance constitue un élément déterminant dans toutes les relations professionnelles (Morgan et Hunt, 1994) et se traduit par la volonté de s'appuyer sur un partenaire d'échange dans l'espoir que ce dernier se conforme aux accords communs (Currall et Inkpen, 2002). Dans un contexte de chaîne d'approvisionnement, la confiance est perçue comme un des éléments les plus importants pour que les relations inter-organisationnelles (entre membres de la chaîne) soient concluantes et prospères (Madhok, 1995; Dyer et Chu, 2003). Elle

désigne également un état d'esprit qui consiste à créer un environnement où règnent une négociation équitable, une fiabilité au niveau de l'accomplissement des obligations et une attitude positive entre les partenaires (Zaheer et al., 1998) dans l'optique d'augmenter la probabilité de réalisation de bénéfices mutuels (Ireland et Webb, 2007). La figure 1.3 représente un modèle de maturité de la confiance au niveau inter-organisationnel. Selon Fawcett et al. (2012), la maturité de la confiance inter-organisationnelle repose sur trois éléments essentiels : 1) le temps nécessaire permettant aux relations de germer; 2) la réalisation de résultats positifs basés sur un partage itératif des expériences et finalement 3) un investissement continu au niveau des relations entre les partenaires.

La confiance est aussi perçue comme un devoir éthique et moral (Hosmer, 1995). Hosmer, (1995), Dyer (1996), Cai et al., (2010) et Fawcett et al., (2012) confirment que la confiance est un catalyseur pour l'adoption des innovations collaboratives, une condition préalable à l'intégration de l'information et au renforcement de son contenu et un prérequis pour une participation réussie des clients et des fournisseurs dans la chaîne d'approvisionnement.

La confiance est donc considérée comme une composante à part entière d'une relation inter-organisationnelle et est identifiée comme étant la pierre angulaire de partenariats stratégiques dans les chaînes d'approvisionnement (Spekman et al., 1988; Handfield et Bechtel, 2002; Chen et al., 2011). Similairement, Lee et Billington, (1993); Das et Teng, (1998); Bachmann, (2001); et Li et al., (2007) ont soutenu que la confiance est un ingrédient fondamental pour le maintien de la coopération, la prévention des conflits et la réduction des risques relationnelles et finalement la réduction des coûts transactionnels au niveau d'une chaîne d'approvisionnement.

Quatre types de confiance existent au niveau inter-organisationnel (Sako, 1992; Yeung et al., 2009): la confiance basée sur les compétences, la confiance contractuelle, la confiance calculée et la confiance basée sur de la bonne volonté. De leur côté, Fawcett et al., (2012) proposent un modèle de maturité (Figure 1.3) qui passe d'une confiance limitée (premier niveau) à une confiance collaborative (quatrième niveau). L'atteinte du quatrième niveau permet une confiance durable vis-à-vis de la collaboration inter-organisationnelle.



Figure 1.3 : Modèle de maturité de la confiance au niveau inter-organisationnel (Source : traduit de Fawcett et al., 2012)

Relations inter-organisationnelles

Les organisations qui cherchent à développer une chaîne d'approvisionnement concurrentielle et flexible doivent absolument développer une relation inter-organisationnelle et collaborer afin de partager la même vision stratégique (Ntayi et Eyaa, 2010). Cette relation est soutenue sur le plan théorique par Simchi-Levi et al. (2008) qui affirment que les partenariats de collaboration entre les fournisseurs et les fabricants peuvent avoir un impact significatif sur la performance de la chaîne d'approvisionnement. Selon Simatupang et Sridharan (2002) et Cao et Zhang (2013a), ce type de relations est basé sur la synchronisation des décisions, l'alignement des incitations, l'output des synergies entre les partenaires, la communication et le partage de l'information. Ce dernier point, soit le partage de l'information entre les différents partenaires de la chaîne, est particulièrement crucial (Prajogo et Olhager, 2012). Les informations peuvent aller du cahier des charges d'un produit aux bases de données des clients en passant par les données reliées à la planification (Lummus et Vokurka, 1999). Au niveau des opérations de production, elles ont été classifiées par Huang et al. (2003) en six principales catégories (produit, processus, ressource, inventaire, commande et prévision) tel que décrit dans le Tableau 1.2.

Tableau 1.2: Classification des informations de production

Catégories	Principales informations partagées
Produit	Structure du produit
Processus	Délai des matériaux Variance des délais Délai du transfert des commandes Coûts du processus Qualité Expédition
Ressource	Capacité Variance de la capacité
Inventaire	Niveau de l'inventaire Retenue Coût du carnet de commande
Commande	Réquisition Variance des réquisitions Dimensions du lot commandé Date de la commande
Prévision	Prévision des commandes Cédule des commandes Modèle de prévision

(Source : traduit de Huang et al., 2003)

C'est ainsi que de plus en plus d'entreprises reconnaissent qu'il existe un lien positif entre la disponibilité et la qualité de l'information et 1) une performance supérieure de la chaîne

d'approvisionnement (Albert, 2008); 2) une meilleure gestion de l'inventaire (Cachon et Fisher 2000) et 3) une réduction des coûts opérationnels (Lee et Billington, 1993). Dans la même voie de réflexions, plusieurs chercheurs et praticiens ont démontré un intérêt croissant face aux avantages du concept de partage de l'information au niveau des réseaux d'une chaîne d'approvisionnement (Jharkharia et Shankar, 2000; Huang et al., 2003; Angulo et Nachtmann, 2004; Huang et Gangopadhyay, 2004; Hult et al., 2004; Shin et al., 2007; Pereira, 2009). Leurs recherches ont prouvé que le partage de l'information peut contribuer au renforcement des relations entre les partenaires de la chaîne, à l'affermissement des canaux de coordination, à une réduction des coûts de la chaîne, à une amélioration du taux d'exécution des commandes et à une meilleure planification inter-organisationnelle.

1.1.2.3 Modèles technologiques

Les technologies d'information et de communication (TIC) sont considérées comme une composante essentielle pour la gestion d'une chaîne d'approvisionnement (Byrd et Davidson, 2003). En effet, l'évolution des systèmes d'information et des systèmes de gestion (progiciels de gestion intégrés, "*datawarehouse*", "*datamining*", etc...) ainsi que les technologies mobiles (Internet, RFID, etc...) permettent aux partenaires d'affaires de mieux piloter les chaînes d'approvisionnement (Giannakis et al., 2011; Tseng et al., 2011; Xia, 2011) et ce, en soutenant un grand nombre de pratiques fondamentales (Tableau 1.3).

Sur le plan informationnel, Nativi et Lee, (2012) insistent sur le potentiel des TIC de fournir des informations précises et fiables, ce qui conduit à améliorer la performance de la chaîne d'approvisionnement. De plus, Prajogo et Olhager, (2012) mettent l'accent sur le potentiel des TIC à assurer un partage de l'énorme quantité de l'information en temps réel. À titre d'exemple, des sociétés telles que Dell et Cisco Systems partagent un ensemble d'information avec leurs fournisseurs et clients, ce qui leur permet de mieux contrôler la charge du travail ainsi que le niveau des inventaires, tout en assurant une meilleure anticipation sur des changements fluctuants du marché (Jingquan, 2001).

Tableau 1.3 : Potentiel des TIC sur les pratiques d'une chaîne d'approvisionnement

Pratiques	Description	Auteurs
Partage et échange de l'information	▪ Fournir une meilleure qualité de service ▪ Capture, organisation et partage des informations clés d'une manière efficace aux niveaux intra- et inter-organisationnel ▪ Meilleure communication entre les membres de la chaîne d'approvisionnement	Guo et al., (2006); Li et Lin, (2006); Prajogo et Olhager, 2012.
Intégration	▪ Amélioration de la visibilité de la chaîne d'approvisionnement ▪ Standardisation des processus ▪ Contrôle de la fluctuation et changements du marché en temps réel ▪ Fiabilité de la planification de la production, gestion des stocks et de la distribution	Angeles (2009); Li et al. (2009); Taghaboni-Dutta et al. (2010); Amy et Wognum, (2012).
Coordination	▪ Meilleure coordination des flux entre les différents partenaires de la chaîne d'approvisionnement (ex. fournisseurs, fabricants, grossistes, détaillants et consommateurs final) ▪ Diminution des conflits et des comportements opportunistes au sein de la chaîne d'approvisionnement ▪ Amélioration de la coordination entre les activités de planification, logistique et opérationnelle ▪ Efficacité des prestations de services	García-Dastugue et Lambert, (2003); Xue et al., (2005); Devaraj et al., (2007); Lee et al., (2011).
Agilité	▪ Amélioration des opérations quotidiennes et de la rentabilité organisationnelle ▪ Conversion des incertitudes et des perturbations du marché en opportunités d'affaires ▪ Partage d'une vision stratégique entre les partenaires de la chaîne d'approvisionnement ▪ Collaboration entre les partenaires de la chaîne d'approvisionnement pour la mise en place des ressources nécessaires pour renforcer les activités inter-organisationnelles	White et al., (2005); Braunscheidel et Suresh, (2009); Ngai et al., (2011).
Performance	▪ Synchronisation des activités du juste à temps ▪ Concordance des flux informationnels avec ceux des matériaux ▪ Visibilité des niveaux des stocks au niveau de toute la chaîne d'approvisionnement ▪ Développement de scénarios pour la réduction des coûts (ex. transport, possession des stocks, gestion des commandes, frais administratifs, etc...) et l'optimisation de la chaîne d'approvisionnement	Li et al., (2009); Leo, (2010); Mithas et al., (2011); Ranganathan et al., (2011); Prajogo et Olhager, (2012)

De plus, l'adoption des TIC dans les chaînes d'approvisionnement permet une plus forte intégration des activités des partenaires, une coordination plus optimale des flux entre les membres de la chaîne et une plus grande agilité ou capacité d'adaptation de la part de ces derniers (Wu et al., 2006). Ceci se traduit par une performance accrue. Selon Nechita et Timofti (2011) et Chung et al. (2009), les TIC soutiennent les modèles de gestion, améliorent les relations entre les partenaires et permettent d'assurer un contrôle et un suivi appropriés de la planification et de la qualité des services (Nix et al., 2004). Quelques progiciels, logiciels et systèmes d'information

qui sont particulièrement importants pour la gestion des chaînes d'approvisionnement sont décrits ci-après:

- 1) L'EDI ("*Electronic data interchange*") qui est apparu au début des années 80 a été et reste encore la pierre angulaire des échanges inter-entreprises (Cao et Zhang, 2013b). L'EDI désigne la communication directe d'ordinateur à ordinateur de documents dans un format standard très structuré (Crum et al., 1998). Sa dimension inter-organisationnelle a reçu beaucoup d'attention de la part du monde des affaires (Hill et Swenson, 1994) et a fait l'objet de très nombreux articles. Cependant, sa rigidité même n'est pas nécessairement un atout pour rencontrer les besoins spécifiques des chaînes d'approvisionnement (Lee et Wang, 2000) et d'autres technologies dont RFID jouent également un rôle primordial (Patterson et al., 2004).
- 2) L'ERP ("*Enterprise Resource Planning*") ou le progiciel de gestion intégré est considéré comme une solution d'affaire qui consiste à rassembler un ensemble de processus d'affaires, à les automatiser et à les standardiser (Aslan et al., 2012). On cite par exemple, la fabrication, la comptabilité, la gestion des ressources humaines, le marketing, les ventes, etc.... Le progiciel de gestion intégré offre plusieurs avantages, notamment la diffusion verticale et horizontale de l'information, la fiabilité des données et la simplification des processus (Gupta et Kohli, 2006). Quand l'ERP est étendu à la chaîne d'approvisionnement, il permet une forte intégration des flux informationnels entre ses membres (Sheick, 2003; De Burca et al., 2005).
- 3) L'EDMS ("*Electronic Document Management System*") ou le système de gestion électronique des documents est une application combinant un ensemble de technologies et de systèmes (Hung et al., 2009). Elle a comme objectif le support ainsi que le contrôle du cycle de vie des documents électroniques. Ses principales fonctionnalités incluent le transfert des documents dans le système, leur stockage et archivage, leur organisation et classification via un système d'indexation et leur récupération par l'intermédiaire d'un outil de recherche (Zhao et al., 2010).
- 4) Le WMS ("*Warehouse Management System*") ou le système de gestion des entrepôts permet de maximiser l'efficacité et la productivité des tâches réalisées au sein d'un entrepôt. Cette application consiste à planifier et gérer le flux des stocks au sein d'un entrepôt. Plus précisément, elle permet d'en contrôler les principales activités dont la

réception, le rangement, la cueillette et l'expédition des marchandises ainsi toutes les fonctionnalités de gestion qui les soutiennent (Shiau et Ming-Chang, 2010). Parmi les principaux avantages de la mise en œuvre d'un système de gestion d'entrepôt, on trouve la réduction des délais, l'accroissement des flux de circulation des marchandises et l'optimisation des espaces d'entreposage (Park et Hyounghwan, 2013).

- 5) Le CMMS ("*Computerized Maintenance Management System*") ou la gestion de maintenance assistée par ordinateur (GMAO) est une application qui permet aux opérateurs spécialisés en entretien et en maintenance de planifier, organiser et contrôler d'une manière automatisée l'ensemble de leurs actifs d'une manière quotidienne et intégrée (Godot et Villard, 1999). Ce système offre plusieurs avantages car il permet de conserver électroniquement un historique détaillé de toutes les réparations effectuées dans le passé, de planifier les maintenances futures, de suivre les coûts historiques et l'estimation des frais d'entretien et de maintenance futurs, de mémoriser la documentation ainsi que les procédures techniques reliées à chaque actif et de générer des bons de travail basés sur les priorités d'inspection et de maintenance (O'Donoghue et Prendergast, 2004).

Nous pouvons conclure des paragraphes précédents que les outils disponibles pour améliorer les chaînes d'approvisionnement sont nombreux, parfois redondants et reposent tous sur les TIC. Cependant, plusieurs facteurs devraient être pris en considération afin d'assurer une intégration réussie des TIC au niveau d'une chaîne d'approvisionnement (Gunasekaran et al., 2004). Ces facteurs peuvent être regroupés en quatre dimensions (Figure 1.4) : planification stratégique des TIC, infrastructure des TIC, gestion des connaissances des TIC et implantation des TIC.

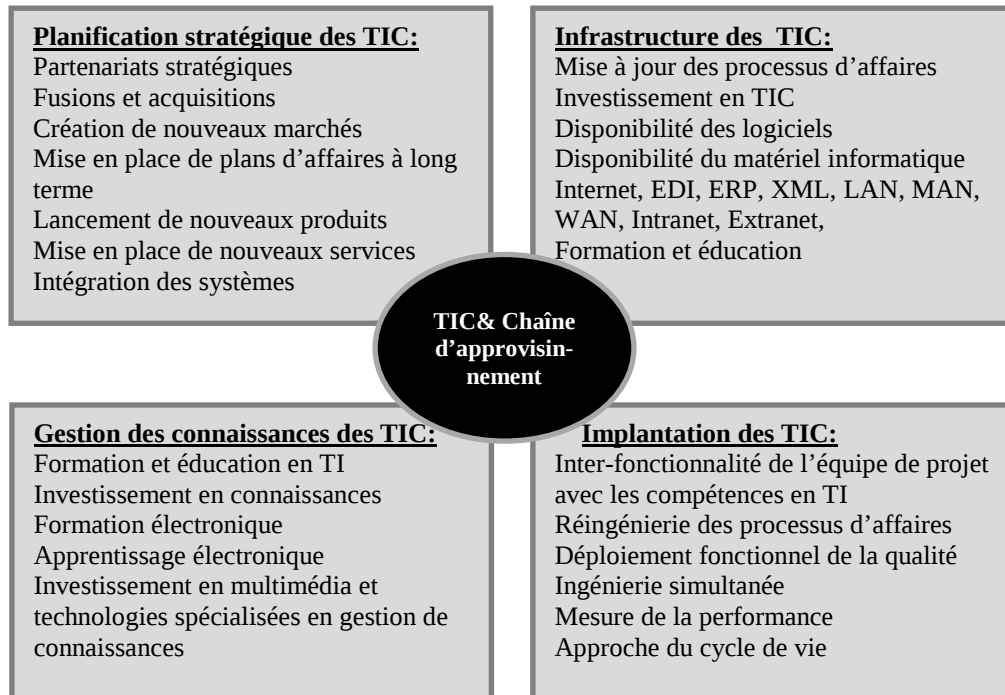


Figure 1.4 : Facteurs fondamentaux pour une intégration réussie des TIC dans la chaîne d'approvisionnement (Source : adapté de Gunasekaran et al., 2004)

1.2 GESTION DES CONNAISSANCES

La gestion des connaissances exige au préalable de cerner les concepts de données, information et connaissances et d'examiner la notion d'intelligence. Ceci est présenté dans la section 1.2.1 tandis que la section 1.2.2 se penche sur les fondements théoriques de la gestion des connaissances.

1.2.1 Données, information, connaissances et intelligence

La gestion des connaissances ("*Knowledge Management*" ou KM) demande dès le départ de faire une distinction entre données, information et connaissances. La hiérarchie DIKW ("*Data*", "*Information*", "*Knowledge*", "*Wisdom*") est particulièrement pertinente pour illustrer cette distinction. Cleveland (1982), Zeleny (1987) et Ackoff (1989) ont été parmi les premiers à référer à ce modèle dans le contexte spécifique de la gestion de connaissances tandis que plusieurs auteurs s'y appuient dans la littérature en systèmes d'information (par exemple, Liebowitz, 1999; Sharma, 2004).

À la base de la hiérarchie du modèle DIKW (Figure 1.5), se trouvent les **données** qui sont des faits ou des notions représentées sous une forme non-structurée et conventionnelle et qui nécessitent qu'elles soient traitées avant d'être communiquées (Thierauf, 1999). Elles peuvent aussi être considérées comme des descriptions réelles et concrètes qui peuvent prendre une forme qualitative ou quantitative de certains événements (Sanchez, 2005). Une fois conceptualisées, classées, calculées, condensées et interprétées dans un cadre significatif, les données sont transformées en **information** (Davenport et Prusak 2000). Selon Ackoff (1999), les informations se retrouvent dans les réponses aux questions qui commencent par des mots tels que : qui, quoi, où, quand et combien.

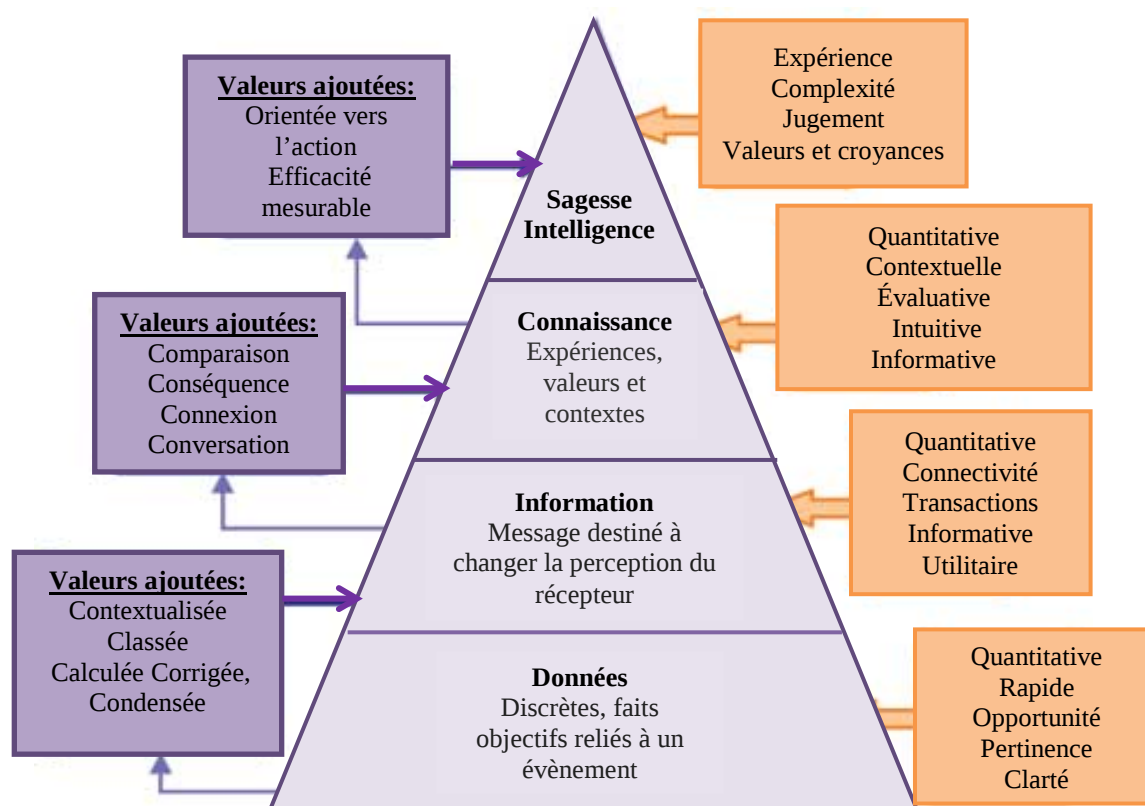


Figure 1.5 : Le modèle DIKW (Source: traduit et adapté de Liebowitz, 1999)

La **connaissance** (troisième niveau de la hiérarchie) représente un groupement d'information qui est organisée et analysée dans le but de la rendre compréhensible et applicable à la résolution des problèmes et à la prise de décisions (Turban et Frenzel, 1992). Selon Nonaka (1994) et Andriessen & Boom (2007), la connaissance est un concept abstrait à multiples facettes et définitions. Pour Van der Spek et Spijkervet (1997), c'est l'ensemble des idées, des expériences

et des procédures qui permettent essentiellement de guider les pensées et les comportements d'un être humain tandis que Koskinen et Philanto (2008, p. 43) la considèrent comme le point de convergence de la perception, des compétences et de l'expérience d'un individu. Pour d'autres auteurs, la connaissance est une combinaison d'expériences, de valeurs, d'informations contextuelles et de perspicacité qui permet de fournir un cadre pour évaluer et incorporer de nouvelles informations et expériences (Davenport et Prusak, 2000).

Notons que la connaissance telle que caractérisée précédemment correspond plus à la connaissance individuelle qu'à la connaissance organisationnelle. Alle (1997, p. 46-47) donne un éclairage plus particulier sur la connaissance organisationnelle en proposant les trois formes distinctes suivantes : 1) connaissance sous forme d'un objet (ce qui conduit les organisations à se concentrer sur les activités de transfert de connaissances en utilisant des technologies et systèmes d'information); 2) connaissance sous forme d'un processus (en mettant l'accent sur les aspects dynamiques de la connaissance, comme le partage, la création, l'adaptation, l'apprentissage et la communication) et 3) connaissance sous forme d'un système complexe (considérée comme un phénomène créatif qui nécessite un environnement adéquat; en d'autres termes, une culture appropriée). Nous retiendrons dans le cadre de cette thèse, la définition avancée par Alle (1999).

Au plus haut de la pyramide (Figure 1.5), apparaît la **sagesse** qui est perçue comme l'habilité à effectuer des jugements appropriés en se basant sur les connaissances, expériences et perspicacités accumulées (Tah et Carr, 2001). Par définition, la sagesse implique de la part d'un individu discernement, jugement, prévoyance et entendement. Selon Ackoff, elle est rarement atteinte. En effet, ce dernier estime qu'en moyenne, l'esprit humain contient 40% de données, 30% d'information, 20% de connaissances, 10% de compréhension et presque pas de sagesse¹.

La Figure 1.5 présente un intérêt particulier car en plus de montrer les quatre niveaux de la pyramide, soit données, information, connaissances et sagesse, elle qualifie les valeurs ajoutées par le passage d'un niveau inférieur à un niveau supérieur de la pyramide, ce qui nous semble particulièrement pertinent.

¹ (Traduction libre de "*on average about forty percent of the human mind consists of data, thirty percent information, twenty percent knowledge, ten percent understanding, and virtually no wisdom*", Ackoff, 1989, p. 3).

Certains auteurs ont apporté des variantes au modèle DIKW, dont les plus connues sont celles de Zeleny (1987) et d'Ackoff (1989) qui ont respectivement ajouté la compréhension (“*understanding*”) entre connaissances et sagesse et l'éclaircissement ou l'illumination (traduction du terme “*enlightenment*” qui n'est pas pris ici dans le sens spirituel) après sagesse tout en haut de la pyramide. Les concepts de données, information et connaissances peuvent tout autant s'appliquer aux individus qu'aux organisations. Cependant, la sagesse, bien que cruciale au niveau individuel, apparaît comme un concept très abstrait, flou et peu pertinent (Nünberger et al., 2011) au niveau organisationnel. Nous nous permettons donc d'ajouter au modèle DIKW le concept d'**intelligence** au sommet de la pyramide (voir Figure 1.5), et ce, à l'instar de plusieurs auteurs (Rowley, 2007; Zhang, 2009; Nünberger et al., 2011). Pour Rowley (2007), le terme intelligence correspond à son sens épistémologique (Ermine et al., 2012) provenant du latin ‘*intelligere*’ (apprécier, comprendre, se rendre compte,...). Ce terme se rapproche aussi de ce que Weik (1995) a appelé “*sense making*” dans les organisations.

Les organisations deviennent intelligentes lorsqu'elles deviennent capables de se soustraire au surplus d'information pour capitaliser sur les multiples connaissances disponibles à l'interne ou à l'externe pour améliorer leur performance (Choo, 1995). L'intelligence organisationnelle est dérivée des connaissances organisationnelles (Brouard, 2003) qui proviennent elles-mêmes de l'intégration, du suivi et de l'analyse des informations (Jacob et al., 2001). La pyramide du modèle DIKW initial peut être réinterprétée dans un contexte organisationnel. Notons que par extension les mêmes arguments sont valables dans un contexte inter-organisationnel et on peut parler alors de réseaux intelligents d'entreprises (Miles et Snow, 1992) ou de chaînes d'approvisionnement intelligentes (Wong et al., 2002; Shervais et al., 2003; Mettler et al. 2012; Siurdyban et Møller, 2012).

L'intelligence organisationnelle et inter-organisationnelle permet en autres l'amélioration systématique de l'efficacité des processus organisationnels; le renforcement des canaux de diffusion de l'information; l'identification des points à améliorer ainsi que des risques et des opportunités; la réduction des écarts de performance par rapport à la concurrence; et le développement des meilleures pratiques organisationnelles (Khairul et al., 2008). Selon Albescu et Mihai (2008), l'intelligence requiert des connaissances spécifiques nécessaires pour le développement de stratégies et des politiques organisationnelles et leur mise en œuvre aux niveaux opérationnels et tactiques.

En résumé, nous proposons que l'intelligence soit placée au sommet de la pyramide du modèle DIKW (Figure 1.5) car elle se base sur les connaissances individuelles ou collectives pour permettre de tirer des conclusions pertinentes et rapides et de prendre des décisions éclairées (Rouach et Santi, 2001), et ce, tant sur les plans stratégique, tactique et opérationnel qu'aux niveaux intra-organisationnel et inter-organisationnel (Albescu et Mihai, 2008). L'intelligence organisationnelle inclut l'intelligence d'affaires ("*business intelligence*") qui à son tour, englobe l'intelligence concurrentielle ("*competitive intelligence*") (Zheng et al., 2012, p.698). Bien qu'elle ait été initialement ancrée dans la littérature en systèmes d'information, plus précisément celle sur les systèmes d'aide à la décision ("*Decision Support Systems*" ou DSS), l'intelligence d'affaires a évolué pour prendre une perspective plus holistique et intégrée (Fleisher et Bensoussan, 2003; Negash, 2004; Khan et Quadri, 2012) et se retrouve dans diverses disciplines telles que stratégie, marketing ou intelligence artificielle.

Dans sa définition élargie, l'intelligence d'affaires permet d'accéder, d'entreposer, de regrouper, de traiter et d'analyser les données internes et externes afin de les transformer en actions intelligentes (Gilad et Gilad, 1988). Khan et Quadri (2012) apportent des précisions à cette définition en indiquant comment l'intelligence d'affaires est obtenue, ce qui est démontré dans la Figure 1.6.

Cette figure reprend essentiellement cette définition en se scindant en trois parties: accès, entreposage et analyse des données. Cependant, elle est plus explicite que la définition précédente puisqu'elle montre les liens entre ces trois parties, elle indique la provenance des données (ERP, chaîne d'approvisionnement, transactions en ligne, etc.), elle illustre le type de bases de données et leur hiérarchie (référentiel de métadonnées ou "*meta data repository*", répertoire de données au niveau de l'entreprise et spécialisés connus sous les termes *entreprise data warehouse*" et "*data marts*" ou "*localized data wharehouse*") et elle présente les méthodes d'analyse (l'exploration de données ou *data mining* et des techniques de traitement des données tel que le traitement analytique en ligne ("*Online Analytical Processing*" ou OLAP).

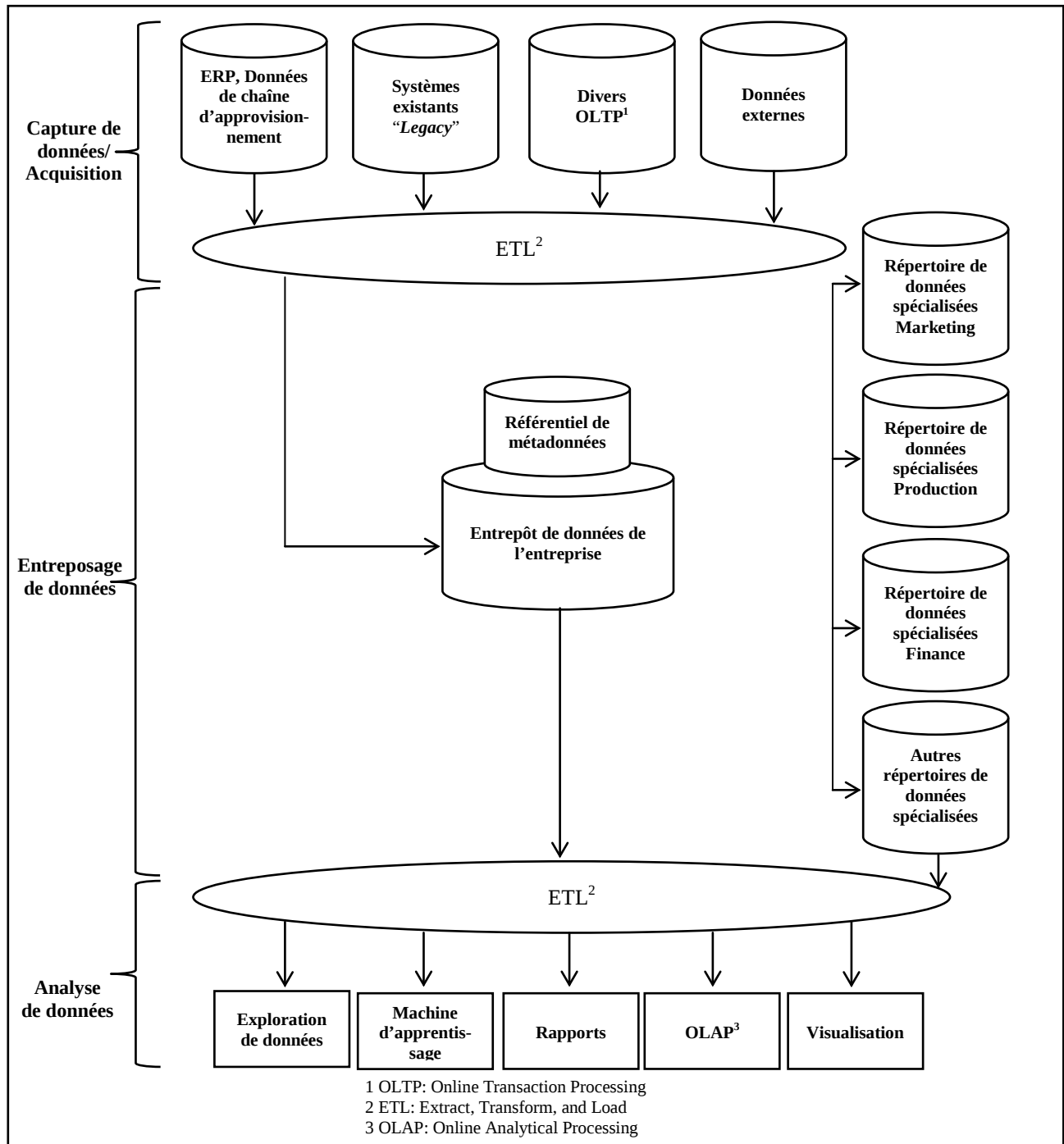


Figure 1.6 : Intelligence d'affaires, systèmes et bases de données (Source : traduit et adapté de Khan et Quadri, 2012)

1.2.2 Gestion des connaissances, concepts et modèles

La section suivante consiste à introduire le concept de gestion des connaissances, ses différents types et finalement à étudier les principaux modèles de gestion des connaissances retenus dans le cadre de ce projet de recherche.

1.2.2.1 Gestion des connaissances: un concept difficile à cerner

La gestion des connaissances est importante sur le plan organisationnel (Waheed, 2010). En effet, une gestion adéquate des connaissances aide les organisations à devenir plus souples, à répondre plus rapidement aux demandes accrues des collaborateurs, à suivre l'évolution du marché, à être plus innovantes, à améliorer la productivité et à soutenir la prise de décisions (Alavi et Leidner, 1999). Elle est aussi considérée comme une ressource organisationnelle intangible sur laquelle se basent des avantages concurrentiels durables (Grover et Davenport, 2001; Bhirud et al., 2005; Jolly et Thérin, 2007). Selon une enquête menée par KPMG en 2003 auprès de plus que 400 compagnies dans le monde, il a été démontré que la gestion des connaissances joue un rôle extrêmement important au niveau de la création d'une synergie entre les unités d'affaires (83 %), a une valeur ajoutée sur le service à la clientèle (74 %), permet de réduire les coûts (67 %), améliore la qualité (70 %) et permet un meilleur contrôle des risques (26 %).

La gestion des connaissances est difficile à définir et à mesurer puisqu'elle représente un concept complexe et multidimensionnel (Kumar et Thondikulam, 2006; Jan, 2010). Le Tableau 1.4 présente les principales définitions de la gestion des connaissances dérivées de la revue de la littérature. Du Tableau 1.4, nous retiendrons que la gestion des connaissances consiste à identifier, acquérir, entreposer, trier, classer, transférer, distribuer, partager et utiliser des connaissances au sein d'une organisation dans l'optique de favoriser l'apprentissage, d'approfondir les savoirs, de créer de nouvelles connaissances et d'améliorer ainsi sa performance.

1.2.2.2 Types de connaissances

Les connaissances sont généralement classées en deux types: explicites et tacites. Ces types de connaissances interdépendants sont à l'origine de la création de nouvelles connaissances (Nonaka, 1994; Nonaka et al., 2000; Bhirud et al., 2005; Frappaolo, 2006; Sabherwal et

Sabherwal 2007), ce qui constitue un aspect primordial de l'enrichissement de l'actif intellectuel d'une organisation.

Tableau 1.4 : Principales définitions de la gestion des connaissances

Auteurs	Définitions
Alle, (1999)	La gestion des connaissances consiste à organiser, trier, classer et transférer des connaissances dans toute l'organisation
Alavi et Leidner, (2001)	La gestion des connaissances permet de créer une atmosphère d'échange efficace à partir des expériences ou des idées des individus, encourage les gestionnaires à utiliser des technologies innovantes et surtout facilite la gestion du temps et de l'espace d'une manière efficiente
Buchel, (2007)	La gestion des connaissances consiste à identifier, acquérir, développer, distribuer, utiliser et entreposer les connaissances significatives pour l'organisation
Buckman, (2004)	La gestion des connaissances a comme but l'acquisition, l'organisation, le maintien, l'application et le partage des connaissances tacites et explicites dans l'objectif d'améliorer la performance organisationnelle et de créer de la valeur
Haines, (2005)	La gestion des connaissances est un processus qui met l'accent sur la génération, l'intégration et le partage de l'information et du savoir menant ainsi à la réalisation de profit plus élevé. La gestion des connaissances est aussi perçue comme une approche systématique et organisée qui permet d'utiliser, d'entreposer et d'élargir le champ des connaissances dans le but d'augmenter la productivité des entreprises et leur performance
Gorelick et Tantawy-Monsou, (2005)	La gestion des connaissances est un moyen qui permet d'aider régulièrement et systématiquement les individus, les groupes, les équipes et les organisations pour favoriser l'apprentissage, approfondir les savoirs et créer de nouvelles connaissances
Jennex, (2008, p. xli)	La gestion des connaissances est perçue comme un cycle d'acquisition, d'entreposage, d'évaluation, de diffusion et d'application de connaissances où les meilleures connaissances doivent être transmises aux bonnes personnes au bon moment
Milam, (2001)	La gestion des connaissances met l'accent sur la collaboration, l'apprentissage organisationnel, les meilleures pratiques, le flux du travail, la gestion de la propriété intellectuelle, la gestion des documents ainsi que sur une utilisation efficace des données

De Frederick Taylor à Hebert Simon, la littérature souligne l'utilité et l'importance des connaissances explicites. Ce type de connaissances (Nonaka, 1991; Nonaka, 1994; Nonaka et Takeuchi, 1995; Fernie et al, 2003; Nonaka et Peltokorpi, 2006; Prusak et Weiss, 2007) représente des connaissances qui peuvent être codifiées, visualisées, exprimées, externalisées et systématiquement communiquées et transmises dans un langage formel et clair. Elles sont faciles à accéder, retracer et contrôler (Nadeau et Fisher, 2011) grâce à la capacité des systèmes de gestion de connaissances ou des bases de données appropriées qui facilitent leurs classifications, partages, récupérations, etc...(Bhirud et al., 2005). Les exemples les plus concrets des

connaissances explicites retrouvées au sein de chaque organisation sont les manuels d'instructions ou les procédures écrites (Chua, 2001; Milam, 2005).

Les connaissances tacites sont définies comme un savoir personnalisé qui se base sur deux types d'éléments. D'une part, les éléments cognitifs décrivent la manière dont une connaissance se construit, ce qui comprend l'expérience, le raisonnement, les croyances, les intuitions, les perspectives ainsi que l'instinct. D'autre part, les éléments techniques incluent le savoir-faire, les compétences, les actions et les engagements de chaque individu (Nonaka, 1994; Frappaolo, 2006; Sabherwal et Sabherwal, 2007), le tout découlant et transmis via l'apprentissage, le partage de l'information et l'environnement culturel (Mason et Pauleen, 2003). Plus spécifiquement, la connaissance tacite est conçue comme une connaissance non-structurée, non-conceptualisée et non-mesurable qui réside dans le subconscient d'un individu (Polanyi, 1966; Nonaka, 1991). Elle est souvent transmise d'une manière informelle et se renforce avec l'évolution des capacités individuelles (Rowley, 2001).

De nombreuses organisations estiment que les connaissances tacites sont plus difficiles à gérer que les connaissances explicites (Hauschild et al., 2001) mais elles représentent la base nécessaire pour le développement et la compréhension des connaissances explicites (Polanyi, 1967). Il est intéressant de noter que les organisations, incluant les PME, misent sur ces nouvelles technologies pour améliorer leur apprentissage (Préfontaine, 1997).

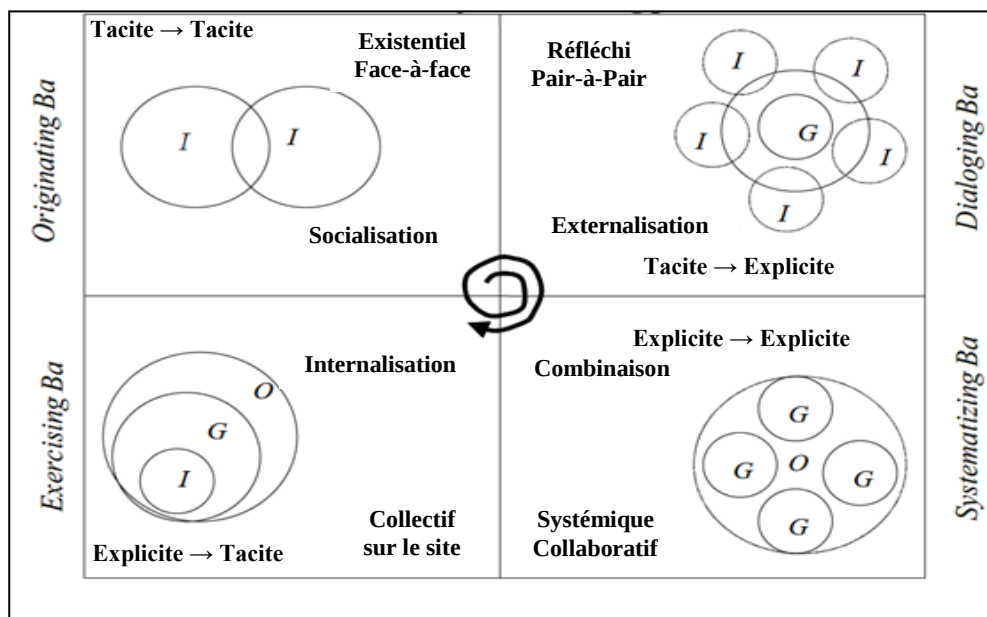
1.2.2.3 Principaux modèles de gestion de connaissances

Tout comme les définitions de la gestion des connaissances, les modèles qui y ont trait sont nombreux. Nous en retiendrons ici deux modèles qui nous semblent particulièrement intéressants.

Le modèle SECI

La gestion de connaissances peut être observée sous deux principales dimensions, soit la dimension épistémologique et la dimension ontologique (Bratianu et Orzea, 2010). La dimension épistémologique se concentre sur le principe de transformation de connaissances tacites en connaissances explicites et vice-versa dans un temps et environnement précis connu sous le “*Ba*”. Cependant, la dimension ontologique décrit la transformation des connaissances de l'individu en connaissances de groupe, qui par la suite se transforment en connaissances organisationnelles, avec bien entendu la possibilité d'adopter le chemin inverse. Dans le cadre de cette thèse, la

première dimension présente un intérêt particulier. Ainsi, en se basant sur la dimension épistémologique où une interaction entre les connaissances explicites et tacites existe, quatre modes de conversion des connaissances représentant le modèle SECI (socialisation, externalisation, combinaison et internalisation) peuvent être retenus (Figure 1.7): 1) tacite à tacite (socialisation); tacite à explicite (externalisation); 3) explicite à explicite (combinaison); et 4) explicite à tacite (internalisation) (Nonaka 1994; Nonaka et Konno, 1998).



***I=Individu, G = Groupe, O = Organisation**

Figure 1.7 : Modèle SECI (Source : traduit de Nonaka et al., 2000)

Chacun des quatre quadrants du modèle SECI est brièvement commenté ci-après :

Quadrant 1 ➔ La socialisation (De tacite à tacite):

Le concept de socialisation consiste à convertir une connaissance tacite en une nouvelle connaissance tacite permettant la création de nouvelles connaissances (Nonaka et al., 1996). Elle est basée sur les principes de partage d'expériences et d'interactions entre les individus (Nonaka et al., 2001). Ceci peut comprendre les rencontres en face à face, les rencontres régulières formelles et informelles, l'organisation de sessions de remue-méninges, de conférences et d'ateliers et les échanges informel d'informations (Martin-de-Castro et al. 2008). Nonaka et al. (2000) ajoutent que le milieu professionnel n'est pas le seul espace où les nouvelles connaissances tacites peuvent se créer. Au contraire, les rencontres informelles où les individus

dont les modèles mentaux différents interagissent socialement et culturellement permettant aussi le partage de nouvelles idées et expériences, ce qui est considéré comme une source de création de nouvelles connaissances tacites (Curado et Bontis, 2011).

Quadrant 2 ➔ L'externalisation (De tacite à explicite):

L'externalisation est perçue comme un processus qui consiste à articuler, codifier et transformer les connaissances tacites en concepts faciles à être saisis par d'autres individus au sein d'une même organisation (connaissances explicites) (Akiyoshi, 2008).

Le succès de cette conversion repose sur l'utilisation de mots, modèles, figures, images et métaphores compréhensibles (Martin-de-Castro et al., 2008; Lopez-Nicolas et Soto-Acosta, 2010). Une fois cette conversion réalisée, les connaissances explicites sont cristallisées, ce qui facilite leur diffusion, donnant ainsi naissance à de nouvelles connaissances. Nonaka et al. (2000) ajoutent que les connaissances tacites ne sont converties en connaissances explicites que lorsqu'une organisation décide officiellement de déterminer ses règles de fonctionnement internes ou cherche à définir explicitement ses objectifs organisationnels. Quelques exemples qui illustrent cette transformation sont la nécessité de formaliser une solution, le besoin de structurer des réunions, la définition des cahiers des charges et l'archivage des documents.

Quadrant 3 ➔ Combinaison (D'explicite à explicite):

La combinaison consiste à rassembler, combiner et/ou éditer des connaissances explicites dans le but de les transformer en connaissances plus systématiques avant de les diffuser au sein de l'organisation (Curado et Bontis, 2011). En se basant sur les propos de Nonaka et al. (2000), les connaissances explicites peuvent être recueillies en utilisant des ressources intra-organisationnelles (par exemple, des bases de données) ou de l'extérieur d'une organisation (en utilisant des réseaux de communication informatisés). Concernant les facilitateurs utilisés dans la combinaison des connaissances explicites, Evrard et al. (2011) ont cité quatre moyens: 1) l'intégration des expériences individuelles dans l'optique d'améliorer les pratiques organisationnelles; 2) l'utilisation d'outils technologiques de collaboration et de partage de données; 3) l'échange continu entre les partenaires; et 4) le développement d'outils communs.

Quadrant 4 ➔ L'internalisation (D'explicite à tacite):

L'internalisation consiste à convertir les connaissances explicites en connaissances tacites (Lopez-Nicolas et Soto-Acosta, 2010). Grâce à l'internalisation, les connaissances explicites

créées et partagées durant les phases d'externalisation et de combinaison sont assimilées par les individus faisant partie d'une entité organisationnelle puis transformées en pratiques personnelles et utilisées dans leurs routines individuelles (Martin-de-Castro et al., 2008). Parmi les facteurs qui déterminent la rapidité avec laquelle une transformation se produit, (Nonaka et al., 2000) ont mis l'accent sur la culture organisationnelle, le leadership individuel, la structure organisationnelle, les incitations à prendre des actions et les routines organisationnelles. Une fois partagée avec d'autres groupes d'individus à travers la socialisation, cette connaissance tacite intériorisée et accumulée au niveau individuel peut alors déclencher une nouvelle spirale de création de connaissances (Nonaka et al, 2001). Nonaka et Konno introduisent en 1998 un nouveau concept au modèle de SECI qui est le “Ba” (un terme japonais) qui est défini par Nonaka et Toyama (2007, p. 23) de la façon suivante : *“The essence of Ba is the contexts and the meanings that are shared and created through interactions which occur at a specific time and in a specific space, rather than a space itself. Ba also means relationships of those who are at the specific time and the specific space”*. Tel qu'illustré dans le Tableau 1.5, chaque quadrant fait ressortir un type différent de “Ba”.

Tableau 1.5 : Le Ba dans les différents quadrants du modèle SECI

Quadrants	Type de “Ba”	Description du “Ba”
Socialisation	“Originating Ba”	▪ Un lieu où les individus peuvent partager des sentiments, des émotions et des expériences. ▪ Interactions individuelles et en personne (“<i>individual and face-to-face interactions</i>”).
Externalisation	“Dialoguing Ba”	▪ Un espace où la connaissance tacite est transformée en connaissance explicite et où il existe une interaction et un échange de connaissances entre les individus et un groupe. ▪ Interactions collectives et en personne (“<i>collective and face-to-face interactions</i>”).
Combinaison	“Systemising Ba”	▪ Un lieu où la technologie de l'information facilite la création de nouvelles connaissances explicites en se basant sur ce même type de connaissances. ▪ Interactions collectives et virtuelles.
Internalisation	“Exercising Ba”	▪ Un espace où la connaissance explicite est convertie en connaissance tacite et où les individus, les groupes et organisations interagissent. ▪ Interactions individuelles et virtuelles.

(Source : adapté de Nonaka et Toyama, 2007)

Modèle des connaissances pratiques

Davenport et Prusak (2000) définissent la connaissance comme étant «...un mélange fluide d'expériences, de valeurs, d'informations contextuelles et d'avis d'experts qui permettent de fournir un cadre pour évaluer et intégrer de nouvelles informations et expériences». Au sein d'une organisation, la connaissance représente une partie intégrante non seulement au niveau des documents ou des archives, mais aussi au niveau des routines organisationnelles, des processus, des pratiques et des normes (McInerney, 2002).

En se basant sur l'analyse de Davenport et Prusak (2000), la connaissance s'échange principalement entre les différents acteurs d'une organisation où on retrouve trois groupes : un premier groupe de personnes qui la recherchent pour améliorer leurs processus de travail ou pour résoudre des problèmes, un deuxième groupe de personnes qui détiennent la connaissance et cherchent à la partager et la publier et, bien entendu, un troisième groupe qui joue le rôle d'intermédiaire entre les deux premiers (Choo, 2003). Trois principaux types de gestion des connaissances (Davenport et Prusak, 2000) existent :

- 1) la production de la connaissance (traduction libre de l'expression "*Knowledge generation*") nécessite l'acquisition des connaissances, l'engagement des ressources, la fusion, l'adaptation et la construction des réseaux de connaissances;
- 2) la codification et la coordination de la connaissance reposent sur quatre principes de la codification de la connaissance organisationnelle: les gestionnaires doivent décider des objectifs de la connaissance codifiée qui seront utiles, les gestionnaires doivent être en mesure d'identifier les connaissances existantes sous diverses formes appropriées pour atteindre leurs objectifs, les gestionnaires doivent évaluer l'utilité et la pertinence des connaissances pour leur codification et, les codificateurs doivent identifier un milieu approprié pour la codification et la distribution;
- 3) le transfert des connaissances devient optimal dans une atmosphère d'échanges d'information et d'encouragement des conversations. Bien que le transfert des connaissances soit l'une des phases les plus critiques pour le partage de connaissances, plusieurs obstacles sont identifiés par Davenport et Prusak (2000), dont le manque de confiance, la différence culturelle, le vocabulaire utilisé, le manque de temps, le statut des détenteurs et des émetteurs de connaissances, le niveau de compréhension chez le récepteur de la connaissance et la croyance que la connaissance est destinée à des groupes particuliers.

1.3 LA GESTION DES CONNAISSANCES DANS LA CHAÎNE D'APPROVISIONNEMENT

La gestion des connaissances dans la chaîne d'approvisionnement est considérée comme un thème de recherche partiellement exploré. La section suivante nous permet de mettre, dans un premier temps, l'accent sur les liens entre la gestion des connaissances et la gestion de la chaîne d'approvisionnement et de se familiariser dans un deuxième temps avec les principaux travaux portant sur la gestion des connaissances dans la chaîne d'approvisionnement.

1.3.1 Liens entre la gestion des connaissances et la gestion de la chaîne d'approvisionnement

La gestion de la chaîne d'approvisionnement et la gestion des connaissances sont perçues comme deux approches révolutionnaires du monde des affaires (Maqsood et al., 2003) et comme deux axes de recherche importants d'où de nombreuses questions connexes émergent (Evrard et al., 2011). Une de ces questions, très peu explorée, consiste à déterminer la valeur ajoutée de la gestion des connaissances sur les activités de la chaîne d'approvisionnement (Huang et Hua, 2010; Marra et al., 2012; Shih et al. 2012). Bien que les deux approches aient évolué séparément, chacune avec ses propres directions de recherche, il existe cependant de fortes complémentarités qui facilitent leur rassemblement sous un même modèle intégré (Maqsood et al., 2003). Plus spécifiquement, les processus qui sous-tendent ces deux approches reposent sur trois points de convergence (Li et Calantone, 1998) : l'inimitabilité (*"inimitableness"*), dû au fait que les processus qui génèrent les connaissances au niveau de la chaîne d'approvisionnement sont intégrés dans les activités cognitives de chaque organisation et ne peuvent être facilement reproduits par d'autres organisations, l'immobilité (*"immobility"*), vu les processus ainsi créés ne peuvent être achetés sur le marché et une valeur non-restreinte (*"undiminishableness"*) puisque l'utilité des processus de gestion des connaissances et de la chaîne d'approvisionnement ne diminue pas avec le fil de temps.

Ainsi, la gestion des connaissances peut être considérée comme un des piliers majeurs de la gestion de la chaîne d'approvisionnement, un facilitateur qui permet de promouvoir une meilleure utilisation des ressources dans la chaîne et une opportunité pour offrir de meilleurs résultats aux clients finaux, principalement dans des environnements pluriculturels, à forte intensité d'information et impliquant des ressources ayant différents bagages techniques et managériales (Wadhwa et Saxena, 2006; Evrard et al., 2011; Cheung et al., 2012).

La gestion des connaissances au sein d'une chaîne d'approvisionnement peut se faire à trois niveaux, soit en amont (connaissances reliées à l'interface fournisseur-fabricant), à l'interne (connaissances reliées aux processus internes de chaque organisation) et en aval (connaissances reliées à l'interface fabricant-client final). Cependant, l'intégration de ces trois niveaux (ou gestion des connaissances intégrée) agit comme un propulseur du développement de la chaîne d'approvisionnement et un incitatif pour l'adoption d'innovations (Gammelgard et al., 2006), ce qui permet aux entreprises membres de la chaîne de créer et maintenir un avantage concurrentiel (Chai, 2011). Plus spécifiquement, la gestion intégrée des connaissances est perçue comme un actif stratégique dans une perspective inter-organisationnelle pour réaliser des activités de recherche et développement, des alliances et autres formes de partenariats (Eunni et al. 2006). La gestion des connaissances intégrée conduit donc à une performance plus élevée d'une chaîne d'approvisionnement existante et de chacun de ces différents partenaires et accroît les chances de succès d'une chaîne nouvellement établie (Shaw et al., 2003). Plus spécifiquement, elle permet de miser sur l'agilité, l'adaptabilité et l'alignement, ce qui permet d'être plus performant (Hernández, 2008; Marra et al., 2012) et ce, grâce au transfert des connaissances entre les organisations participantes à la chaîne d'approvisionnement, à la création de nouvelles connaissances et à l'application de nouvelles connaissances pour renforcer les partenariats existants (Maqsood et al., 2003).

1.3.2 Travaux portant sur la gestion des connaissances dans la chaîne d'approvisionnement

Plusieurs travaux ont analysé le potentiel de la gestion de connaissances sur la gestion de la chaîne d'approvisionnement. Le Tableau 1.6 résume les principales recherches effectuées sur ce sujet.

Tableau 1.6 : Principales recherches traitant du potentiel de la gestion de connaissances sur la gestion de la chaîne d'approvisionnement (suite)

Auteurs	Objectifs et principaux résultats
Marra et al. (2012)	Objectifs:
	▪ Évaluer la relation entre la gestion des connaissances et la gestion de la chaîne d'approvisionnement en examinant et analysant un total de 58 articles de revues; ▪ Résumer les principales techniques et activités de gestion des connaissances axées sur la gestion de la chaîne d'approvisionnement.
	Résultats:
	▪ Intérêt croissant pour l'application de la gestion des connaissances dans la gestion de la chaîne d'approvisionnement; ▪ Valeur ajoutée de la gestion des connaissances sur la gestion de la chaîne d'approvisionnement principalement au niveau de: 1) l'intégration des processus; 2) l'amélioration de la collaboration; 3) l'assemblage et l'organisation des connaissances; et 4) l'amélioration de la performance.
Evrard et al. (2011)	Objectifs:
	▪ Réaliser une enquête auprès des entreprises manufacturières françaises intéressées par la gestion des connaissances au niveau de la gestion de la chaîne d'approvisionnement; ▪ Proposer un cadre conceptuel qui met l'accent sur la relation entre la gestion des connaissances et la gestion de la chaîne d'approvisionnement et valider ce cadre à l'aide d'une étude empirique menée auprès des entreprises françaises.
	Résultats:
	▪ Possibilité de créer des connaissances au niveau inter-organisationnel; ▪ Importance de développer et de mettre en place des outils permettant la création des connaissances au niveau organisationnel; ▪ Perception positive des concepts de socialisation et externalisation par les organisations participantes. Cependant, le concept de combinaison est rarement mentionné.
Pedroso et Nakano (2009)	Objectifs:
	▪ Explorer la manière dont quatre entreprises pharmaceutiques gèrent, organisent et structurent leurs connaissances techniques; ▪ Mettre l'emphasis sur le rôle de la distribution des connaissances techniques sur la création des commandes provenant des médecins.
	Résultats :
	▪ La distribution de connaissances techniques est à l'origine de création de commandes, ce qui mène à la création de flux de biens et services.
Paton et Laughlin (2008)	Objectifs:
	▪ Examiner les différents éléments favorisant le transfert des connaissances au niveau des réseaux complexe d'une chaîne d'approvisionnement.
	Résultats:
	▪ La manière dont les parties participantes à un réseau perçoivent et gèrent leurs échanges est positivement reliée à une productivité et une collaboration plus élevées dans la chaîne d'approvisionnement; ▪ Maintenir un avantage concurrentiel et des relations durables entre les partenaires d'une chaîne d'approvisionnement repose sur la création et le partage de connaissances tangibles.

Tableau 1.6 : Principales recherches traitant du potentiel de la gestion de connaissances sur la gestion de la chaîne d'approvisionnement (suite et fin)

Hult et al. (2006)	Objectifs:
	▪ Analyser les données provenant de 913 entités de la chaîne d'approvisionnement ▪ Déterminer la relation entre la gestion des connaissances et la performance de la chaîne d'approvisionnement.
Wagner (2005)	Résultats:
	▪ Diverses caractéristiques de la gestion des connaissances (la mémoire; les connaissances tacites; l'accessibilité; la qualité ; l'utilisation; l'intensité; la réactivité; et la capacité d'apprentissage) ont un effet positif sur la performance d'une chaîne d'approvisionnement. Cependant, ces huit caractéristiques doivent correspondre à la stratégie de cette chaîne.
	Objectifs:
	▪ Développer et tester une série d'hypothèses reliées au concept de partage de connaissances au niveau inter-organisationnel basées sur les réponses de 182 répondants, impliquant des clients, fournisseurs et institutions de recherche.
	Résultats:
	▪ Le niveau de partage de connaissances des entreprises avec les institutions de recherche est positivement influencé par l'engagement des ressources organisationnelles; ▪ La satisfaction des entreprises est positivement influencée par la fréquence de la communication.

Du Tableau 1.6, nous retenons qu'il existe un intérêt croissant pour l'application de la gestion des connaissances dans la gestion de la chaîne d'approvisionnement et que le maintien d'un avantage concurrentiel et des relations durables entre les partenaires repose sur la création et le partage de ces dites connaissances. Nous pouvons ajouter à cela qu'une gestion adéquate des connaissances procure une valeur ajoutée à plusieurs concepts clés d'une chaîne d'approvisionnement tels que l'intégration, la collaboration, la performance, les relations inter-organisationnelles entre les partenaires, le partage et le transfert de l'information, ainsi que la communication. Cependant, et tel qu'il a été mentionné par Wagner (2005) et Evrard et al. (2011), les outils technologiques, l'engagement des ressources organisationnelles et la fréquence de la communication sont considérés comme des facilitateurs de partage de connaissances dans un contexte de chaîne d'approvisionnement.

Ce premier chapitre a exposé les grandes lignes de la problématique générale. Le prochain chapitre se centre sur la problématique spécifique.

CHAPITRE 2 : PROBLÉMATIQUE SPÉCIFIQUE

Le deuxième chapitre tente de cerner la problématique spécifique. Cette thèse est centrée sur le potentiel de RFID au niveau de la gestion des connaissances dans une chaîne d'approvisionnement du secteur de la construction industrielle. Il convient donc dans un premier temps d'évaluer l'apport des TIC au niveau de la chaîne d'approvisionnement et de la gestion des connaissances (section 2.1) et, dans un deuxième temps, de positionner RFID comme une des TIC qui soutient ces chaînes (section 2.2). Il est également nécessaire d'examiner les particularités propres au secteur industriel retenu pour ce projet de recherche doctoral (section 2.3).

2.1 TIC, GESTION DE LA CHAÎNE D'APPROVISIONNEMENT ET GESTION DES CONNAISSANCES

Les technologies d'information et de communication (TIC) soutiennent la gestion de la chaîne d'approvisionnement et la gestion des connaissances (section 2.1.1), et ce, principalement au niveau de la gestion des processus (section 2.1.2).

2.1.1 L'apport des TIC

L'évolution des TIC, tout spécialement l'évolution des systèmes d'information inter-organisationnels basés sur Internet, permet aux flux informationnels de circuler dans la chaîne d'approvisionnement (Lancioni et al., 2000; Reves et al., 2002; Williamson et al., 2004). D'autres auteurs vont plus loin : sans le soutien de ces technologies et systèmes, il ne peut exister de chaînes d'approvisionnement efficaces (Premkumar, 2000; Byrd et Davidson 2003; Russell & Hoag et al. 2004) et intégrées (Reves et al., 2002).

Les TIC améliorent également la gestion des connaissances au niveau intra- et inter-organisationnel (Kruger et al., 2010; Rezgui et al., 2011). En se basant sur une revue de littérature, Vahedi et al., (2011) estime que le potentiel de gérer les connaissances est étroitement lié aux TIC, ces dernières étant qualifiées de technologies facilitatrices pour la circulation du flux de savoirs. Dans une étude menée par Kruger et al. (2010), la majorité des organisations interrogées (78,69 %) reconnaissent que les TIC représentent des prérequis pour la gestion des connaissances. Plus précisément, les TIC permettent l'expansion et l'universalisation des

connaissances tout en augmentant la vitesse des transferts de connaissances au sein des organisations (Tseng, 2008). Par ailleurs, les résultats de Yang (2012) ont prouvé que les pratiques de gestion de connaissances basées sur les TIC influencent positivement la performance des projets en termes de planification, de contrôle de coûts, de qualité et de sécurité, ce qui permet aux organisations d'obtenir des avantages concurrentiels (Calabrese et al., 2012; Gu et al., 2012; Helgason et Kalhori, 2012; Forcada et al., 2013). En particulier, les TIC ont la capacité de récupérer et d'entreposer l'ensemble des connaissances, de les rendre accessibles et surtout d'automatiser les processus de gestion de connaissances (Kamhawi, 2010), une capacité qui renforce les habiletés de transfert et partage de connaissances intra- et inter-organisationnelles (Bolisani et Scarso, 1999; Davenport et Prusak, 2000; Tseng, 2008; Takase et al., 2011; Leonardi et Treem, 2012).

Les TIC offrent deux approches de base, à savoir la codification et la personnalisation (Hansen et al., 1999). Pour l'approche dite de codification, où la connaissance est explicite, structurée et codifiée, les TIC permettent, grâce à leurs capacités importantes de stockage de connaissances dans les bases de données ou dans les référentiels, de partager les connaissances et d'atteindre des objectifs prédéfinis. Au niveau de l'approche dite de personnalisation, où la connaissance est tacite et non-structurée, les TIC soutiennent la communication et assurent un transfert des connaissances complexes (Kankanhalli et Tan, 2005). De plus, les TIC influencent positivement la collaboration au sein d'une organisation et amplifient le dynamisme organisationnel (Tseng, 2008; Mearns, 2012).

Plusieurs entreprises sont donc en quête de systèmes de gestion de connaissances appropriés (Lin et Huang, 2008) dans l'optique d'améliorer le niveau de l'apprentissage organisationnel et de leur propre savoir-faire (Lindner et Wald, 2011). Plus spécifiquement, les connaissances peuvent être créées, organisées et mises à la disposition des employés pour réutilisation (Yang et al., 2012). De par la nature collective des technologies de gestion de connaissances, les différents acteurs peuvent visualiser les contributions des collègues de travail et les modifier en entrant des informations qui semblent meilleures et plus complètes (Leonardi et Treem, 2012). De plus, ces technologies sont destinées à fournir un historique détaillé, une expérience et une expertise explicite, un soutien électronique des informations et des connaissances organisationnelles ainsi qu'un mécanisme de partage et de diffusion de connaissances qui permet de faciliter l'interaction et la collaboration (Alavi et Leidner 2001; Adamides et Karacapilidis, 2006; Lin et Huang, 2008).

D'autres auteurs tels que Chan et Mohamed (2011), Leonardi et Treem (2012) et Pollack (2012) pensent également que ces technologies occupent une position centrale comme des outils de capture, de création et de diffusion des connaissances et détiennent un rôle potentiel de catalyseur et de facilitateur dans l'évolution du cycle de gestion de connaissances développées (Takeuchi et Nonaka, 2004). Cependant, l'apport de ces systèmes de gestion des connaissances dépasse les frontières organisationnelles et permettent une collaboration et un apprentissage inter-organisationnel (Steensma, 1996; Humphreys et al., 2001; Warkentin et al., 2001; Fabbe-Costes et Lancini, 2009; Hall et al., 2012). La gestion des connaissances peut impliquer un large éventail d'activités qui peuvent exiger des technologies distinctes (Bolisani et Scarso, 1999). Ainsi, en se basant sur une revue de 234 articles reliés aux applications de gestion des connaissances, Liao (2003), démontre la diversité des technologies potentielles depuis les systèmes experts qui permettent principalement de capturer et d'offrir les mécanismes cognitifs des experts dans un domaine spécifique et qui reflètent l'expérience cumulée dans ce domaine jusqu'à l'exploration de données (forage de données, prospection de données ou "*data mining*") qui offre des capacités analytiques pour extraire des informations pertinentes à partir de très importantes masses de données.

2.1.2 TIC et gestion des processus

Les technologies d'information et de communication (TIC) et la gestion des processus sont étroitement reliées (Hammer et Champy, 1993; Gadd et Oakland, 1995; O'Neill et Sohal, 1999). Le concept même de réingénierie des processus est originalement apparu dans le domaine des TIC (Attaran, 2004). Qu'est-ce que la gestion des processus? Qu'appelle-t-on la réingénierie des processus.

2.1.2.1 Gestion des processus

La gestion des processus est une approche systématique utilisée pour capturer, organiser, exécuter, documenter, mesurer, examiner et contrôler un ensemble d'activités (Becker et al., 2013). Le processus est déclenché par un événement et est axé vers un résultat précis (Figure 2.1).

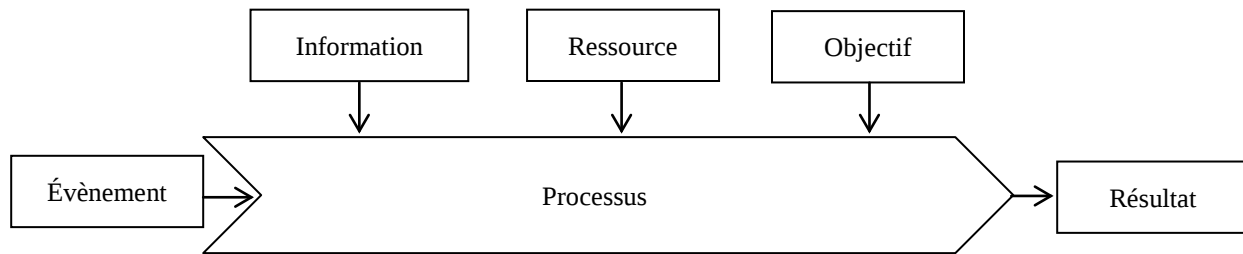


Figure 2.1 : Modèle de processus (Source : Traduit de Sparx Systems, 2004)

Cependant, afin de bien concevoir et mettre en œuvre les processus, il est nécessaire de répondre à quatre questions essentielles (Figure 2.2). Qui est impliqué dans le changement? Quelles sont les nouvelles activités et celles qui sont modifiées? Quelles nouvelles informations devraient être produites? Comment les changements interagissent-ils? Il est également nécessaire, comme l'illustre la Figure 2.2, de considérer quatre perspectives, la perspective organisationnelle, la perspective fonctionnelle, la perspective informationnelle qui découle des données et la perspective contrôle tout en tenant compte des livrables (Accenture, 2010).

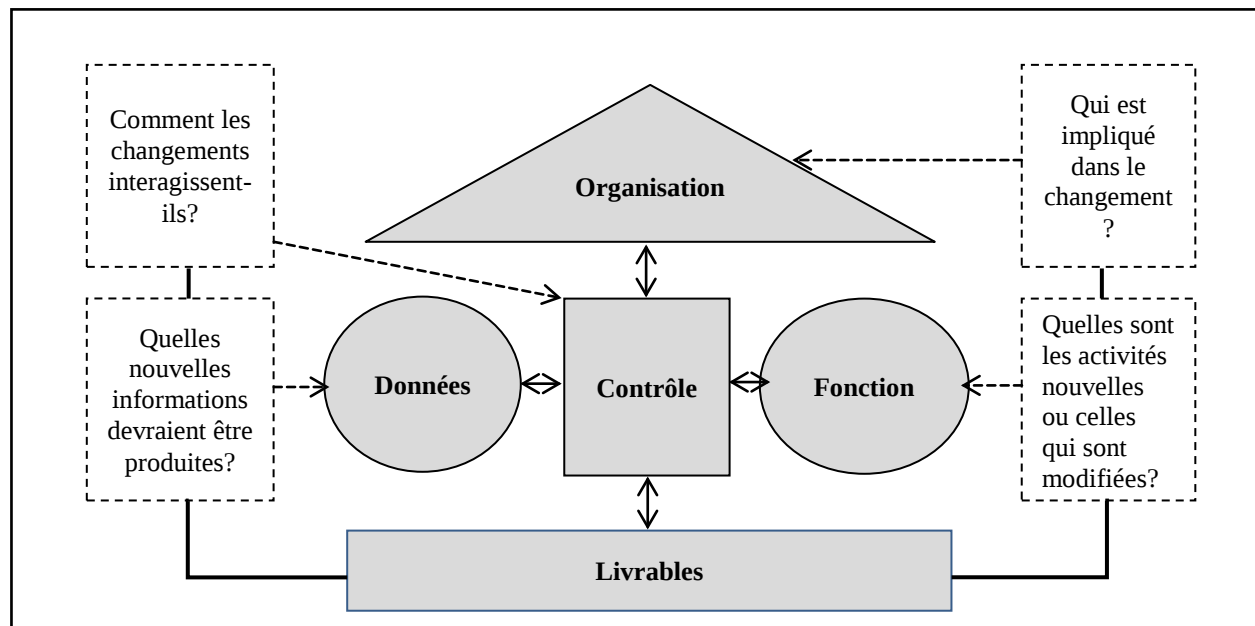


Figure 2.2 : Dimensions de la gestion des processus (Source: Adapté d'Accenture, 2010)

L'approche par gestion des processus procure plusieurs avantages, dont une documentation systématique des résultats, une planification plus précise et une prise de décisions plus appropriée, une transparence et une fluidité de la communication, un alignement des processus

organisationnels avec la stratégie corporative et avec les exigences des clients (Glushko et McGrath, 2005; Accenture, 2010).

2.1.2.2 Réingénierie des processus

Les changements organisationnels générés par les TIC (Avgerou, 2000) peuvent être analysés différemment (O'Neill et Sohal, 1999). On cite à titre d'exemples l'amélioration des processus (Harrington, 1991), la transformation des processus (Burke et Peppard, 1993), la réingénierie organisationnelle (Lowenthal, 1994), l'analyse et l'amélioration structurée (Zairi, 1997) et la réingénierie des processus (Davenport et Short, 1990; Hammer et Champy, 1993), cette dernière étant très présente sur les plans académique et pratique. La réingénierie des processus implique une révision fondamentale et radicale des processus avec comme objectifs une amélioration de la performance des processus, soit la réduction des coûts de ces processus et une amélioration de leur efficacité, efficience, productivité, qualité et rapidité (Hammer et Champy, 1993; Peppard et Rowland, 1995).

2.1.2.3 Processus intelligents

L'intelligence des processus est perçue comme un domaine émergent qui s'appuie sur l'application de techniques de gestion axées sur la performance et l'aide à la décision (Sinur et al., 2012). En effet, cette notion adaptant les notions de l'intelligence d'affaires telles que le "*data mining*" aux pratiques de gestion des processus (Genrich et al., 2007) est à l'origine d'un large éventail d'applications intelligentes. Ceci peut aller du contrôle et de l'analyse des processus à la vérification de leur conformité, à l'établissement de prévisions et à l'optimisation des processus en les automatisant (Castellanos et al., 2009). De plus, l'intelligence des processus fournit une combinaison de méthodes qui permettent non seulement aux cadres de mieux comprendre la manière dont leurs processus sont réellement exécutés mais aussi d'identifier les principales causes de dysfonctionnements et de goulots d'étranglements rencontrés quotidiennement (Grigori et al., 2004). Cette notion permet aussi d'assurer que les processus opérationnels et administratifs soient alignés adéquatement avec les objectifs stratégiques de l'entreprise (Castellanos et al., 2009). D'un autre côté, l'intelligence des processus permet d'améliorer l'efficacité des processus et de réagir rapidement à toutes actions inappropriées (Genrich et al., 2007). Grigori et al., (2004) quant à eux ont mis l'accent sur la capacité des processus intelligents à fournir de façon continue des services rapides et fiables aux clients et partenaires d'affaires.

Cependant, afin de mettre en place des processus intelligents, plusieurs pratiques restent nécessaires. Tout d'abord un alignement entre les processus et les technologies de l'information et de communication (TIC) est primordial (Sinur et al, 2012). De plus, une maîtrise des architectures technologiques et de leurs fonctionnalités demeure fondamentale. Deuxièmement, les processus devraient être correctement conçus et leur exécution devrait être réalisée par des ressources capables d'accomplir les tâches d'une manière opportune (Grigori et al., 2004). Ils devraient aussi être faciles à assimiler afin que les utilisateurs puissent extraire les connaissances nécessaires. Finalement, il faut continuellement mettre l'accent sur l'amélioration continue des processus en les mesurant, contrôlant et reliant aux objectifs fonctionnels et organisationnels (Sinur et al, 2012). Pour résumer, le tableau suivant (Tableau 2.1) spécifie les principales fonctionnalités des processus intelligents.

Tableau 2.1 : Principales fonctionnalités des processus intelligents

Fonctionnalités	Description
Analyse	▪ Étude et examen de l'exécution des processus courants et antérieurs; ▪ Mise en place de plusieurs modèles : 1) explicatifs; 2) pronostics; et 3) modèles de décision; ▪ Identification des causes des défaillances et des goulots d'étranglements; ▪ Identification des corrélations entre les flux de travail et les différents aspects de performance.
Prédiction	▪ Préviation des situations critiques et exceptionnelles; ▪ Mise en place de mesures correctives de manière proactive et à la préparation d'un plan pour faire face à leur apparition.
Contrôle	▪ Visualisation, suivi et contrôle de l'état des processus (ex. : progrès, état d'avancement, heures consacrées à chaque activité, performance des processus, etc...); ▪ Mise en évidence aux utilisateurs de toutes situations inhabituelles ou indésirables (ex.: goulots d'étranglements, pourcentage de cas qui ne terminent pas avec succès, etc....); ▪ Définition des situations critiques et notifications automatiques au cas où elles se produisent;
Optimisation	▪ Identification des zones d'amélioration ainsi que les opportunités d'optimisation des processus (ex. : réduction ou réaffectation de la main d'œuvre).

(Source : Grigori et al, 2001; Grigori et al., 2004; Genrich et al., 2007; Castellanos et al., 2009)

TIC et performance

L'impact des TIC sur la performance des entreprises, ce qui peut comprendre dans un sens large l'amélioration de la productivité et de la rentabilité, la réduction des coûts et des stocks et les avantages concurrentiels, reste un sujet controversé malgré l'importance de ce domaine de recherche (Chan, 2000; Kohli et Devaraj, 2003; Melville et al., 2004; Koellinger, 2006; Masli et

al., 2011; Prajog et al., 2012). En effet, certaines études ont démontré des relations positives mais parfois négatives entre l'introduction des TIC et de la performance (Byrd et Marshall, 1997; Koellinger, 2006). Par exemple, l'étude empirique réalisée par Brynjolfsson et Hitt (1996) a indiqué que les TIC ont des effets positifs sur la productivité mais pas sur la rentabilité des organisations qui les adoptent alors que l'étude réalisée par Prasad et Harker, (1997) a prouvé le contraire (Koellinger, 2006). Cependant, la grande majorité des études autant qualitatives que quantitatives soutiennent un lien positif entre les TIC et la performance (Byrd et Marshall, 1997; Palvia et al., 2009; Masli et al., 2011). Par exemple, Barua et al., (1995) ont prouvé que l'utilisation des TIC augmente la capacité de production et la rotation des stocks tandis qu'Arvanitis et Loukis (2009) ont rapporté des avantages tels que l'amélioration de la qualité et des services à la clientèle.

Dans le contexte d'une chaîne d'approvisionnement, les TIC génèrent également des effets positifs pour les organisations membres de la chaîne mais ces effets se font ressentir au niveau de toute la chaîne. Ainsi, des investissements dans les TIC conduisent à une amélioration des relations avec les clients, permettent des interventions plus rapides, une compétitivité accrue et un niveau de connectivité plus élevé et ont donc un impact positif sur la chaîne d'approvisionnement (Fernández et Thomas, 2008; Azma et al., 2012). Il a aussi été largement admis que les TIC permettent aux entreprises d'assurer une meilleure coordination inter-organisationnelle et facilitent l'émergence de nouvelles pratiques (Den Hengst et Sol, 2001), ce qui est particulièrement crucial au niveau d'une chaîne d'approvisionnement. En effet, plusieurs auteurs (Stump et Sriram, 1997; Heckman et al., 1999; Piccoli et al., 2001; Morita et Nakahara, 2004; Badescu et al., 2009; Bahrami et al., 2012; Kite, 2012) notent des améliorations qui peuvent être regroupées en trois catégories. La première catégorie, soit les relations avec les fournisseurs, comprend le renforcement des liens avec les fournisseurs, un meilleur contrôle de la qualité et des délais des livraisons, une négociation des prix. La deuxième catégorie, soit les relations avec la clientèle, inclut une meilleure évaluation des besoins des clients et une réponse plus adéquate à ces besoins, l'amélioration des services aux clients, une fidélisation accrue de la clientèle et l'amélioration de la distribution. Finalement, la production et les opérations constituent la troisième catégorie et bénéficient de l'apport des TIC au niveau de l'amélioration des résultats et de la productivité des employés, de la réduction des coûts, de l'amélioration de la capacité et de l'augmentation de la flexibilité d'utilisation des équipements.

Notons que la relation entre TICs et performance peut être modifiée par certains facteurs, tels que le niveau d'intégration verticale (Yao et al., 2010).

Les TIC peuvent avoir un impact sur la performance financière des organisations. Parfois, cet impact s'avère négatif comme cela a été documenté dans le cas des implantations ERP qui ont créé un fiasco financier, menaçant même la survie des organisations qui tentaient de mettre en place ces progiciels (Scott, 1999; Severin et al., 2001). Les impacts peuvent être cependant et en majorité positifs, ce qui a été démontré dans plusieurs secteurs tels le secteur bancaire avec l'introduction des guichets automatiques ou l'industrie du transport aérien avec le système SWIFT de réservations aériennes (Mo et Szewczak, 1999).

Ceci nous amène à conclure que même si l'omniprésence des TIC dans les organisations est parfois contestée, elle est cependant nécessaire car elle représente un vecteur de compétitivité essentiel et un moyen de survie (Avgerou, 2000; Steinberg, 2003).

2.2 RFID

La technologie d'identification par radio fréquence (RFID) est considérée comme une innovation ayant un fort potentiel. La section suivante consiste à mettre l'accent sur le positionnement de RFID dans les modèles technologiques (section 2.2.1). Elle permet aussi de déterminer les incidences de cette technologie sur la gestion de la chaîne d'approvisionnement (section 2.2), les processus, la gestion des connaissances et la performance (section 2.3).

2.2.1 Le positionnement de RFID dans les modèles technologiques

La technologie d'identification par radio fréquence (RFID) est perçue comme une technologie de communication et d'information clé (Wycisk et al., 2008). La Figure 2.3 positionne donc RFID dans les modèles technologiques présentés précédemment dans la section 1.1.2. Tel qu'indiqué dans cette Figure, un système RFID comprend trois composantes majeures: 1) une étiquette qui intègre une puce et qui est reliée à une antenne, 2) un lecteur qui émet et reçoit des signaux radio fréquence de l'étiquette et finalement, un intergiciel ("*middleware*") qui assure le traitement de l'information et la communication de cette information avec les systèmes de l'entreprise (Sarac et al., 2010; Zhu et al., 2012), ce qui est présenté dans la partie gauche de la Figure 2.1. Ainsi, le système RFID prend une importance capitale car il permet d'assurer le plein potentiel de systèmes tels que discutés dans la section 1.1.2.3 (*EDI*, *ERP*, *EDMS*, *WMS*, *CMMS*). Notons

finalement que RFID, partie intégrante des modèles technologiques, est indissociable des modèles de gestion et des modèles collaboratifs (bas de la Figure 2.3).

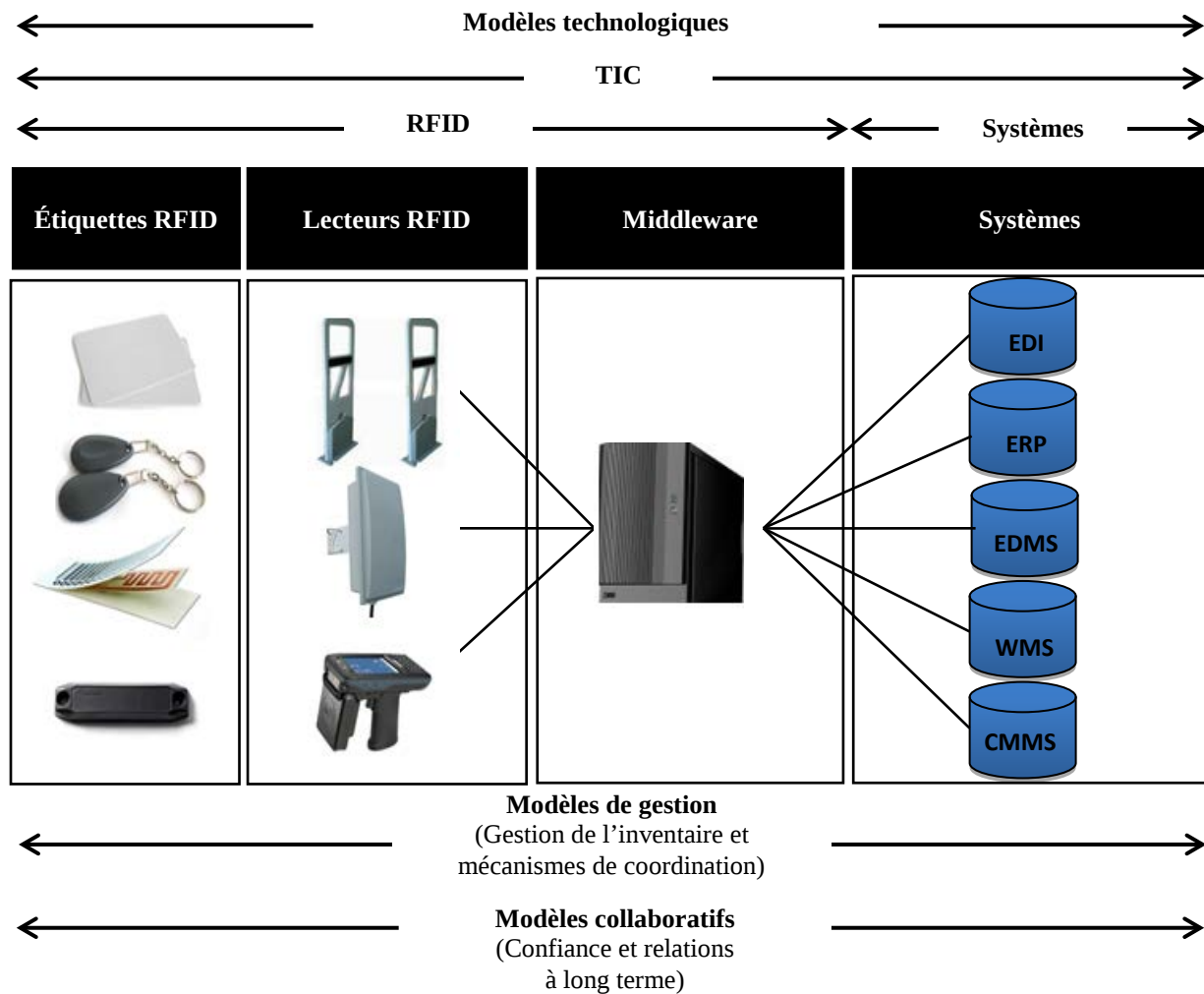


Figure 2.3 : TIC et RFID

Notre thèse est centrée sur RFID qui détient le potentiel de révolutionner un large éventail d'applications dans plusieurs industries et tout particulièrement au niveau de la gestion des chaînes d'approvisionnement (Ergen et al., 2007; Johansson et Palsson, 2009). En effet, un système RFID apporterait, selon plusieurs études, plus d'avantages qu'un système de code à barres (Tajima et al., 2007; Tzeng et al., 2008; Jakkhupan et al., 2011). Parmi ces avantages, mentionnons en particulier la capacité d'identification multiple, en temps réel, automatique, sans contact physique ou un alignement particulier avec les lecteurs RFID. La technologie RFID offre ainsi une visibilité accrue et soutient les processus intra-organisationnels et inter-

organisationnels, que ce soit au niveau informationnel ou matériel (Hong et al., 2011). La ‘supériorité’ technologique de RFID peut être cependant remise en question pour plusieurs raisons, dont en particulier un coût relativement plus élevé que les codes-barres, des standards qui tardent à s’uniformiser et des résistances à changer des pratiques établies. Les caractéristiques, avantages et désavantages de RFID étant discutés dans les trois articles de thèse, nous limiterons ici cette discussion à ces quelques lignes.

2.2.2 RFID et gestion de la chaîne d’approvisionnement

Au niveau d’une chaîne d’approvisionnement, la technologie RFID offre des capacités de traçabilité indéniables (Kelepouris et al., 2007; Saygin et al., 2007) en permettant de suivre en temps réel des objets, produits, palettes ou autres (Jones et al., 2005). Ceci affecte positivement les activités majeures d’une chaîne d’approvisionnement comme la planification de la production, la gestion des entrepôts, des transports, des commandes, des stocks ainsi que celle des actifs (Banks et al., 2007) et conduit selon plusieurs études (par exemple, Ferrer et al., 2010 ou Jakkhupan et al., 2011) à une réduction significative des coûts, une augmentation de l’efficacité opérationnelle, une amélioration de la qualité des services (Chow et al., 2006) et une meilleure planification des demandes des clients (Cheung et al., 2012). De tels avantages peuvent être substantiels: par exemple, Chen et al., (2013) ont démontré que la durée totale des opérations pourrait être réduite de 89 % en misant sur RFID et le concept de passage à quai ou *cross docking*, avantage également confirmé par Lefebvre et ses co-auteurs (2005).

De plus, RFID favorise l’efficience et l’efficacité de la chaîne d’approvisionnement (Pigni et Ravarini, 2008) par l’entremise des systèmes d’information inter-organisationnels (Chen et al., 2013). Ferrer et al., (2010) quant à eux ont conclu, après avoir étudié 21 applications reliées à la technologie RFID dans plusieurs industries, qu’il existe quatre avantages communs à son adoption : 1) diminution des coûts de main d’œuvre par l’automatisation des processus; 2) élimination des temps d’attente; 3) support du concept de “*self-service*”; et finalement 4) réduction des pertes (Chen et al., 2013).

2.2.3 Incidences de RFID sur les processus, la gestion des connaissances et la performance

2.2.3.1 Incidences de RFID sur les processus

Durant les dernières années, RFID a émergé comme une technologie ayant le potentiel de révolutionner les pratiques d'affaires des organisations, en particulier en améliorant la manière dont les processus sont conçus et gérés (Lefebvre et al., 2005; Krotov et Junglas, 2008; Bendavid et Cassivi, 2010; Jakkhupan et al., 2011). Un sondage réalisé en ligne par Donath et ses co-auteurs (2010) permet d'évaluer les expériences et les attentes des entreprises au niveau de la technologie RFID. Les résultats démontrent que la plupart des entreprises utilisent les technologies RFID principalement pour l'automatisation des processus et la traçabilité des produits, ce qui offre une rapidité accrue et une réduction des coûts reliés à ces processus. En effet, que ce soit au niveau organisationnel ou au niveau de la chaîne d'approvisionnement, RFID peut améliorer l'efficacité et l'efficience des processus (Becker et al., 2010; Chuong et al., 2011; Jakkhupan et al., 2011;). Plus précisément, RFID élimine des processus, en automatise certains et laisse place à l'émergence de nouveaux processus à valeur ajoutée (Thiesse, 2007; Fosso wamba et Boeck, 2008; Hanhart, 2008). Les processus qui n'ont pas de valeur ajoutée sont très souvent ceux qui impliquent plusieurs tâches manuelles répétitives et qui se basent sur un échange phénoménal de documents papiers (Alonso, 2004). Ce type de processus complexifie inutilement les activités, rend la visibilité opérationnelle limitée et ne permet pas d'exercer un contrôle adéquat (Bhattacharya, 2012). RFID possède également la capacité d'augmenter la précision et la rapidité du processus (Sarac et al., 2010), car cette technologie permet de partager en temps réel l'information entre les différents acteurs, que cela soit au niveau intra-organisationnel ou inter-organisationnel. Ceci facilite la détection en temps réel des erreurs reliées aux processus en question. De plus, RFID peut être utilisée comme un outil d'aide à la décision grâce à sa capacité de contrôler statistiquement l'état des processus (Goebel et al., 2009; Chuong et al., 2011) ou grâce aux règles de décision de l'intergiciel ("*middleware*") (Lefebvre et al., 2006).

2.2.3.2 Incidences de RFID sur la gestion des connaissances

Le potentiel des systèmes RFID au niveau de la gestion des connaissances est resté relativement peu exploré puisque nous avons relevé seulement six études sur ce thème à partir des bases de données de Science Direct, Emrauld Fulltext et IEEE Xplore Digital Library (Tableau 2.2).

Tableau 2.2 : Revue de littérature des principales recherches traitant du lien entre la technologie RFID et la gestion des connaissances (suite)

Auteurs	Résumé des objectifs de recherche et résultats
Ahsan et al. (2010)	Objectifs
	▪ Explorer et proposer un modèle technologique qui facilite l'intégration des principes de gestion de connaissances dans le secteur de soins de la santé.
	Résultats:
	La technologie RFID permet : ▪ Un meilleur contrôle des connaissances intégrées dans le flux des processus de soins de santé; ▪ Une amélioration des processus de prise de décisions et l'optimisation des ressources; ▪ Une amélioration de la performance organisationnelle tout en minimisant le risque de perdre des connaissances.
Chow (2007)	Objectifs:
	▪ Proposer un système de gestion de connaissances intégrant la technologie RFID dans le but de contrôler en temps réel les opérations de logistique
	Résultats:
	La technologie RFID permet : ▪ Une amélioration de la performance et de la productivité opérationnelle de l'entreprise; ▪ Un climat d'apprentissage organisationnel approprié; ▪ Une gestion systématique et efficace des processus ainsi que des ressources logistiques.
Muller et Mandelartz, (2007)	Objectifs:
	▪ Présenter une vue d'ensemble des projets d'adoption de la technologie RFID au niveau de la maintenance en Allemagne; ▪ Décrire les applications de cette technologie au niveau des processus de maintenance et de gestion de connaissances en maintenance.
	Résultats:
	La technologie RFID permet : ▪ L'intégration des processus de maintenance dans un contexte de chaîne d'approvisionnement; ▪ L'augmentation de la productivité du personnel de maintenance (20-25%); ▪ La programmation et planification systématique des travaux de maintenance
Harry et al. (2007)	Objectifs:
	▪ Proposer un cadre technologique intégrant la technologie RFID dans l'optique de soutenir le concept de gestion de connaissances et de résoudre les problèmes dynamiques de logistique.
	Résultats:
	La technologie RFID permet : ▪ L'identification et la vérification automatique de l'état actuel des processus de logistique; - Un soutien en temps réel aux membres de l'équipe logistique en cas de problèmes.
Lin (2007)	Objectifs:
	▪ Fournir une vue d'ensemble du potentiel de la technologie RFID au niveau de la gestion des connaissances dans un contexte de chaîne d'approvisionnement.
	Résultats:
	La technologie RFID permet : ▪ Une synchronisation et intégration de la chaîne d'approvisionnement grâce à la capacité de la technologie RFID à concevoir de nouvelles méthodes de prise de décisions au niveau des activités de production, distribution et marketing; ▪ Un renforcement du concept de "data mining" grâce à la capacité de la technologie RFID à générer un grand volume de données et à les extraire en temps réel.

Tableau 2.2 : Revue de littérature des principales recherches traitant du lien entre la technologie RFID et la gestion des connaissances (suite et fin)

Sundaram et al. (2010)	Objectifs:
	■ Proposer un modèle architectural intégrant un système RFID; incluant les étiquettes RFID, les lecteurs, les intergiciels et les services web dans l'optique d'améliorer la coordination entre les partenaires d'une chaîne d'approvisionnement et ainsi soutenir le concept de gestion des connaissances.
	Résultats:
	La technologie RFID permet : ■ Un service plus cohérent et productif comparé au système traditionnel actuellement en place au niveau de la chaîne d'approvisionnement; ■ Une forte interaction "<i>peer-to-peer</i>" entre les partenaires de la chaîne d'approvisionnement; ■ Une chaîne de valeur inter-organisationnelle optimisée qui permet des économies de temps et d'argent et qui conduit à l'amélioration de son efficacité et sa performance; ■ Une meilleure compréhension des processus, une productivité accrue et une intégration organisationnelle plus élevée.

L'ensemble des six études présentées dans le Tableau 2.2 permettent de conclure que RFID semble avoir un effet positif sur la gestion des connaissances. Plus précisément, il nous a permis de retenir que la technologie RFID permet d'assurer un meilleur contrôle des connaissances et des processus, a le potentiel d'améliorer la performance et la productivité et finalement à concevoir de nouvelles méthodes de travail. Cependant, dû nombre peu élevé d'études relevées lors de la revue de littérature, il existe une demande d'études plus approfondies dans ce domaine de recherche.

2.2.3.3 Incidences de RFID sur la performance

La technologie RFID est considérée comme une technologie prometteuse pour l'amélioration de la performance au sein des organisations et au niveau d'une chaîne d'approvisionnement (Karaer et Lee, 2007; Gaukler et Hausma, 2008; Kok et al., 2008; Sari, 2010; Björk et al., 2011; Van der Togt et al., 2011). En effet, il est possible d'envisager des gains considérables résultant d'une efficacité et efficience intra-organisationnelle et inter-organisationnelle (Sabbaghi et Vaidyanathan, 2008), ce qui comprend la réduction des coûts opérationnels reliés à la main d'œuvre et à la gestion des produits (Curtin et al., 2007; Lee et Ozer, 2007), l'identification et le suivi en temps réel des produits ou objets (De Kok et al., 2008), la mise à jour automatisée des données au niveau de chacun des éléments étiquetés (Bunduchi et al., 2011) et l'amélioration significative de la qualité de l'information obtenu (Sari, 2010). De plus, Lee et Ozer (2007) suggèrent que l'adoption de RFID peut offrir des avantages ayant un effet indirect sur les opérations quotidiennes dont i) la traçabilité des produits mal entreposés; 2) la diminution des

vols et 3) la réduction des erreurs transactionnelles. De tels avantages peuvent entraîner, selon les mêmes auteurs, une amélioration de la productivité et du rendement étant donné que les employés auront à passer moins de temps et d'efforts à identifier et à résoudre les problèmes quotidiens (Kang et Gershwin, 2005; Wang et al., 2008). Sharma et Citurs, (2005), Sari, (2010) et Bunduchi et al., (2011) ont aussi affirmé que l'intégration de RFID conduit à une amélioration de la réorganisation des systèmes, à la réduction des ruptures de stocks ainsi qu'à la réduction des coûts d'entreposage, de manutention et de distribution. Ceci a été prouvé quantitativement par Thonemann (2002) qui a rapporté qu'après le déploiement des technologies RFID, Procter & Gamble et Wal-Mart ont pu réduire les niveaux de stocks de 70 % et améliorer la qualité de leurs services de 96 % à 99 % (Sarac et al., 2010). De leur côté, Bhattacharya et al., (2007), Lee et Ozer (2007) et Metzger et al., (2013) ont fourni un aperçu global des différentes approches dans la perspective de la gestion des opérations. Ils proposaient pour RFID deux valeurs distinctes - la visibilité et la prévention des erreurs. Finalement, pour résumer, Becker et al., (2010) ont mis l'accent sur les quatre dimensions principales de la performance qui pourraient être améliorées en intégrant RFID : i) la réduction du temps de traitement qui réfère aux économies réalisées en éliminant les activités de saisie et de traitement de données et en automatisant les activités routinières; ii) l'élimination des erreurs reliées au traitement lors de l'exécution des processus; iii) la réduction des ressources, ce qui inclut une réduction des coûts de la main d'œuvre; et iv) l'amélioration des processus informationnels via la capacité des systèmes RFID à capturer, traiter et diffuser l'information. En effet, l'intégration de ces systèmes permet de fournir une mise à jour en temps réel du statut des produits étiquetés (e.g. emplacement du produit au sein d'un entrepôt).

Quelle est l'incidence de RFID sur la performance financière ("*bottom line*") ? La réponse à cette question reste mitigée, probablement dû au fait que les liens directs entre les effets de RFID et la performance des entreprises sont difficiles à isoler. La technologie RFID n'est pas pour l'instant mature, ce qui implique que sa justification financière est également difficile à établir et que les retours sur investissement (ROI) demeurent parfois incertains (Brown, 2007; Chao et al., 2007). Finalement, nous pensons que les changements organisationnels et inter-organisationnels induits par cette technologie (ce qui inclut la réingénierie des processus) représentent des coûts substantiels dont l'estimation est ardue.

2.3 CARACTÉRISTIQUES DU CONTEXTE INDUSTRIEL RETENU

Notre projet de recherche doctoral s'est déroulé dans l'industrie de la construction, un contexte industriel qui présente des caractéristiques qui lui sont propres et qui pourraient conditionner les résultats obtenus. Il convient donc de discuter brièvement des principales caractéristiques de ce secteur.

2.3.1 Importance économique de l'industrie de la construction

L'industrie de la construction joue un rôle crucial (Song et al. 2007). Elle représente une part importante de l'économie de tous les pays membres de l'Organisation de Coopération et Développement Économique (OCDE), que ce soit au niveau du produit intérieur brut (de 5 à 8 % du PIB) ou des emplois qu'elle génère (de 5 % à 9 % du total des emplois) (OCDE, 2008). De plus, l'industrie de la construction représente un marché important et joue le rôle de catalyseur pour un éventail de produits, services et matériaux qui proviennent de divers secteurs (Khotari et al., 2011). Au niveau canadien, son apport est élevé puisqu'elle représente avec des pourcentages du PIB fluctuant entre 5,49 % et 6,31 % durant les neuf dernières années, soit de 2003 à 2011 inclusivement (Statistique Canada, 2012a). Concernant le positionnement économique de l'industrie de la construction, elle a été classée en 2012 en troisième position après les industries de la finance et des assurances et l'industrie manufacturière (Statistique Canada, 2012b).

En ce qui concerne les contributions ou investissements effectués par les organismes publics et privés dans l'industrie de la construction (incluant les segments des matériaux et de l'outillage), la Figure 2.4 démontre un taux annuel de progression relativement constant (à l'exception de 2009 qui a connu un ralentissement économique), de 6 % approximativement. Les investissements entre 2003 et 2012 sont passés de 225 à 394 milliards de dollars. Plus de la moitié de ces investissements en 2012 (56,6 %) proviendrait des secteurs de l'extraction minière, pétrolière et gazière (Statistiques Canada, 2012c).

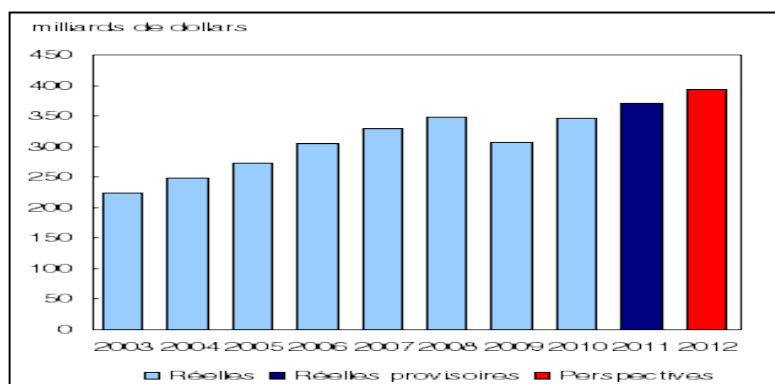


Figure 2.4 : Contributions et perspectives de contributions des organismes publics et privés dans l'industrie de la construction (Source : Statistiques Canada, 2012c)

Quant aux derniers chiffres concernant l'évolution des emplois, l'Association canadienne de la construction (2012) a recensé près de 1,3 million d'employés opérant actuellement dans l'industrie de la construction. Toutefois, le nombre d'emplois fluctue de façon saisonnière (une variation de 60 000 emplois) comme le démontre la Figure 2.5.

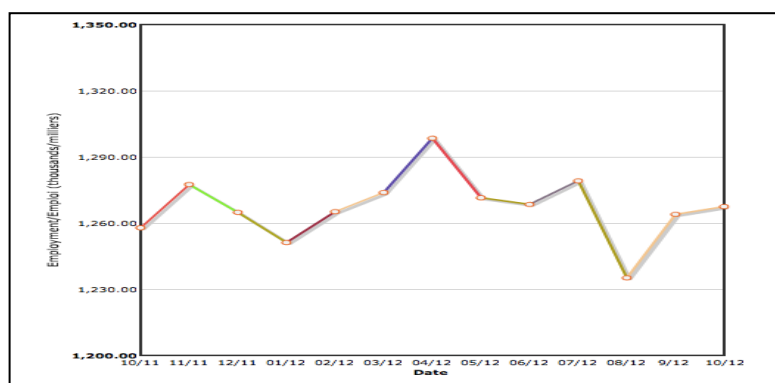


Figure 2.5 : Recensement du nombre total de canadiens et canadiennes opérant dans l'industrie de la construction (Source : Association canadienne de la construction, 2012)

Selon la même association, les gains d'emplois sont plus élevés dans l'Ouest canadien, surtout en Alberta considérée comme la locomotive de l'industrie dans le pays avec une croissance d'emplois de 8%, suivi du Saskatchewan avec 7% et la Colombie-Britannique avec 6% en 2012 (Association canadienne de la construction, 2012).

Au Québec, l'industrie de la construction est particulièrement importante. En effet, quelques 47 milliards de dollars y ont été investis en 2011, soit 14 % du (PIB) de la province, ce qui procure un emploi sur 20 au Québec (CCQ, 2013a). De plus, l'industrie de la construction québécoise

compte 24, 968 employeurs avec une masse salariale de 6 milliards de dollars (CCQ, 2013a). Le principal moteur de l'industrie de la construction demeure pour toutes les provinces le secteur non résidentiel. La Figure 2.6 compare (en millions de dollars), les trois segments constituant le secteur non résidentiel, soit les segments commercial, institutionnel et industriel et montre que le segment commercial est le plus important.

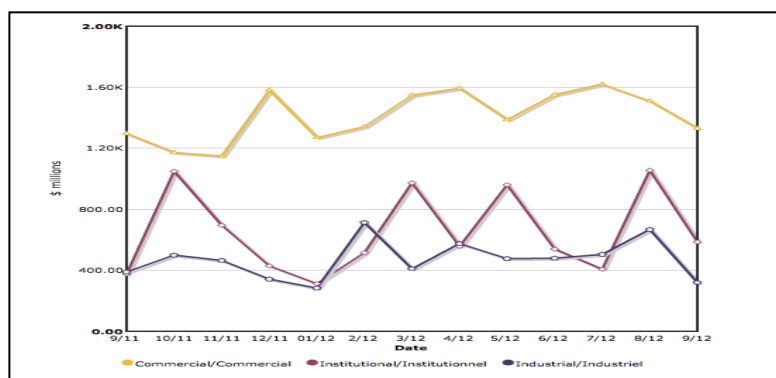


Figure 2.6 : Principaux segments de la construction non résidentielle (Source : Association canadienne de la construction, 2012)

La construction industrielle, secteur que nous avons retenu dans le cadre de cette thèse, englobe des projets d'extractions et exploitations minières, de pétrochimie, d'énergie, de traitements d'eaux usées ainsi que du secteur gazier. Il existe actuellement une forte volonté d'investir dans ce secteur; principalement dans le secteur minier, de pétrochimie et gazier, où il est prévu d'atteindre une enveloppe de 86, 9 milliards de dollars d'investissements (Statistiques Canada, 2012c). Le Québec a connu des projets majeurs dont les plus importants sont le projet de la Baie-James et celui de la Côte-Nord. L'activité dans ce secteur reste substantielle et a enregistré une croissance de 44 % au Québec en 2012 (CCQ, 2013b).

2.3.2 Une industrie dominée par les projets

L'industrie de la construction est considérée comme une industrie à multiples facettes ayant un effet direct sur la vie quotidienne de chaque citoyen (Song et al., 2007). Elle est composée de différents segments allant de la vente et du marketing à d'autres volets plus techniques tels que les travaux d'ingénierie (Pte Ltd Intensecomp, 2004). L'industrie de la construction est essentiellement responsable de projets nécessitant la contribution de plusieurs services spécialisés et la collaboration et la coopération de plusieurs participants (Ergen et al., 2007). Un projet de

construction, tout comme tout autre projet dans d'autres industries, passe par une série de phases bien définies où les résultats de chaque phase représentent la base de travail de la phase subséquente. De façon générale, un projet de construction comprend quatre grandes étapes : avant-projet, pré-construction, construction et post-construction (Love et al., 2004) Cependant, le modèle du cycle de vie d'un projet de construction de Lawrence, (2003) nous semble plus complet et sera retenu ici. Dans ce modèle, six phases sont généralement identifiées, chacune ayant ses propres objectifs et attributs tels que démontré au niveau de la Figure 2.7. Une gestion efficace et un contrôle et suivi serré sont nécessaires pour la réalisation des projets conformément aux délais et budgets du projet (Wang et al., 2007).

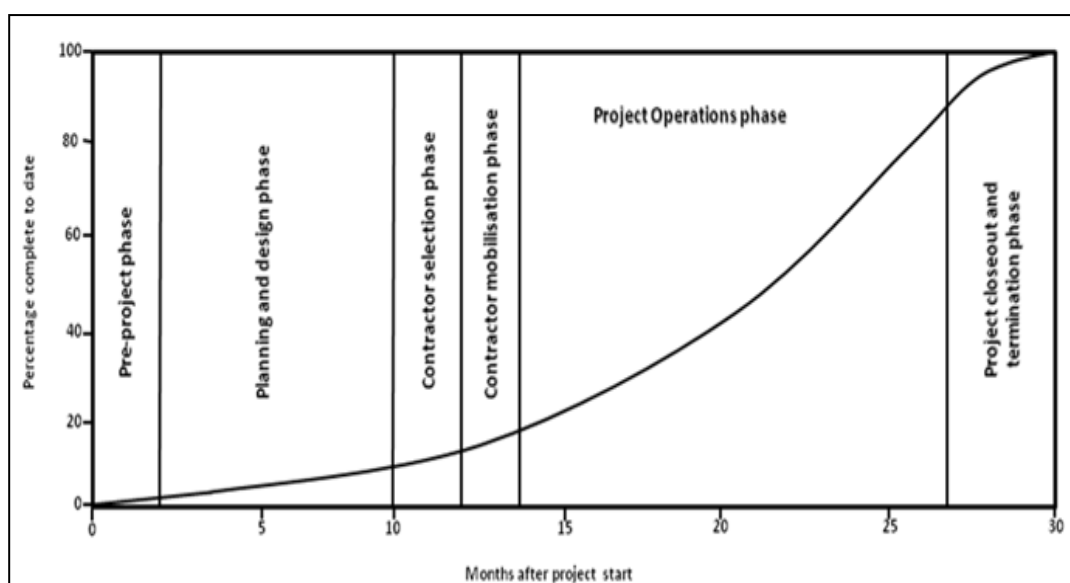


Figure 2.7: Cycle de vie typique d'un projet de construction (Source : Lawrence, 2003)

En se basant sur la Figure ci-dessus représentant le cycle de vie typique d'un projet de construction, on remarque que la première phase d'un projet de construction est *la phase de pré-projet*. Dans cette phase, le propriétaire du projet prend certaines décisions d'avant-projet en coopération avec quelques collaborateurs et ceci avant de passer à l'étape de planification et de conception. Selon Uher et Loosemore (2003), le propriétaire doit se prononcer particulièrement sur les procédures qui vont être utilisées, les différentes parties et composantes du projet, le type de contrat qui sera utilisé avec l'entrepreneur et finalement la base sur laquelle les professionnels d'ingénierie et de conception seront payés. La phase de *planification et la conception* est considérée comme la deuxième phase du cycle de vie d'un projet de construction. Cette phase est habituellement composée de trois étapes telles que spécifiées par (Lawrence, 2003):

- 1) étape de planification et étude de faisabilité, ce qui comprend la définition des objectifs et la faisabilité financière du projet, la préparation de l'estimation des coûts, ainsi que l'identification des sources de financement. C'est au niveau de cette même phase que la décision de procéder avec le projet ou non est prise;
- 2) étape de développement et conception durant laquelle les relations entre les différents acteurs du projet sont déterminées et la conception détaillée des systèmes du projet est réalisée. Ceci comprend l'estimation des coûts à venir, le choix de matériaux, les dimensions des composants et leurs configurations, etc;
- 3) étape de sélection du type contrat qui inclut la préparation des documents contractuels qui vont être utilisés pour la sélection de l'entrepreneur.

Durant la phase de *sélection* (troisième phase d'un cycle de vie d'un projet), le propriétaire doit décider si un appel d'offre sera envoyé à tous les entrepreneurs potentiels ou à une certaine catégorie. De plus, diverses études sont réalisées durant cette phase, principalement l'analyse et la comparaison des prix, avant la sélection finale de l'entrepreneur et la finalisation et l'octroi du contrat de construction.

La *mobilisation* de l'entrepreneur ou quatrième phase comprend plusieurs étapes cruciales dont la préparation d'un programme détaillé pour les activités de construction, l'établissement des contrats d'assurances et des licences, la planification des approvisionnements, la budgétisation des différentes activités du projet et la préparation de l'organigramme du projet (Kazi, 2005).

La phase *opérationnelle* du projet ou cinquième phase, correspondant à la construction, est la plus longue (Figure 2.5). Elle est réalisée principalement sur le chantier de construction avec l'aide des bureaux de projets des principaux intervenants, les principales responsabilités de ces derniers étant selon Westland (2007) : 1) le suivi et le contrôle de projets pour s'assurer que le projet respecte les délais ainsi que les budgets estimés durant la phase de planification et de conception ainsi que les termes exigés par le propriétaire ou ses représentants tels qu'énoncés dans les documents contractuels; 2) la gestion des ressources nécessaires pour les différentes activités de construction sur le chantier (main d'œuvre, équipements, matériaux, etc); et 3) la communication et la documentation, ce qui concerne une multitude de documents et d'interactions, comme par exemple les différents dessins techniques qui doivent être soumis aux clients avant de procéder à l'installation d'un équipement.

La sixième et dernière phase du cycle de vie d'un projet correspond à la phase de *clôture* du projet. Selon Lawrence (2003), cette phase comprend le nettoyage du chantier, l'inspection, les essais et la mise en route, les dessins comportant des modifications comparés aux dessins originaux, les garanties, les rapports finaux et finalement l'archivage des différents dossiers du projet. À cette dernière phase du cycle de vie d'un projet de construction peut être ajoutée la maintenance qui consiste essentiellement à conserver autant que possible les conditions adéquates des actifs installés et les modes d'opération.

2.3.3 La chaîne d'approvisionnement dans l'industrie de la construction

La gestion de la chaîne d'approvisionnement dans l'industrie de la construction est considérée comme une stratégie organisationnelle qui a comme objectif la réduction des coûts et des inefficacités opérationnelles (Vollmann et al., 1997; Akintola, 2000). Tout comme dans différents secteurs industriels, l'intégration d'une chaîne d'approvisionnement construction repose sur un certain nombre de principes de base, notamment 1) la gestion de la communication; 2) la mise en place d'un mécanisme de résolution de problèmes; 3) la gestion du flux informationnels; 4) l'alignement des systèmes utilisés; 5) l'engagement des partenaires; 6) un nombre élevé de standards et finalement; 7) l'établissement de relations inter-organisationnelles entre les partenaires de la chaîne (Briscoe et al., 2005).

Le réseau de chaîne d'approvisionnement dans l'industrie de la construction comprend une multitude d'acteurs. En reprenant la Figure 1.1 qui donne la représentation générique d'un tel réseau, nous l'avons adaptée au contexte spécifique de cette industrie. Ainsi, nous retrouvons en amont, les fournisseurs indirects, les fournisseurs directs et sous-traitants, les entrepreneurs généraux et spécialisés. En aval, les clients (généralement les propriétaires de ce qui est construit) et les clients finaux (ou usagers). Notons l'omniprésence des firmes d'ingénierie-conseils qui agissent en tant qu'experts en aval et en amont de la chaîne ainsi que celle des firmes d'architectes et autres firmes de consultation (haut de la Figure 2.8).

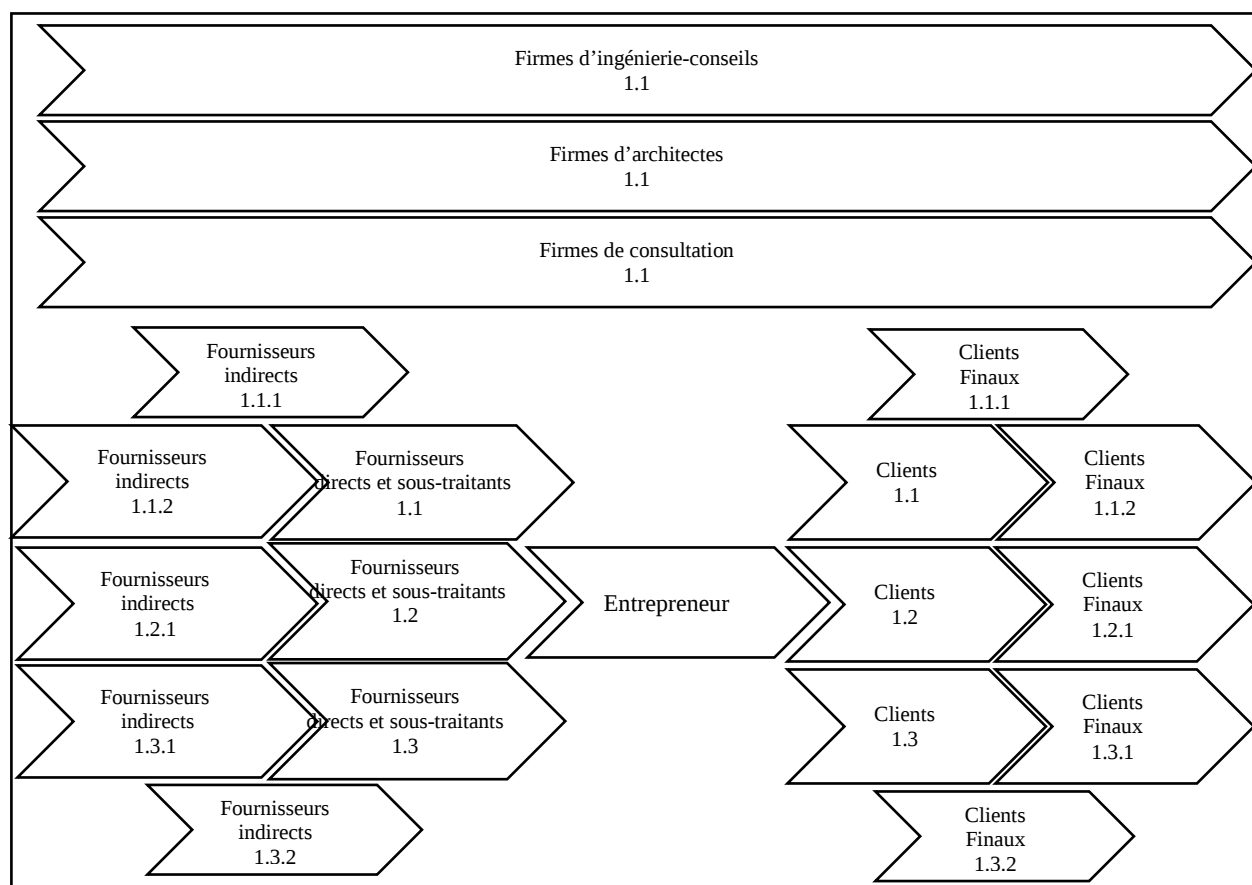


Figure 2.8: Réseau de la chaîne d’approvisionnement dans l’industrie de la construction

2.3.4 La gestion des connaissances dans l’industrie de la construction

L’industrie de la construction est caractérisée par des ensembles de projets à cycle de vie déterminé gérés par des organisations multidisciplinaires (Kamara et al., 2002). Ces projets très diversifiés peuvent être complexes et hétérogènes et sont parfois rivaux et originaux (Lin et al., 2006). L’industrie de la construction s’appuie sur une grande quantité d’information parvenant des différents joueurs à travers les différentes étapes du cycle de vie du projet (Bhargav et Koskela, 2009). Dans ce contexte, la gestion des connaissances a été perçue comme une stratégie visant à soutenir et favoriser l’innovation et à améliorer les activités et les processus de construction (Bhargav et Koskela, 2009). Elle a aussi été considérée comme l’un des facteurs les plus importants dont dépend le succès ou même la survie d’une organisation (Switzer, 2008). La nature temporaire des projets amène une difficulté additionnelle au niveau de la gestion des connaissances. Préfontaine et ses co-auteurs (2009) proposent une démarche en sept jalons pour permettre une gestion du savoir efficace, permettant ainsi de créer des entreprises apprenantes.

Tableau 2.3 : Principaux domaines des connaissances dans l'industrie de la construction Source

Principaux domaines de connaissances	Project Management Institute (2008)	Doghegah et al. (2011)	Odusami (2002)	Gushgar et al. (1997)	Kerzner (1989)	Ling (2003)
Planification et gestion des cédules	√	√	√	√	√	√
Gestion des coûts	√	√				√
Gestion de la qualité	√	√	√	√		√
Gestion des ressources humaines	√	√			√	
Gestion des risques	√	√	√			
Gestion de la chaîne d'approvisionnement	√	√				
Gestion des réclamations		√				
Gestion de la santé et sécurité		√				√
Gestion des conflits		√			√	√
Gestion de l'éthique		√				
Gestion des TIC		√				√
Gestion de la communication	√	√		√		√
Gestion des matériaux		√			√	
Gestion financière		√		√		
Gestion des équipements et ressources de construction		√			√	

(Source : traduit de Hwang et Wei, 2012)

Le Tableau 2.3 démontre que plusieurs domaines de connaissances sont considérés comme les piliers de l'industrie de la construction. Ces domaines de connaissances doivent s'appuyer sur du personnel expérimenté et bien informé pour développer, configurer et mettre en œuvre un large éventail d'approches, savoir-faire, techniques et procédures. Cependant, ces domaines dépendent également des capacités de pouvoir rassembler une large sélection de connaissances pertinentes dans diverses bases de données, ce qui permet de fournir des boucles rétroactives pour capturer de nouvelles connaissances ou de supprimer les plus obsolètes (Rech et al. 2008). La gestion de connaissances offre selon plusieurs auteurs (dont Tupenaite et al., 2008; Kanapeckiene et al., 2010; Chan et Mohamed, 2011; Lin et Lee, 2012; Wu et al., 2012; Yuena et al., 2012; Forcada et al., 2013) plusieurs avantages pour les entreprises de l'industrie de la construction que nous pouvons résumer ainsi : 1) l'enrichissement du capital intellectuel organisationnel; 2) la réduction

du temps et coûts alloués pour la résolution des problèmes; 3) l'amélioration des processus stratégiques, opérationnels et tacites; 4) le renforcement des avantages concurrentiels intra- et inter-organisationnels; 5) un soutien accru aux différentes formes de communication; 6) un partage des meilleures pratiques organisationnelles; 7) une amélioration de la performance organisationnelle; 8) une création de la valeur à partir des actifs organisationnels incorporels; 9) le développement d'un environnement d'avant-gardiste; 10) la promotion de l'innovation; 11) l'identification de nouvelles perspectives; et, finalement, 12) l'amélioration de la qualité des prises de décisions d'une manière optimale et en temps réel.

Le prochain chapitre se consacre au cadre de recherche.

CHAPITRE 3 : CADRE DE RECHERCHE ET ARTICLES DE THÈSE

Dans un premier temps, ce troisième chapitre spécifie les objectifs de recherche et présente un cadre conceptuel sur lequel reposent les propositions de recherche. Dans un deuxième temps, la stratégie méthodologique privilégiée est discutée. Finalement, les principales étapes de recherche ainsi que les trois articles de thèses sont exposés.

3.1 OBJECTIFS DE RECHERCHE ET CADRE CONCEPTUEL PROPOSÉ

Les objectifs de recherche et leurs motivations (section 3.1.1) ainsi que le cadre conceptuel sur lequel reposent les propositions de recherche (section 3.1.2) sont présentés ci-après.

3.1.1 Objectifs et motivations

Cette thèse cherche à évaluer, dans un contexte de chaîne d'approvisionnement, les impacts d'un système RFID sur les processus, la gestion des connaissances et la performance. Notre recherche doctorale se distingue des travaux antérieurs en mettant une emphase particulière sur les incidences de RFID sur l'acquisition, la gestion, le partage et le transfert des connaissances, et ce, autant à l'interne (dans chaque organisation) qu'à l'externe (dans la chaîne d'approvisionnement). Nous proposons également que la gestion des connaissances ainsi améliorée permet l'ajout d'intelligence.

Notre projet doctoral est motivé par plusieurs facteurs. Premièrement, le nombre d'articles de recherche qui visent un tel objectif est très restreint (Tableau 2.2). Deuxièmement, la gestion des connaissances nous apparaît primordiale dans une économie dite basée sur les connaissances, les connaissances étant un facteur de production relativement plus important que les coûts de la main d'œuvre. Troisièmement, les connaissances représentent un actif intangible qui est à base même des avantages concurrentiels durables. Quatrièmement, la technologie RFID soulève des enjeux technologiques et non-technologiques qui ne sont pas entièrement résolus.

Plus précisément, l'objectif principal de cette recherche est poursuivi au niveau d'une chaîne d'approvisionnement dans le contexte spécifique de la construction industrielle. Un tel contexte est intéressant puisque le poids économique de l'industrie de construction est élevé (au Québec, un emploi sur 20 en dépend) et que la construction industrielle connaît des investissements substantiels de l'ordre de 86,9 milliards de dollars pour 2012. De plus, c'est un secteur à forte

intensité de connaissances dans lequel les firmes de génie-conseil jouent un rôle déterminant. Finalement, le fait de s'intéresser à une chaîne d'approvisionnement plutôt qu'à des entreprises individuelles correspond à une tendance lourde que ce soit sur le plan de la pratique des affaires ou sur le plan théorique tel que démontré dans le chapitre précédent. Nous avançons donc que l'objectif général de recherche présente une certaine pertinence à la fois théorique et pratique.

3.1.2 Cadre conceptuel proposé et propositions de recherche

La Figure 3.1 illustre le cadre conceptuel général et montre les trois propositions générales de recherche qui s'y rattachent dans un contexte de chaîne d'approvisionnement.

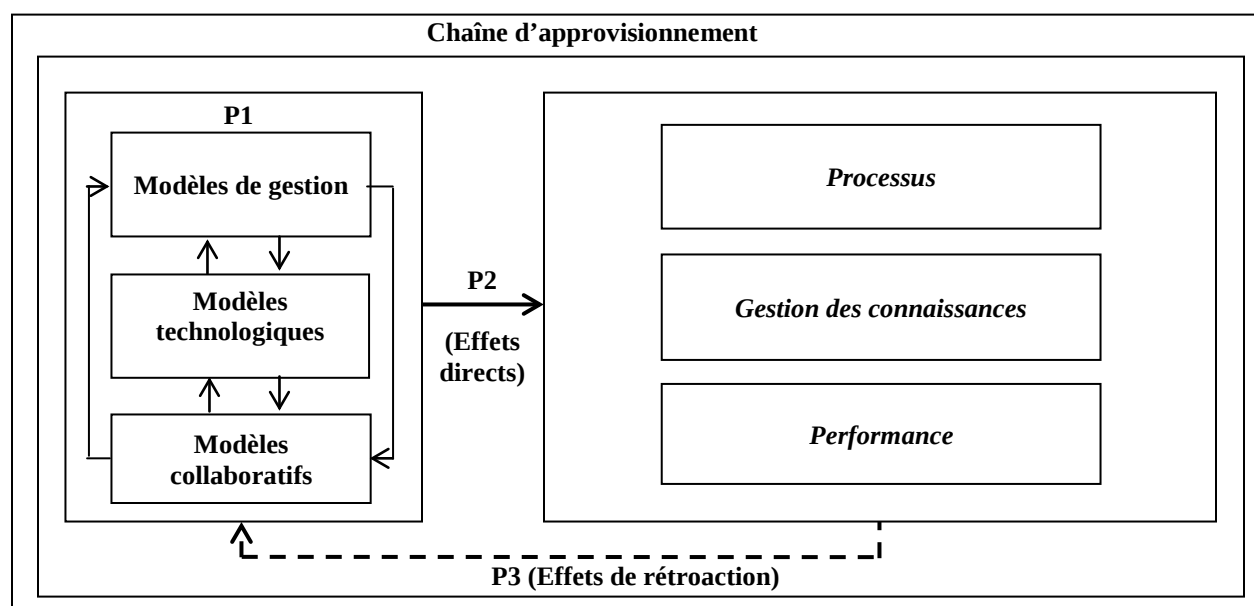


Figure 3.1 : Cadre conceptuel général proposé

Le cadre reprend les trois modèles dominants, soit les modèles technologiques, les modèles de gestion et les modèles collaboratifs discutés dans le chapitre 1 (à gauche de la Figure 3.1) et illustre par les liens multiples entre ces modèles la proposition de recherche suivante:

Proposition générale 1 : Les modèles technologiques, les modèles de gestion et les modèles collaboratifs se renforcent mutuellement.

À droite de la Figure 3.1, se retrouvent les incidences qui découlent des modèles technologiques (soit ici, les TIC). Tels qu'analysés dans les sections 2.1.1, 2.1.2 et 2.1.3, ces impacts se situent au niveau des processus, de la gestion des connaissances et de la performance et constituent ce que l'on pourrait appeler les effets directs.

Proposition générale 2 : Les modèles technologiques ont des effets positifs directs. Ces effets se retrouvent principalement au niveau des processus, de la gestion des connaissances et de la performance, et ce, autant à l’interne (dans chaque organisation) qu’à l’externe (dans la chaîne d’approvisionnement).

Les effets de rétroaction (dans le bas de la Figure) pourraient être examinés dans une étude longitudinale qui dépasse le cadre temporel de ce projet doctoral. La troisième proposition, indiquée par une ligne en pointillés, complète le cadre conceptuel mais devrait être validée dans des recherches futures.

Proposition générale 3 : Les effets directs permettent éventuellement l’émergence de nouveaux modèles de gestion, de nouveaux modèles collaboratifs et de nouveaux modèles technologiques. Ces nouveaux modèles sont considérés comme des effets de rétroaction.

Le cadre conceptuel spécifique est illustré dans la Figure 3.2. Ce cadre est issu des deux chapitres précédents et en reprend les éléments essentiels soit 1) le contexte, soit celui de la construction industrielle qui présente des caractéristiques particulières (exposées dans la section 2.3), 2) le modèle technologique étudié, soit RFID (examiné dans la section 2.2) et 3) les effets directs (détaillés dans les sections 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3 et 2.2.3).

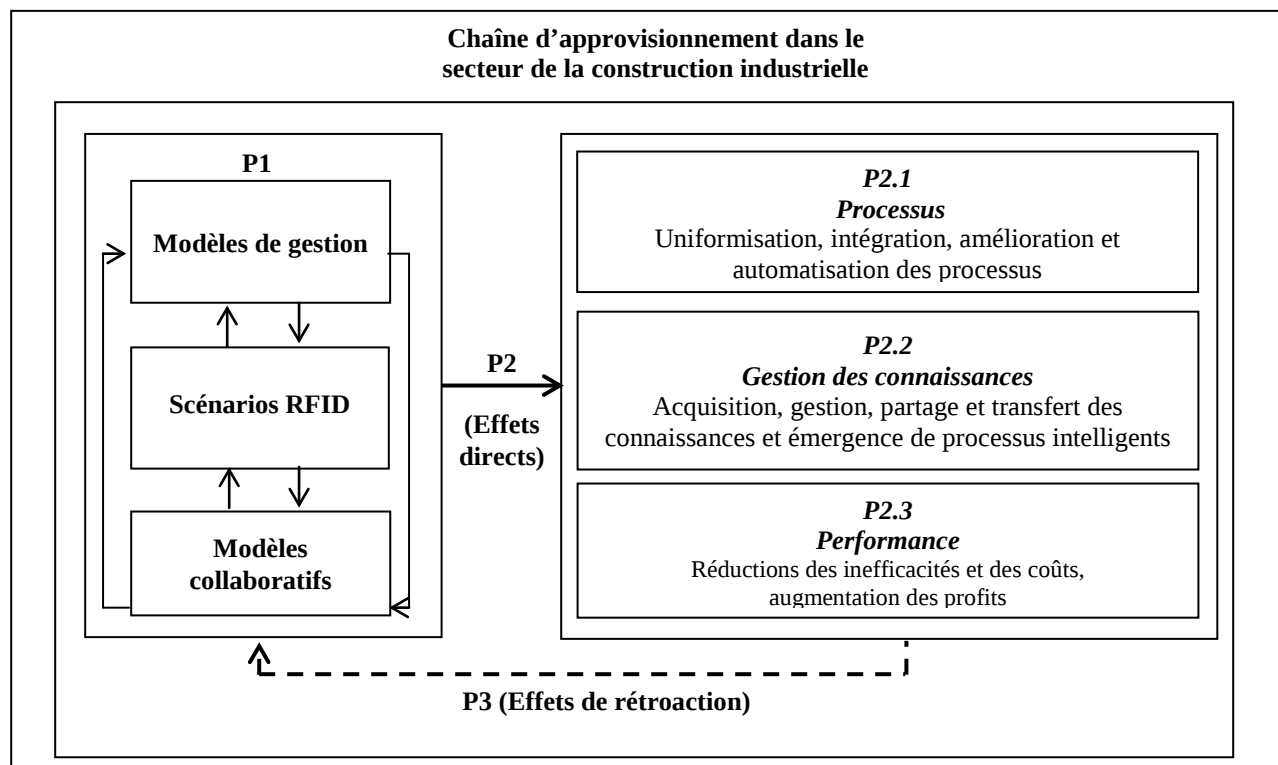


Figure 3.2 : Cadre spécifique de recherche

Les trois propositions de recherche deviennent donc plus spécifiques et peuvent se lire ainsi:

Proposition 1 : Les scénarios RFID, les modèles de gestion et les modèles collaboratifs se renforcent mutuellement.

Proposition 2 : Les scénarios RFID ont des effets positifs directs. Ces effets se retrouvent principalement au niveau des processus, de la gestion des connaissances et de la performance, et ce, autant à l'interne (dans chaque organisation) qu'à l'externe (dans la chaîne d'approvisionnement).

Proposition 2.1. : *Les scénarios RFID ont des effets positifs directs sur l'uniformisation, l'intégration, l'amélioration et l'automatisation des processus, et ce, autant à l'interne (dans chaque organisation) qu'à l'externe (dans la chaîne d'approvisionnement).*

Proposition 2.2 : *Les scénarios RFID ont des effets positifs directs sur l'acquisition, la gestion, le partage et le transfert des connaissances, et ce, autant à l'interne (dans chaque organisation) qu'à l'externe (dans la chaîne d'approvisionnement). La gestion des connaissances ainsi améliorée permet une intelligence organisationnelle accrue.*

Proposition 2.3 : *Les scénarios RFID ont des effets positifs directs sur la performance, notamment en réduisant les inefficacités et les coûts et en augmentant les profits, et ce, autant à l'interne (dans chaque organisation) qu'à l'externe (d'approvisionnement).*

Proposition 3 : Les effets directs permettent éventuellement l'émergence de nouveaux modèles de gestion, de nouveaux modèles collaboratifs et de nouveaux modèles technologiques. Ces nouveaux modèles sont considérés comme des effets de rétroaction.

Notons que la thèse se centre principalement sur P2 et les propositions (P2.1, P2.2 et P2.3) qui la sous-tendent. La troisième proposition serait explorée dans des recherches ultérieures.

3.2 STRATÉGIE MÉTHODOLOGIQUE PRIVILEGIÉE

La stratégie méthodologique représente la démarche retenue pour explorer les propositions de recherche énoncées dans la section précédente. La Figure 3.3 caractérise la démarche que nous avons privilégiée et indique les choix méthodologiques retenus. Chaque choix sera explicité dans les sous-sections suivantes.

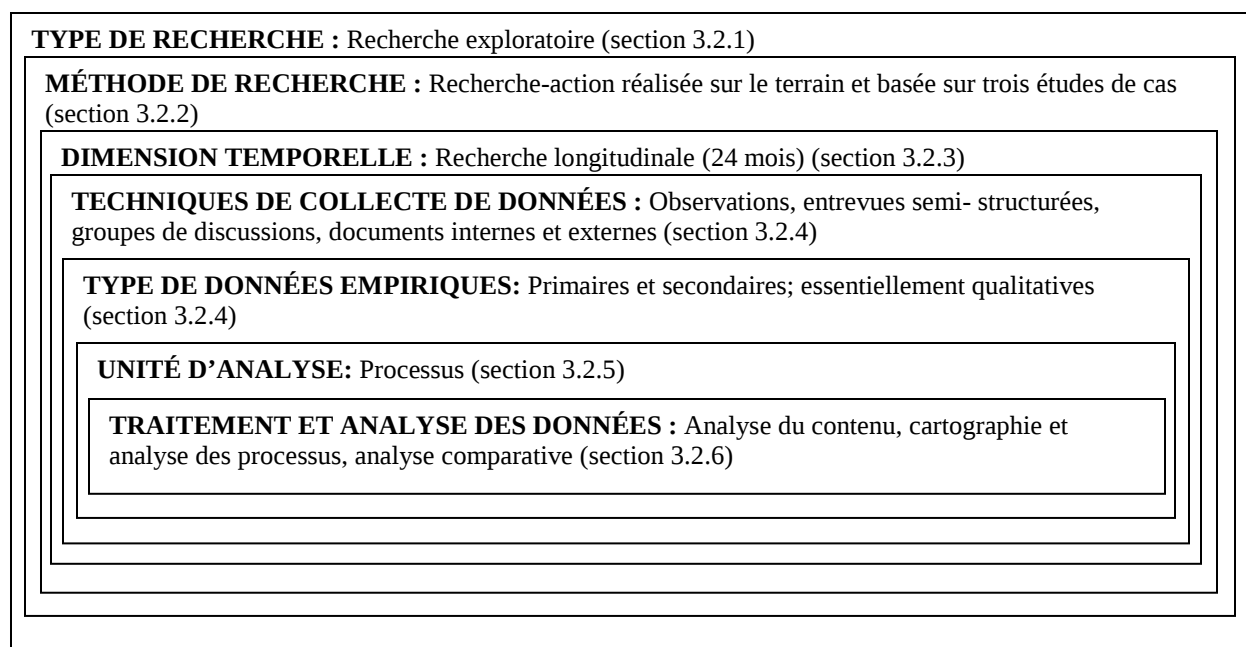


Figure 3.3 : Stratégie méthodologique

3.2.1 Type de recherche

Cette recherche est exploratoire car elle sert à combler le “vide” théorique et empirique concernant notre problématique spécifique (chapitre 2). Elle correspond donc au paradigme que Creswell (1998) qualifie d’empirico-inductif et est fondée sur des propositions de recherche, ce qui correspond à la démarche de la théorie fondée (“*grounded theory*”) (Glaser et Strauss, 1967; Strauss et Corbin, 1998; David, 2000). Nous avançons ici que la recherche exploratoire passe nécessairement par la recherche descriptive qui permet de mieux comprendre le terrain d’étude et d’exposer de façon cohérente les caractéristiques du phénomène étudié. En effet, dans un contexte de chaîne d’approvisionnement, la question “que se passe-t-il?” ne reçoit pas aisément des éléments de réponse. Par exemple, la dynamique inter-entreprise est particulièrement complexe. Cependant, la description aussi nécessaire soit elle, n’est pas le but de notre recherche.

3.2.2 Méthodes de recherche

Afin d’explorer les propositions de recherche, nous avons privilégié une recherche-action réalisée sur le terrain, basée sur trois études de cas et qui s’est déroulée pendant 24 mois. Les paragraphes qui suivent positionnent donc ces méthodes de recherche pour ensuite expliciter et délimiter les activités de recherche réalisées dans le cadre de cette thèse.

3.2.2.1 La recherche-action

La recherche-action (Susman et Evered, 1978) a comme objectif de diminuer l'écart entre la théorie et la pratique (Rolphe, 1998). Plus spécifiquement, elle vise simultanément la résolution de problèmes pratiques (ici l'adoption du système RFID) et l'élargissement des connaissances scientifiques et peut générer une nouvelle théorie, renforcer une théorie existante ou la contredire (Dick, 2009). Pour les tenants de la recherche-action, "la théorie guide la pratique qui à son tour raffine la théorie dans un processus de transformation continue" (Gilmore et al., 1985, p.161). La recherche action possède quatre caractéristiques principales, soit une orientation vers l'action, une emphase mise sur le problème, un processus holistique et systémique et une collaboration entre les participants (ce qui inclut les chercheurs et les praticiens) (Peters et Robinson, 1984).

La recherche-action est particulièrement appropriée pour étudier des phénomènes complexes, multidimensionnels et appartenant au monde réel et pour améliorer la compréhension des changements organisationnels en général (Baskerville et Wood-Harper, 1996) et ceux spécifiquement reliés aux TIC (Williams et al., 2009) ou à RFID en particulier (Boeck et Wamba, 2008). La recherche-action a été explicitement introduite dans la littérature sur les systèmes d'information comme une méthode de recherche par Wood-Harper (1985). En effet, elle répond directement aux besoins maintes fois renouvelés sur la pertinence de la théorie sur les systèmes d'information et sur la déconnection entre cette théorie et la pratique (Benbasat et Zmud, 1999; Dennis, 2001; Kock et al., 2002). Ce n'est donc guère surprenant que la recherche-action, qui s'éloigne des méthodes de recherche plus traditionnelles, y soit considérée comme une méthode à valeur ajoutée (Sein et al., 2011).

3.2.2.2 Étude de terrain

Notre recherche est enracinée dans un contexte industriel précis. Elle correspond à une étude de terrain (Baily, 2006; Neuman, 1991) qui se focalise sur une chaîne d'approvisionnement dans le secteur de la construction industrielle. Plus précisément, elle a été conduite dans cinq entreprises membres de cette chaîne pendant les étapes de la construction et post-construction au sein d'une raffinerie. Le client final est l'entreprise propriétaire de cette raffinerie, le maître d'œuvre est la firme de construction et les fournisseurs et sous-traitants sont respectivement le fournisseur de matières premières, l'entreprise de fabrication de systèmes de tuyauterie et l'entreprise

responsable de la préparation de la surface et du revêtement anticorrosif des systèmes de tuyauterie. Le Tableau 3.1 donne quelques renseignements sur ces cinq entreprises.

Tableau 3.1 : Entreprises ayant participé à l'étude de terrain

Type d'entreprises	Description
Raffinerie	Une des principales unités de raffinage spécialisée dans les produits pétroliers en Amérique du Nord; Production actuelle : 120 000 barils d'essence, de diesel, de solvants et distillant par jour; Nombre d'employés : ~ 295 employés; Rôle dans la chaîne d'approvisionnement : Client final.
Firme de construction	Entreprise responsable d'un grand nombre de projets dans plusieurs secteurs industriels tels que le pétrole et le gaz, l'énergie et le secteur industriel; Principaux services offerts: construction et maintenance industrielle, assemblage des systèmes de tuyauterie, construction et la maintenance des centrales énergétiques; Certifications : ISO 9001 (système de management de la qualité), ISO 14001 (Système de management de l'environnement) et OHSAS 18001 (système de management de santé et sécurité); Nombre d'employés : ~ 251 employés; Rôle dans la chaîne d'approvisionnement: Maître d'œuvre.
Entreprise de fabrication de systèmes de tuyauterie	Entreprise manufacturière spécialisée qui dessert un large éventail d'entreprises industrielles en Amérique du Nord opérant principalement dans le secteur de l'énergie. Certifications: ISO 9001 (système de management de la qualité), ISO 14001 (Système de management de l'environnement), OHSAS 18001 (système de management de santé et sécurité), API ("American Petroleum Institute"), ASME ("American Society of Mechanical Engineers"), ANSI ("American National Standards Institutes"), TSSA ("Technical Standards and Safety Authority"), CSA ("Canadian Standards Association"), PFI ("Pipe Fabrication Institute"), and ASTM ("American Society for Testing and Materials"). Nombre d'employés : ~ 47 employés Rôle dans la chaîne d'approvisionnement: Fournisseur de premier niveau
Entreprise responsable de la préparation de la surface et du revêtement anticorrosif des systèmes de tuyauterie	Une des entreprises leaders dans le domaine. Services offerts : préparation et revêtement de surface pour tout secteur. Services spécialisés pour les raffineries de pétrole et gaz naturel, les entreprises énergétiques, les infrastructures industrielles, etc... Certifications: SSPC ("Steel Structures Painting Council"), NACE ("The National Association of Corrosion Engineers"), CISC ("Canadian Institute of Steel Construction"), and Steel Plus. Nombre d'employés : ~ 17 employés Rôle dans la chaîne d'approvisionnement: Fournisseur de deuxième niveau
Fournisseur de matières premières	Un des principaux fournisseurs et distributeurs de matières premières spécialisées principalement dans la tuyauterie, les valves, les brides et les raccords. Plusieurs années d'expériences dans le domaine et approvisionne les principales entreprises opérant dans les domaines de la fabrication, exploitation minière, énergie et construction. Services offerts: cintrage des tuyaux, moulage, découpage, revêtements, inspections. Certifications: ISO 9001 (système de management de la qualité). Nombre d'employés : ~ 70 employés Rôle dans la chaîne d'approvisionnement: Fournisseur de troisième niveau

D'un commun accord, le client final et le maître d'œuvre ont décidé de cibler l'adoption de RFID sur un des points les plus critiques des étapes de la construction et post-construction au sein d'une raffinerie, soit les systèmes de tuyauterie. Ces systèmes sont en effet omniprésents dans une

raffinerie (Figure 3.4) couvrant plusieurs centaines de kilomètres que ce soit à l'intérieur de chacune des unités de raffinage ou à l'extérieur (systèmes de surface ou souterrains). De plus, les systèmes de tuyauterie représentent un risque élevé que cela soit aux niveaux opérationnel, environnemental et de la santé et sécurité des employés et de la communauté. Ces systèmes sont donc considérés comme des risques majeurs et devraient bénéficier, comme plusieurs installations dangereuses, d'une inspection rigoureuse (DeMarcellis-Warin et al., 2003). Les systèmes de tuyauterie requièrent une installation très contrôlée pendant la construction de la raffinerie et une inspection et maintenance continues selon des normes très sévères après la construction.

Phase de fabrication



Phase d'installation



Figure 3.4 : Systèmes de tuyauterie en phases de fabrication et d'installation

3.2.2.3 Étude de cas

L'étude de cas constitue une méthode de recherche qui focalise sur la compréhension des dynamiques présentes dans un milieu défini (Eisenhardt, 1989) et qui permet "d'analyser des phénomènes en profondeur dans leur contexte" (Gagnon, 2012). Bien qu'étroitement associée aux méthodes qualitatives, elle peut se baser sur des données quantitatives ou qualitatives (Yin, 1994). Une de ses principales caractéristiques réside dans le fait qu'elle inclut plusieurs techniques de collecte de données. Les études de cas sont maintenant bien acceptées par la communauté scientifique (Nunamaker et Chen, 1990; Denzin et Lincoln, 1994; Noor, 2008; Gagnon, 2012) et sont très présentes dans la littérature en management (Dul et Hak, 2012), sur les TIC (Walsham, 1995) et sur les systèmes d'information (Benbasat et al., 1987; Orlikowski et Baroudi, 1991).

Les études de cas peuvent être soit simples soit multiples (Yin, 1994). Dans notre recherche, se posent alors les questions suivantes. S'agit-il de l'étude d'un seul cas, soit l'étude de la chaîne

d'approvisionnement? Cette perspective est pour l'instant peu fréquente dans la littérature (pour une exception notable, Oke et Gopalakrishnan, 2009). S'agit-il d'une étude de cas multiples reposant sur cinq entreprises (Tableau 3.1), chacune représentant un cas? Cette perspective organisationnelle correspond à la majorité des études de cas répertoriées dans la littérature (Dul et Hak, 2012). Nous proposons ici que la réponse aux deux questions ci-dessus soit négative et que l'étude de cas réside dans les applications distinctes de RFID pour la chaîne d'approvisionnement retenue et impliquant les cinq organisations décrites dans le Tableau 3.1. Un tel choix méthodologique est motivé par plusieurs facteurs. Premièrement, la recherche-action favorise l'implication active des participants (y compris celle des chercheurs), ce qui influence l'orientation des efforts de recherche. Au départ, les chercheurs ne savaient si une seule application RFID serait choisie ou si, au contraire, plusieurs applications RFID seraient retenues. Un consensus s'est formé pour explorer le potentiel de RFID au niveau de 1) l'approvisionnement des systèmes de tuyauterie; 2) de leur fabrication, peinture et installation sur le site de construction (soit la raffinerie) et 3) leur inspection et maintenance après que les systèmes de tuyauterie soient installés. Ceci constitue trois applications distinctes de RFID, chacune ayant par exemple ses propres exigences sur le plan technologique, ses contraintes sur le plan organisationnel et inter-organisationnel, etc. Ces trois applications sont aussi les trois études de cas. Deuxièmement, le fait de scinder la stratégie méthodologique en trois études de cas distincts permet d'explorer les propositions de recherche de façon plus approfondie pour chacun des cas. Cette étape nous semble nécessaire avant de faire l'analyse inter-cas, ce que d'ailleurs nous tenterons de faire dans le chapitre 7. Troisièmement, il est aussi plus simple de structurer les articles de thèse selon chacun des trois cas, car il faut à chaque fois préciser, documenter et analyser les spécificités de chaque application retenue (l'approvisionnement, la fabrication, peinture et installation, et, l'inspection et maintenance) et les scénarios RFID envisagés pour chacune de ces trois applications.

3.2.3 Dimension temporelle

La recherche est longitudinale et la période de collecte de données s'est étalée sur 24 mois. Les trois cas ont été menés de front sur une période de quelques mois (Figure 3.5), ce qui a exigé un protocole détaillé pour bien différencier chacun des cas (par exemple, une gestion distincte des

très nombreux documents électroniques et non-électroniques et un journal de bord spécifique à chacun des trois cas).

Collecte des Données	Année				Date de publication des articles
	2008	2009	2010	2011	
Pour l'étude de cas 1: Approvisionnement		◆	24 mois	◆	4 décembre 2012
Pour l'étude de cas 2: Fabrication, peinture et installation		◆	21 mois	◆	6 août 2012
Pour l'étude de cas 3: Inspection et maintenance			◆	24 mois	Accepté le 7 mai, 2013

Figure 3.5 Collecte de données et publication des articles de thèse

Le Tableau 3.2 indique le nombre de participants par étude de cas (application) ainsi que le nombre de participants total.

Tableau 3.2: Nombre total de participants

Étude de cas	Application	Nombre de participants
Étude de cas I	Approvisionnement	14
Étude de cas II	Fabrication, peinture et construction	24
Étude de cas III	Inspection et maintenance	27
Nombre total de participants		57*

*Certains participants ont collaboré à deux études de cas

3.2.4 Techniques de collecte de données et type de données

3.2.4.1 Techniques de collecte de données

Observations, entrevues semi- structurées et analyse de documents internes et externes (haut de la Figure 3.6) représentent pour l'étude de terrain les techniques de collecte de données privilégiées (Yin, 1994). Les entrevues semi-structurées ont permis d'approfondir nos connaissances des contextes organisationnels et de clarifier certains points soulevés lors des observations et par l'analyse des documents internes ou externes (exemple : Annexe C). Les groupes de discussion ou *focus groups* (bas de la Figure 3.6) ont favorisé la prise de décisions communes (par exemple, le choix du scénario RFID) et ont servi de points d'ancrage pour les validations itératives.

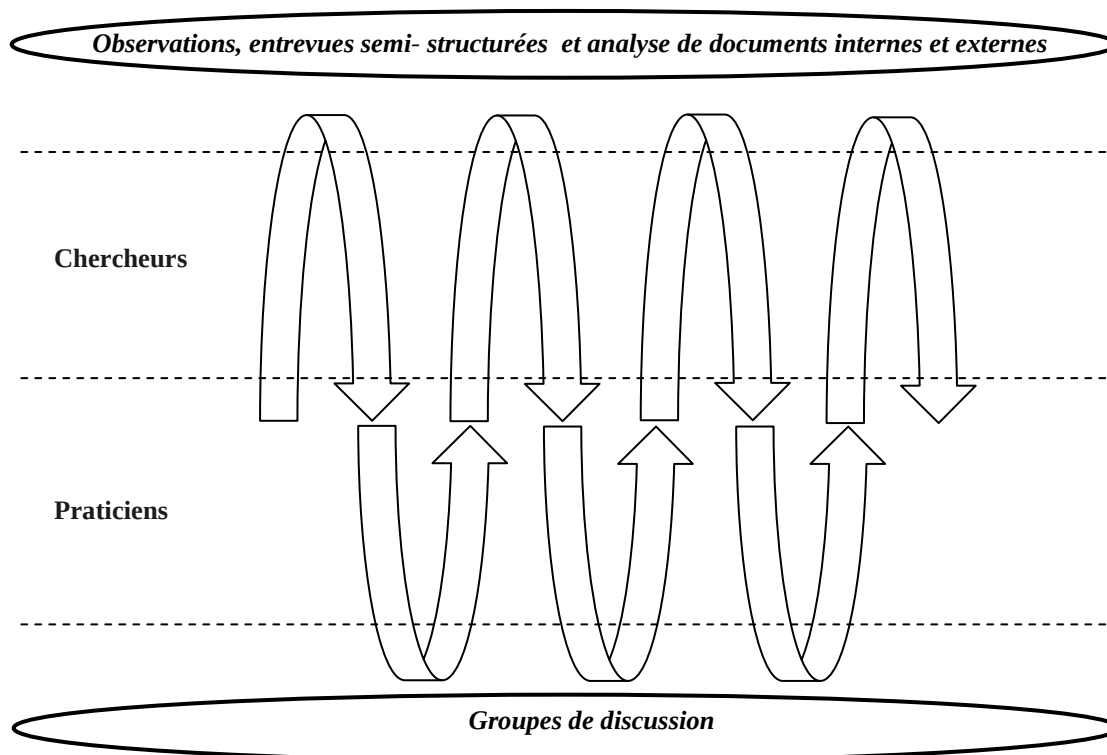


Figure 3.6 : Techniques de collecte de données

La recherche action se doit de favoriser les possibilités de collaboration de tous les participants (chercheurs et praticiens). De plus, les itérations successives entre, d'une part, les observations, entrevues semi-structurées et analyse de documents, et, d'autre part, les groupes de discussion permettent d'approfondir les analyses et d'enrichir l'interprétation des résultats (Figure 3.6). Nous avons donc misé sur des groupes de discussion à plusieurs occasions pour chacun des trois cas. Au total, 21 groupes de discussion furent organisés. Chaque groupe de discussion a requis l'implication active de six à dix participants et a duré en moyenne une heure et demie. Lors de ces groupes de discussion, le constat de la situation actuelle, les scénarios RFID, les cartographies des processus actuels et des processus intégrant RFID ont été initialement proposés par le chercheur, pour être ensuite analysés, discutés, modifiés et validés après plusieurs itérations jusqu'à ce qu'un accord consensuel soit obtenu. Une telle démarche, bien qu'elle exige beaucoup d'énergie et de temps, correspond à l'approche participative de la recherche-action (Annexes A, B et C).

Les groupes de discussion sont reconnus comme une technique de collecte de données qui devrait être favorisée pour la recherche qualitative (Morgan, 1996; Krueger et Casey, 2009; Marshall et Rossman, 2010; Denzin et Lincoln, 2011) mais ne s'inscrivent pas encore dans la tradition de recherche en systèmes d'information (Sein et al., 2011), sauf au niveau du design et développement de ces systèmes (Hevner et Chatterjee, 2010). Bélanger note que les groupes de discussion sont particulièrement utiles dans le cadre d'une recherche exploratoire (en systèmes d'information) où les interactions entre les individus permettent d'élucider des concepts (problèmes, incidences ou enjeux) qui ne sont pas initialement clairs pour les participants (Bélanger, 2012, p. 1).

3.2.4.2 Types de données

La recherche repose en grande partie sur des données qualitatives. Certaines données qualitatives ont été structurées sous forme de cartographie des processus, d'autres proviennent de la transcription des entrevues semi-structurées et des groupes de discussion. Une attention particulière a été portée pour capturer les expressions et les commentaires tels que formulés par les participants, ce qui permet d'enrichir et de mieux interpréter les résultats de recherche. Ceci apporte une crédibilité, une légitimité et une rigueur additionnelle à l'étude de terrain selon plusieurs auteurs (Lau, 1997; Patton, 2001; Kelliher, 2005). Quelques données quantitatives ont pu être dérivées des observations, entrevues semi-structurées mais la plupart du temps, elles proviennent de documents internes. Ces données quantitatives ont été utilisées principalement pour déterminer la répartition des coûts directs et indirects du projet de construction et pour évaluer les avantages sur le plan financier qui pourraient découler de l'adoption de RFID. Ceci nous amène à faire la distinction entre données primaires - données qui n'existaient pas et qui sont produites par le chercheur- et les données secondaires - données déjà existantes qui proviennent dans notre cas de documents internes.

Les diverses techniques de collecte de données et les divers types de données permettent d'assurer une triangulation (Wacker, 1998; Yin, 2009), ce qui augmente la validité interne.

3.2.5 Unité d'analyse

L'unité d'analyse de ce projet de recherche est axée sur les processus. En effet, ces derniers représentent "une description plus dynamique de la manière dont les organisations agissent" (Magal et al, 2001; p.2) et se penchent sur "la façon dont le travail est effectué au sein d'une

organisation” (Davenport, 1993; p.5). Les processus permettent donc de s'éloigner des structures fonctionnelles traditionnelles et de se concentrer sur la création de la valeur (Davenport, 1993).

La cartographie des processus est particulièrement appropriée pour examiner des phénomènes organisationnels complexes (Ljungberg, 2002; Madison, 2005) et pour analyser des changements organisationnels suite à l'introduction d'une technologie ou d'un système d'information (Davenport et Short, 1990; Dumas et al., 2005; Rabhi et al., 2007). Peu de recherches utilisent cependant la cartographie des processus au niveau de pratiques réelles (Eikebrokk et al., 2011). Selon les résultats d'une étude de Delphi (Tableau 3.3), la cartographie des processus offre en effet plusieurs avantages (Indulska et al., 2009) sur lesquels cette thèse a fortement misé.

Tableau 3.3 : Avantages liés à la cartographie des processus

Classement	Avantages
1	Amélioration des processus d'affaires
2	Compréhension des processus
3	Amélioration de la communication entre différents groupes
4	Soutien pour l'exécution des processus et pour leur automatisation
5	Mesures de performance des processus
6	Détection de problèmes éventuels et/ou réduction des coûts
7	Gestion des connaissances
8	Réutilisation des processus
9	Simulation des processus
10	Soutien aux pratiques de gestion de changement

(Source : Indulska et al., 2009)

Pour explorer les propositions de recherche présentées dans la section 3.1.2, le recours aux cartographies détaillées des processus nous a semblé pertinent puisqu'elles permettent d'analyser les changements organisationnels issus de l'adoption de systèmes technologiques, d'examiner les principaux enjeux liés à cette transformation et d'évaluer les effets de l'implantation de ces systèmes (Walley, 2009). Dans notre cas, nous avons cartographié les processus intra- et inter-organisationnels avant et après l'introduction de RFID (processus “As-is”, c'est-à-dire sans RFID, et, processus reconçus ou “To-be” intégrant la technologie RFID) afin d'évaluer les effets des différents scénarios RFID. Les processus sont initialement issus des observations et des entrevues semi-structurées, pour être ensuite modélisés, validés et modifiés lors des groupes de discussion.

3.2.6 Traitement et analyse des données

3.2.6.1 Processus “As-is” et “To-be”

Tous les processus intra- et inter-organisationnels ont été cartographiés en utilisant le module de modélisation d'un logiciel de conception de processus connu sous le nom de Aris Toolset (exemple : Annexe A). Plusieurs modules sont offerts dans ce logiciel mais trois modules sont particulièrement utiles pour notre recherche sur le terrain : le module de navigation qui se base exclusivement sur une navigation web et fournit en mode lecture un accès aux différents modèles de processus; le module de configuration qui permet de masquer ou d'ajouter de nouveaux objets personnalisés; et le module de compte-rendu (“*reporting*”) qui diffuse l'information sous une forme structurée et facilement compréhensible, soutenant ainsi le processus d'aide à la décision.

Une fois les processus validés par les différents participants lors des groupes de discussion, une cartographie des processus intégrant les technologies RFID et basée sur les différents scénarios technologiques proposés (section ci-dessous) a été réalisée (“*To-be*”) (exemple : Annexe B). Par analyse comparative des processus intra- et inter-organisationnels avant et après l'introduction de RFID, il est alors possible d'évaluer des effets des différents scénarios RFID.

3.2.6.2 Analyse du contenu

L'analyse des processus offre une méthode structurée pour interpréter et diffuser les résultats. D'une façon similaire, l'analyse du contenu représente un moyen systématique et objectif pour analyser des données textuelles (Downe-Wamboldt, 1992; Krippendorff & Krippendorff, 2003), via par exemple, une démarche de classification ou de catégorisation (Hsieh & Shannon, 2005, p.1278). Ce type d'analyse vise principalement à effectuer des inférences valides et reproductibles (Downe-Wamboldt, 1992, p. 314; Krippendorff & Krippendorff, 2003).

L'analyse du contenu a été effectuée sur les documents internes et externes, sur les notes prises lors des observations, des entrevues semi-structurées et des groupes de discussion et sur les processus cartographiés. L'analyse du contenu s'articule en étapes (Mayring, 2000, p.2) que nous avons regroupées ainsi : 1) une pré analyse, dont l'objectif principal est d'organiser l'information, 2) le traitement des données qui correspond essentiellement aux opérations de codage, de décompte et d'énumération, opérations qui ont été également appliquées aux cartographies de processus et 3) l'interprétation des résultats synthétisés sous forme de tableaux et figures dans

les trois articles de thèse. Afin d'enrichir l'interprétation, les expressions des participants se retrouvent dans ces articles.

3.3 ÉTAPES DE LA RECHERCHE ET STRUCTURE DE LA THÈSE

Nous avons regroupé les efforts de recherche en six étapes (Figure 3.7) inspirées du cadre de Gagnon (2009) tout en essayant d'établir la pertinence de ce projet doctoral et d'assurer la rigueur des résultats avec des validations itératives et consensuelles (groupes de discussion) et la triangulation des données (différents types de données obtenues par différentes techniques de collecte de données). Tenter de présenter les trois cas dans un seul article est un exercice difficile qui pourrait mener à une synthèse trop rapide ou à une sur-simplification des résultats. Nous avons donc choisi de cibler un cas par article de thèse lors de l'étape 6, diffusion des résultats (Figure 3.7), ce que représente les trois articles suivants :

El Ghazali, Y., Lefebvre, É., Lefebvre, L.A. (2012). The potential of RFID as an enabler of knowledge management and collaboration for the procurement cycle in the construction industry. *Journal of Technology Management & Innovation*, 7(4), 81-102.

El Ghazali, Y., Lefebvre, É., Lefebvre, L.A. (2012). RFID as an enabler of materials management: The case of a four layer construction supply chain. *International Journal of Systems Applications, Engineering, & Development*, 4(6), 296-307.

El Ghazali, Y., Lefebvre, É., Lefebvre, L.A. (2013). Intelligent inspection processes for intelligent maintenance: The potential of RFID in the petroleum industry. *International Journal of Construction Engineering & Management*. Accepted (May 7th).

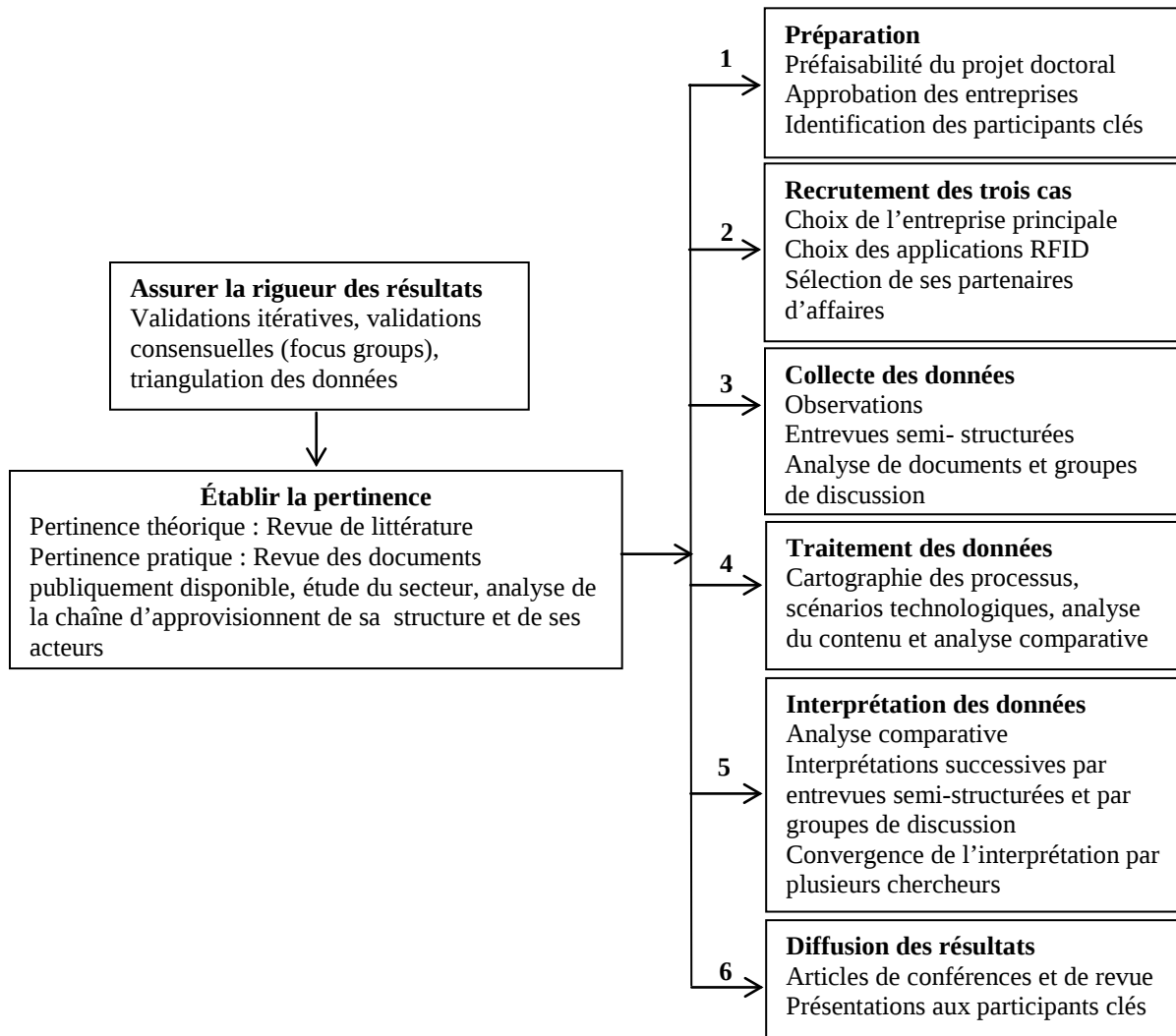


Figure 3.7 : Étapes de recherche (Source : Adapté de Gagnon, 2009*)

*Ce modèle était initialement destiné aux études de cas. Nous avons élargi son intention initiale pour l'adapter à notre recherche.

Le doctorant a réalisé seul les étapes de préparation, de recrutement des trois cas, de collecte de données et de traitement de données tout en bénéficiant de l'encadrement de ses directeurs de recherche. Il a également conduit toutes les validations itératives et organisé et dirigé les 21 groupes de discussion. Finalement, il a été principalement responsable de l'interprétation des données et de la diffusion des résultats (étapes 5 et 6).

Les trois chapitres suivants correspondent aux trois articles de thèse.

CHAPITRE 4 : THE POTENTIAL OF RFID AS AN ENABLER OF KNOWLEDGE MANAGEMENT AND COLLABORATION FOR THE PROCUREMENT CYCLE IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

4.1 ABSTRACT

Among the array of innovative ICTs (information and communication technologies), radio frequency identification technology (RFID) can be considered as a major innovation with the potential to offer many new opportunities for construction companies to improve communication, facilitate teamwork, improve information management skills, and encourage greater cross-fertilization between business processes. Empirical results point to the need of the four participating firms to overcome several procurement issues and bottlenecks in order to gain more substantial competitive advantages and consistently satisfy project owners throughout the entire procurement cycle. An RFID system has the potential to improve real-time document and material tracking and control. But, more importantly, findings suggest that RFID improves the management, sharing, and transfer of knowledge and fosters collaboration through integrated document management, prompt issue management, risk management and efficient decision making.

Keywords:

RFID, Collaboration, Knowledge Management, Procurement Cycle, Construction Industry

4.2 INTRODUCTION

The construction industry represents one of the key industries contributing to worldwide economic growth (Mastura et al., 2007). It also plays an important economic role in the OECD member countries, as it contributes from 5% to 9% of total employment and 5% to 8% of gross domestic product (OECD, 2008). The industry relies on a wide array of technical, professional and specialized services (Ergen et al., 2007).

Construction projects face some critical challenges, namely cyclical demands, the fluctuating costs of materials, a significant number of change orders per project, and a rather authoritarian environment based on the chain of command. One of the most serious challenges concerns so-called “silos” or “islands of information” due to the various software applications used by different professions such as surveying, architectural design, and engineering. Furthermore,

information systems within many of the contractors' core businesses are usually not integrated (Mak, 2001) and a strong culture associated with day-to-day business processes (i.e., the interchange of site instructions in the form of paper documents, specifications, technical sketches and schemas, and face-to-face meetings) is predominant (Stewart, 2007).

In addition, information integration and sharing are generally more complex among construction industry players than in other industries (Betts et al., 1991). It is commonly characterized by lack of trust due to the short duration of construction projects; the high rate of break-ups, misunderstandings and disagreements; fragmentation; and continuous changes at the level of each project team along the construction supply chain (Cheng et al., 2010). Moreover, barriers to information flow are numerous and mainly originate from the organizational structure, the technical features entailed by the industry's information flow, the need for regulations in managing information, and other cultural complexities (Zietsman, 2007). Likewise, intense competition exists between construction value chains rather than between single organizational entities, pushing company decision makers to search actively for cooperation and collaboration with other construction supply chain players (Borade and Bansod, 2007). To address the issues outlined above and facilitate further collaboration connections, the construction industry's key organizational entities look for more effective and efficient ICTs (information and communication technologies) (Xue, Wang, and Shen, 2007; Adriaanse, 2010).

Among the array of innovative ICTs, radio frequency identification technology (RFID) can be considered as a major innovation with the potential to offer many new opportunities for construction companies to improve communication, facilitate teamwork, improve information management skills, and encourage greater cross-fertilization between business processes (Bowden et al., 2005; Peansupap et al., 2005). The main thrust of this paper is that RFID holds the potential to foster the ongoing collaboration within and between organizations and improve the management, sharing, and transfer of knowledge. This is explored in the specific context of procurement activities in one construction industry supply chain.

This paper is organized as follows. The next section presents an overview of the technological, industrial and theoretical background. Section 4.4 briefly outlines the methodology used in this study. Results are then discussed in section 4.5 while concluding remarks are offered in the last section.

4.3 BACKGROUND

ICTs are defined as “any technology that facilitates communication and assists in capturing, processing and transmitting information electronically” (Oye, 2011, p. 9). They permit a strong degree of collaboration and coordination among project actors (Peansupap et al., 2005), triggered by real-time access to information, effective communication, a more concurrent system of construction management, and more integrated construction supply chain processes (Duffy, Graham, and Thomas, 2007). The benefits generated from the adoption of these technologies have been assessed by many researchers, practitioners, and experts. For instance, Bowden et al. (2005) stated that (1) construction time and the capital costs of construction, (2) operation and maintenance costs, (3) defects, (4) accidents, (5) waste (which can be reduced if not partially or totally eliminated), (6) productivity, and (7) predictability will all be boosted by the advent of these technologies. Vanita et al. (2009) carried out a survey to explore the key enablers and benefits of an effective adoption of ICTs to better manage building projects. They found that (1) projects are more successful in terms of budgets and time constraints; (2) clients are more satisfied; (3) project information is available and can be retrieved from multiple locations; (4) the risk of errors and task reworking can be reduced; and (5) significant project results can be achieved and then subsequently consolidated within other projects. Other authors such as Mastura et al. (2007) and Olugbode et al. (2007) highlighted numerous benefits and advantages of deploying ICTs in the construction industry. They state that ICTs allow (1) better planning of subcontractors’ provisions, with avoidance of unnecessary hold-ups, (2) improved project planning and management, (3) the development of new markets and worldwide positioning, and (4) significant productivity and performance gains. Taking into account these benefits while facing increased competition, globalization pressures and environmental changes, construction organizations are particularly concerned by the deployment of innovative ICTs. More recently, RFID (radio frequency identification) technology emerges as an innovative ICT that could improve their strategic, operational, and tactical processes across a wide range of construction applications.

Table 4.1: Some technical characteristics of an RFID system

Description			Applications
Tags	Passive	-Derive their power from the reader's antenna emitted electromagnetic waves; -Operate under low frequency (LF), high frequency (HF), and ultra-high frequency (UHF); -Small in size, cheap (9.5¢ to 25.5¢), and long shelf life; -Low memory capacity (64 bits to 1 kilobyte); -Limited read range distance (less than 10 m for UHF frequency).	Access control ID badges Inventory control Work-in-process tracking
	Active	-Embed an integrated battery that allows active transmission; -Operate under UHF; -Expensive (\$20 and more) and short shelf life (up to 5 years); -High data bandwidth / memory capacity (up to 128 kilobytes); -Reliable and communicate at a distance of several meters (more than 30 m).	Containers Trailer tracking Valuable asset tracking People tracking Road tolling
	Semi-passive	-Feed the integrated circuits and sensors using an incorporated built-in battery; -Operates under UHF; -Tags' lives depend on the number of times they are interrogated; -Communicate at a distance of 1 to 10 meters.	Cold chain applications Access control Asset control during manufacturing
Readers	Fixed readers	-Known also by the name of interrogator and central nervous system; -Fixed stand-alone device with a separate antenna; -Composed of a transmitter, receiver, microprocessor, memory, channel input and output, controller, communications interface, power; -Activate tags to extract the encapsulated tag then relay them to the middleware.	Warehouse portals Warehouse packing Distribution
	Mobile readers	-Same specifications as the fixed reader except they are mobile; -Two types: mobile and mounted readers; -Antenna is integrated with the reader.	Warehouses – Picking/ Slap and ship/ Identification
Mid- dleware	-	-Software platform; -Connects the hardware components to the software components; -Manages RFID equipment (i.e., tracks component failures); -Processes the data extracted by the readers; -Interacts with organizations' business management systems.	All applications
Frequen- cies	LF	-Use passive tags and operate at low frequency (125–134.2 KHz); -Low data transfer rate between the tag and the reader; -Reading range is less than 0.5 meters.	Access and security Animal identification Keyless entry Contract-less cards
	HF	-Use passive tags and operate at a typical frequency (13.56MHz); -Reasonable data transfer rate between the tag and the reader; -Reading range up to 1.5 meters.	
	UHF	-Use both passive and active tags; -Typically operate at 433 MHz, 915 MHz in the U.S., and between 865.5 and 867.6 MHz in Europe; -High data transfer rate between the tags and the readers; -Reading range up to 100 meters for 433 MHz and between 0.5 and 5 meters for a range between 865 and 956 MHz.	Tracking Logistics Asset management
	Microw-ave	-Typically operate at 2.45 GHz; -High data transfer rate between the tags and the readers; -Reading range up to 10 meters.	Vehicle toll Asset management
Stand- ards	Purpose	-Ensure standardized information across RFID applications;	-
	EPC Code	-Use a sequential codification (Header – EPC Manager number – Object class – Serial number); -Comprise five classes (class 0: “Read only” passive tags; class 1: “Write-once, read-many” passive tags; class 2: Rewritable passive tags; class 3: semi-passive tags (Reprogrammable); class 4: active tags (Reprogrammable); class 5: Readers (Reprogrammable)).	All applications
	ISO	-Headed by ISO 18000–RFID Air Interface family of standards; -Comprise ISO 18000-1 (Generic Parameters for the Air Interface), ISO 18000-2 (below 135 kHz), ISO 18000-3 (13.56 MHz), ISO 18000-4 (2.45 GHz), ISO 18000-6 (860 to 960 MHz), ISO 18000-7 (433 MHz).	

4.3.1 RFID in the construction industry

4.3.1.1 RFID technology

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” Bendavid (2008, p. ix) and one of today’s “fastest-growing technologies in terms of scope of application in the next generation of business intelligence” (Chen, Tsai, and Liu, 2008). RFID has also the potential to “revolutionize” supply chain processes, in particular with respect to product recalls and reverse logistics (Bardaki et al., 2007) and reduce supply chain uncertainty (Cannon et al. 2008). These alleged benefits have prompted several organizations to deploy RFID technology (Ngai et al., 2006) and the RFID technology market is expanding exponentially, with global sales expected to reach \$26.88 billion in 2017 (IDTechEx, 2010). An RFID system is composed of three main devices (Table 4.1). The RFID tag is a miniaturized chip used to embed the information connected to an object (i.e., serial number). This chip is equipped with an antenna that enables communication via radio frequency waves and thus emits data to the (2) reader or central nervous system. This consists of an antenna and a receiver/transmitter, whose tasks are to control and modulate the radio frequencies as well as to identify and transmit data. (3) Host server equipment (and middleware) controls the interconnection between the reader and the information network and delivers data to the various organizational information systems.

4.3.1.2 RFID in the construction industry

The construction industry can benefit from RFID technology (Ren, Anumba, and Tah, 2011). It is perceived as “one of the most anticipated technologies that will supposedly transform processes across the construction and engineering industries” (Goodrum, McLaren, and Durfee, 2005, p. 292) and whose integration is becoming appropriate for various construction applications (Wing, 2006). Examples of research and industrial pilot projects that have explored the potential of RFID technology in the construction industry are listed in Table 4.2.

Table 4.2: RFID in the construction industry: Examples of research areas and pilot projects

Research Area	Key Authors
Construction supply chain management and logistics	Radosavljevi (2007); Wang, Lin, and Pao (2007); Van Gassel and Glenco (2008); Sardroud and Limbachiya (2010); Shin et al. (2011).
Tracking and tracing of materials	Song et al. (2004); Bosche et al. (2006); Yabuki and Oyama (2007); Tzeng et al. (2008).
Quality Control	Akinci et al. (2006); Jaselskis et al. (2006) ; Ergen et al. (2007); Wang (2008).
Inventory management	Goodrum, McLaren, and Durfee (2005); Wing (2006); Isheng, Huang, and Li (2011); Ren, Anumba, and Tah (2011).
Life cycle management	Hentula et al. (2005); Hammad and Motamedi (2007); Kiritsis, Jun, and Xirouchakis (2007); Motamedi and Hammad (2009).

In addition, Schultmann et al. (2008), Wen, Zailani, and Fernando (2009), and other authors have investigated the potential of an RFID system in construction activities. They found that it has the potential to (1) improve information exchange between suppliers and contractors; (2) decrease communication efforts by streamlining communication channels; (3) simplify the assignment of construction materials, components and equipment to projects; (4) enhance internal and external production as well as logistical processes; (5) improve jobsite security (emergency alerts or machine switch-offs in emergency zones, check satisfactoriness of safety work clothing, etc.); (6) shrink operation costs; (7) cut down on manual errors; (8) provide real-time product visibility for all supply chain members; (9) diminish project costs; (10) ensure good-quality construction; (11) develop strong partnerships; and (11) expand the market.

4.3.2 Procurement in the construction industry

Construction procurement management is perceived as a potent way to realize competitive advantages (Barros, Barbosa, and Castro, 2008). It can be defined as “the process required to supply equipment, materials and other resources needed to carry out a project and usually involves subprocesses such as acquisition, purchasing, logistics, monitoring, quality assurance and contract administration” (Stuckhart, 1995). Construction procurement management has to

meet the customers' requirements in terms of functional performance, quality, functionality and cost-effectiveness (CIRC, 2001) and relies on procurement strategies (Egbu, Vines, and Tookey, 2003). More specifically, as soon as the project's goals and requirements have been established, its associated risks and constraints quantified, and its area of expertise matrix identified, the right system in keeping with the best-value procuring method, known as the procurement system, must be considered and used for awarding construction contracts (Masterman, 2002). Procurement systems used in the construction industries can be classified as (1) the separated system, (2) the integrated system, and (3) the management-oriented system. According to Rosli et al. (2006, p. 1), each procurement system is distinguished from the others in terms of "responsibilities allocation, activities sequencing, process, procedure and organizational approach in project delivery."

Once the most suitable procurement system is selected by the project owner, a set of sub-activities involving a large number of project actors (project owners, contractors, suppliers, subcontractors, etc.) are initiated. These activities are bid preparation, bid invitation, bid assessment, contract awards, contract administration and management, project setups, purchasing, logistics management, and materials shipping and reception follow-up. Based on an exhaustive literature review, the traditional procurement system, practiced in the industry for more than 150 years, seems to apply widely in today's world construction market (Tolson, 2007). This method, characterized by the independent accomplishment of engineering and construction work, is the source of many claims and disputes, time and cost overruns, delays in project completion, and failures to achieve project objectives whenever there is a breakdown in the control and management of this system. The construction procurement system seems to be more complex than other industries' procurement systems (Eadie et al., 2007), is knowledge-based and requires accurate and timely information (NCCTP, 2006).

A construction procurement system is also perceived as a fundamental construction value chain activity that, similar to other construction activities, consists of different value-adding actors (suppliers, subcontractors, construction firms, engineering and design firms, consultants, project owners, etc.) and encompasses a wide range of work specialties. These can include piping, electricity, heating, carpentry, painting, insulation, and concrete work. Taking account of the project and its multi-organizational interrelationships, the participating construction organizations must create a dynamic system of networking; that is, develop an effective synergy and

collaborate while performing a set of well-structured, organized processes, varying from one construction organization to another, in order to procure the materials, equipment, crafts and services needed to successfully execute the project at a lower cost while precisely respecting its design specifications, quality, quantity, time, and many other contracting constraints.

4.3.3 Collaboration and knowledge management for procurement in the construction industry

Collaboration is characterized by “sharing collective skills, expertise, and understanding, in an atmosphere of openness, honesty, trust and mutual respect, to jointly deliver the best solution that meets their common goals” (Wilkinson, 2005, p. 3). In a supply chain context, inter-organizational collaboration is crucial (Mentzer, 2001) and the gains from such collaboration are derived “from the opportunity to access new markets, new technologies and new skills, to reduce operational costs and product time to market, and to optimize overall supply chain performance” (Eisenhardt and Schoonhoven, 1996, p. 137). Collaboration emphasizes information exchange, integration, and durable commitment, where the management of intellectual capital and its related knowledge are perceived as the nucleus of the supply chain’s effectiveness (Dave and Koskela, 2009) and the basis of its operations (Hansen, 2002).

The concept of knowledge management has been defined in several ways. From a strategic point of view, knowledge management “relates to the processes and infrastructures firms employ to acquire, create and share knowledge for formulating strategy and making strategic decisions” (Zack, 2002, p. 257). From a project point of view, it is defined as “the management activities required to source the knowledge stock, create the enabling environment, and manage the knowledge practices to result in an aligned set of project based knowledges” (Reich, Gemino, Sauer, 2012, p.667). From an operational point of view, Davenport and Prusak (1998, p. 5) describe it as “a fluid mix of framed experience, values, contextual information, and expert insight that provides a framework for evaluating and incorporating new experiences and information.” Knowledge is derived from data and information but provides a deeper understanding of a particular problem, context or domain, including both its explicit and implicit dimensions (Bennet and Bennet, 2000). To sum up, “knowledge management attempts to ensure growth and continuity of performance by protecting critical knowledge at all levels, applying

existing knowledge in all pertinent circumstances, combining knowledge management in synergistic ways, continuously capturing, managing, and sharing relevant knowledge, and developing new knowledge through continuous learning that builds on internal experiences and external knowledge” (Chen et al., 2008, p.397).

The construction procurement system currently faces many collaborative shortfalls, mainly at the knowledge management level. Figure 4.1 illustrates how suppliers, engineering and design firms, consulting organizations, contractors, subcontractors and site owners collaborate at the procurement level. The system is characterized by a lack of integrated information systems within many project actors’ core businesses, including vulnerable documentation and information handling and exchange, based on paper documents (Martin, 2004), in addition to sporadic face-to-face meetings (Stewart, 2007).

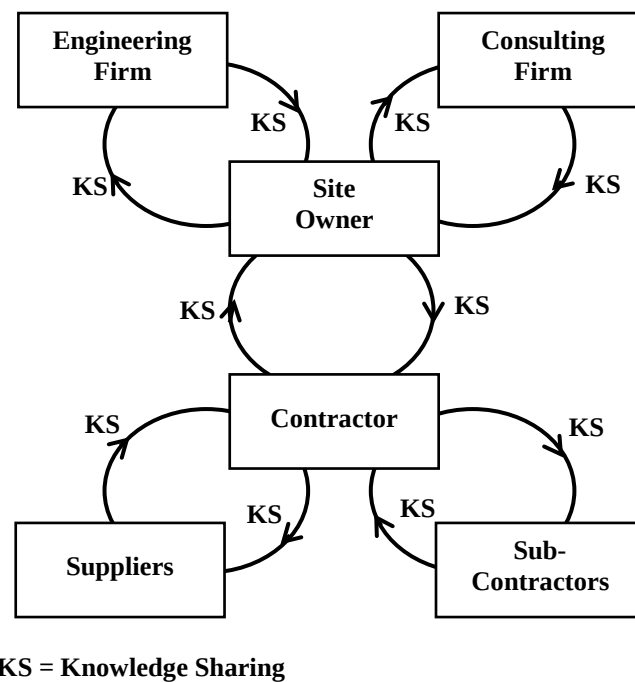


Figure 4.1: Collaboration and knowledge sharing in the procurement activity

Other significant challenges arising at the procurement level include (1) inadequate exchange of information and communication; (2) short-term commitments of project players; (3) lack of trust between the contractor and the suppliers; (4) clashes and disagreements; (5) closed relationships and difficulties in sharing best practices, and even project documentation; (6) uncontrolled modifications, changes, and reworks; (7) unclear roles and expectations among some project

actors; (8) time and cost overruns; and (9) behavioral complications, showing-off, and assignment of blame among participants instead of a joint focus on solving problems. During the last decade, the integration of ICTs within construction processes has improved certain project collaboration factors, both at the intra-organizational level and within a supply chain context. Examples of these technologies include electronic data interchange (EDI), enterprise resource planning (ERP), supply chain optimization software (SCO), web-based integration systems, and radio frequency identification (RFID) systems. According to Duffy, Graham, and Thomas (2007), these latter resources have the capacity to shrink administrative complexities, promoting firms' inter-organizational decision making (Xue et al., 2005), ensuring prompt, real-time coordination and knowledge sharing, and standardizing many processes and procedures within the construction supply chain (William, 2006; Harry, Choi, and Lee, 2007). However, based on an extensive literature review, there is limited research regarding the potential of an RFID system in the monitoring, resolution, and expansion of collaborative practices – mainly knowledge management sharing and transfer at the procurement level within a supply chain context – and this is precisely the main objective of this paper.

4.4 RESEARCH METHODOLOGY

4.4.1 Research design

The design of this research paper corresponds to an exploratory study. This seems suitable for numerous causes. First, the management of construction organizations is generally complex (Williams, Bernold, and Lu, 2007) and the adoption of innovative ICTs still lags considerably behind other industries (Hewage, Janaka, and Jergeas, 2008). This is particularly the case for RFID that has been adopted by construction organizations at a sluggish pace. Secondly, although the project procurement cycle in the construction industry represents a significant portion of any given construction project, it remains under-explored. Third, RFID achieves its greatest ability when several supply chain layers are connected to each other. This is not the case in the existing published research, which mainly focuses on purchasing or on warehousing activities rather than considering the entire construction project procurement cycle.

This research study attempts to explore the structure, management procurement strategies, as well as the dynamics of the ongoing collaboration among the four organizations on which this

research emphasizes. More specifically, it examines how RFID technology could potentially be used to handle existing procurement cycle collaboration issues throughout the various construction project life cycle stages and across the numerous layers of the construction supply chain.

4.4.2 Participating companies

The field study comprises one construction supply chain with four layers, namely a local firm referred to as Firm X (Contractor), a first-tier supplier specializing in prefabricated pipes (Firm Y), a second-tier supplier specializing in piping raw materials (Firm V), and a job-site owner (Firm Z). Table 4.3 gives a more detailed description of these four organizations.

Table 4.3: Description of participating firms

Firms	Description
Firm X (Contractor)	-Tackles world-class projects in different industry segments: mining, power and oil and gas; -ISO 9001, ISO 14001, and OHSAS 18001 certified.
Firm Y (Fabrication Shop)	-Leading piping fabrication shop; specializes in providing industrial contractors with carbon steel, stainless steel, or any other alloy piping systems of various bore sizes, schedules, types, and configurations; -Adheres to a large set of quality programs, codes and standards (i.e., ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, etc...)
Firm Z (Job Site Owner)	-Represents the job site owner/client where Firm X carries out its construction tasks; -One of the strongest energy companies in the world; specializes in refining oil products with an output of more than 120,000 barrels per day of gasoline, heavy fuel oil, distillates, and solvents.
Firm V (Supplier)	-Leader in pipe supply and distribution; -Deals with the manufacturing, construction, energy, and mining industries.

4.4.3 Data collection

Six phases were conducted in the field research, as illustrated in Table 4.4.

Table 4.4: Research phases

Research Phases	
Phase 1	Determining the motivations for, and the potential improvements behind, the adoption and implementation of RFID technology
Phase 2	Identifying and analyzing the network that supports the product value
Phase 3	Selecting critical PVC activities and analyzing them in depth
Phase 4	Mapping the detailed processes of the selected activities
Phase 5	Determining major collaboration and knowledge management issues
Phase 6	Assessing the corresponding potential for improving collaboration and knowledge management with RFID

The first phase of this research consists of determining the motivations for, and the potential improvements behind, the adoption and implementation of RFID technology when tracking materials shipped from Firm V (Supplier), which are going to be used to prefabricate pipes within Firm Y (Fabrication Shop) and then installed within Firm Z (Project Owner) by Firm X (Contractor), along with their corresponding engineering designs and documentation.

Phase 2 consists of identifying and analyzing the network that supports the product value chain (PVC). In phase 3, the critical activities of the PVC are selected and analyzed in depth. Phase 4 corresponds to the business process mapping of selected critical activities. We have retained a process-based perspective since such a perspective permits “a more dynamic description of how an organization acts” (Magal, Feng, and Essex, 2001, p. 3). Moreover, this emphasis on the process will allow the construction organizations to move away from traditional functional structures to concentrate on the creation of value. It entails a robust focus on “how work is done within an organization” (Davenport, 1993, p. 5) and between organizations. In phase 5, major collaboration issues, including conceptual, technological, contextual, organizational, and inter-organizational issues, are determined mainly with respect to the flow of information and documents and to the flow of materials, and their potential improvement using RFID technology, which is assessed in phase 6. Between these two phases, technological scenarios can be built based on multiple case studies, empirical findings, and focus group outputs. They correspond to collective concerns on the part of the different organizations participating in the project procurement cycle, detailing how the technology really works, the existing organizational and inter-organizational infrastructures that will employ the upcoming RFID system, and the principal elements that will both facilitate collaboration and settle inter-organizational resistance.

Three main sources of empirical evidence were examined and analyzed to permit triangulation (Miles and Huberman, 1994; Yin, 1994):

(1) Publicly available information in order to gain a better a priori understanding of the construction industry and its specific characteristics. More specifically, information regarding the adoption of ICTs (including the RFID pilot projects and current applications) was closely examined.

(2) Multiple on-site observations within Firm X, Firm Y, and Firm V's plants and the Firm Z's job site. Internal documents such guidelines, directives, and procedures were also analyzed.

(3) Semi-structured interviews based on open-ended questions with key professionals, managers, and other employees at different organizational levels. Participants and their roles in the four organizations are presented in Table 4.5.

Table 4.5: Participants an their roles

Firm	Participants
Firm X	Executive, Project Sponsor, Project Manager, Operational Manager, Purchase Coordinator, Field Engineer, Quality Engineer, Project Controller
Firm Y	Operational Manager, Purchase Coordinator
Firm Z	Contract Administrator, Operational Manager
Firm V	Warehouse Manager, Operational Manager

Data obtained from the three sources mentioned above was thoroughly analyzed and iteratively cross-validated during the field research that was conducted over a two-year period.

4.5 PRELIMINARY RESULTS OF THE FIELD STUDY

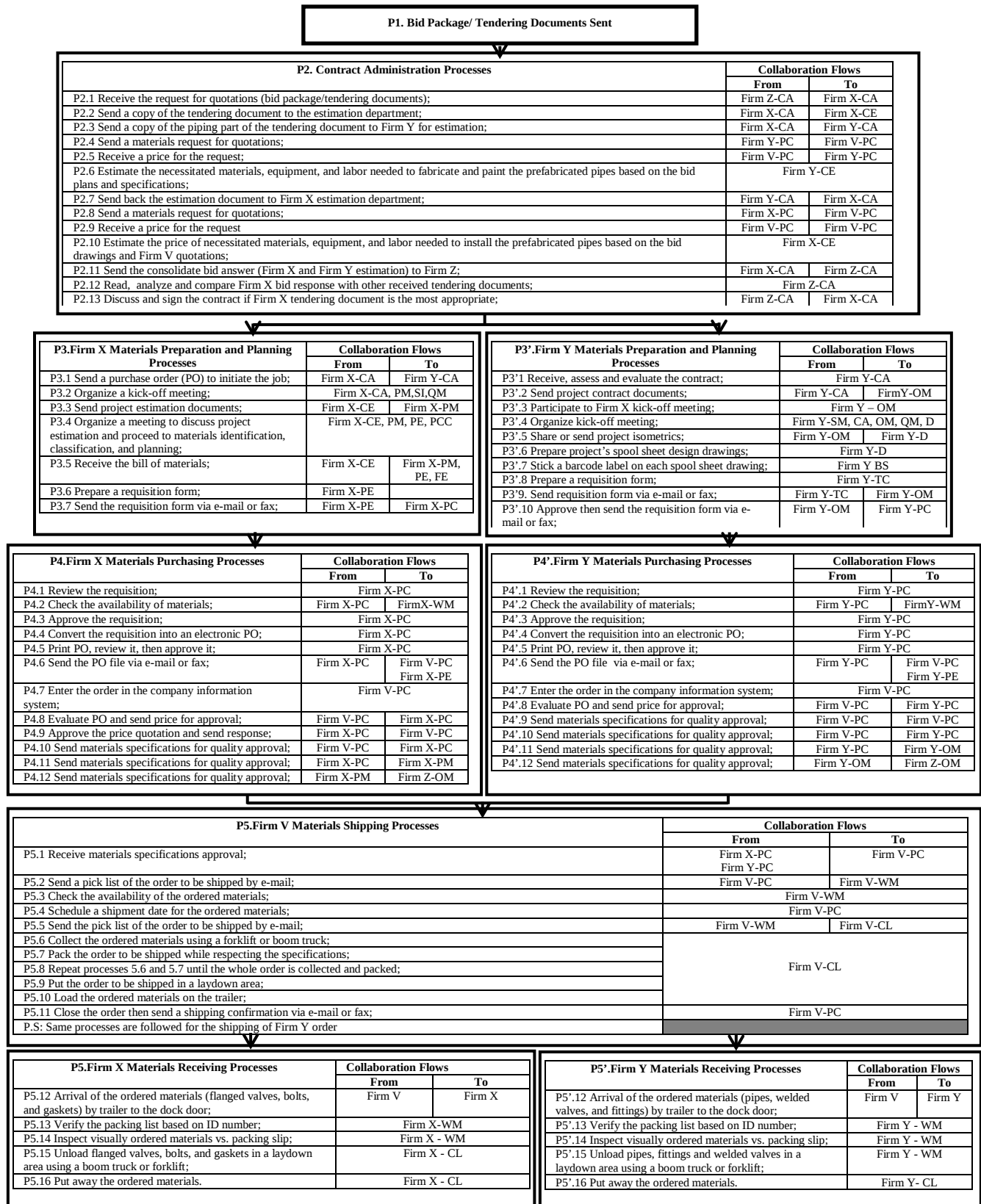
4.5.1 Current procurement cycle and corresponding processes

The current procurement cycle involves the collaboration of several disciplines and departments within four firms: Firm V, Firm Y, Firm X, and Firm Z. These firms rely on a traditional system, where an engineering firm prepares the engineering phase, then the construction phase is accomplished by the contractor (Firm X), in collaboration with Firm Y, Firm V, and Firm Z. The procurement flow involves the following steps. At the beginning of the cycle, the procurement strategy is selected; the project bid is prepared, and then dispatched to the various interested

project bidders. The second, third, fourth, and fifth steps of the cycle, described in detail in the following sections, depend on the contract administration, project planning and preparation, materials purchasing, materials shipping, and materials reception activities.

As stated in section 4.4.2, the project owner (Firm Z) runs an oil and gas refinery. Every year, it is responsible for many construction and maintenance projects, ranging from US \$100,000 to billions of dollars, especially in the case of large, complex expansion projects. In order to win these projects and maintain a leading position in the market, construction contractors' bids must respect the project budget, provisions for quality control, and a tight operating schedule, in addition to satisfying the project owner's objectives and standards. In the same way, the materials supplier (Firm V) must satisfy the prefabricated pipe supplier (Firm Y), and both Firm Y and Firm V must satisfy the construction contractor (Firm X). An in-depth analysis of the situation shows that there is a "domino effect" across this cycle, where a high standard of collaboration in terms of information and materials flows within these four organizations is essential for the survival of Firms X, Y, and V, and where the output of these collaborative tasks will have a strong effect on the perception of the project owner at the point when it selects the project winner.

Based on the interviews undertaken, the procurement processes seem to be similar across these organizations, although there are some minor managerial disparities. The collaborative procurement process workflow is described in detail in Figure 4.2, which is followed by a list of the main collaborative issues identified based on on-site observations and previous interviews.



CA=Contract Administration, CE=Chief Estimator; PM=Project Manager, OM=Operation Manager, PC=Purchase coordinator, PE=Project Engineer, PCC=Project Controller, FE= Field Engineer, QM=Quality Manager, BS = Barcode Specialist, TC=Technician, D=Drafter, WM=Warehouse Manager, CL=Clerk

Figure 4.2: Procurement intra- and inter-organizational collaboration

4.5.2 Collaboration issues during the procurement cycle

The results obtained from these multiple case studies show that the materials procurement cycle, which involves many departments and organizations, has led to the introduction of many beneficial practices that have successfully reduced overall costs while building up convincing, trusting, and durable relationships between the parties involved. Some examples include the involvement of suppliers (Firm V) and (Firm Y) early during the procurement cycle by the contractor (Firm X) to estimate the costs of materials and prefabricated pipes. Further improvements were also noted in the transparent way of exchanging information, the avoidance of an environment of dishonesty and fear, and finally, the intra- and inter-organizational physical support that exists among these firms. However, based on the interviews with key participating project players, there are a number of issues affecting the project procurement cycle, mainly involving the following two flows: (1) the information and document flow, and (2) the material flow. Table 4.6 and Table 4.7 describe the main collaborative problems extracted during the interviews, which necessitate immediate action to build a stepping stone for long-term, effective collaboration among these firms. We will start with the first block of issues: managing information and documents, namely (1) contractual documents, including the tendering package, the contract, invoices, etc.; (2) design documents, comprising the plans, marks, drawings, and specifications; and (3) project management documents, consisting of the estimation, project scheduling, cost control reports, memos, minute meetings, etc. All of these flows are based on a mixture of traditional methods where information is provided via an array of disconnected sources. Moreover, the management and dispatching of this wide assortment of documents is complex. More specifically, some of these documents are produced manually (by hand), scanned, and then transferred via e-mail attachments or fax. These documents are normally stored in the company server, using a central repository of project documents; however, this is not always the case. Among the four participating firms, key project players store some of these documents on their personal computers, which can create a sense of frustration among the other collaborating members. Furthermore, the slogan “Garbage in, garbage out” applies, regrettably, since the key project players often save documents that do not necessarily correspond to the last version of the file that they share with other players. Such practices can result in time losses and even lead to the creation of documents that are full of mistakes and errors. Figure 4.3 illustrates how the four organizations handle their documents and communicate with each other.

The material flow level, both intra- and inter-organizationally, represents the second collaborative challenge. The empirical evidence uncovered a series of obstacles and problems that affect the transparency of materials management processes, the project performance, inter-firm relationships, and the mutual organizational benefits. More specifically, based on multiple on-site observations, it has been noted that there can be substantial movements of materials, and hence transactions, putting extra demands on the shipping and receiving processes, which unfortunately depend on manual and semi-automatic techniques. Likewise, there is a lack of real-time visibility, which is necessary to smooth out consecutive processes and improve the visibility of the players concerned, such as the purchase coordinator or the warehouse manager, thus maximizing the efficient use of space, materials, equipment, staff, and the related information.

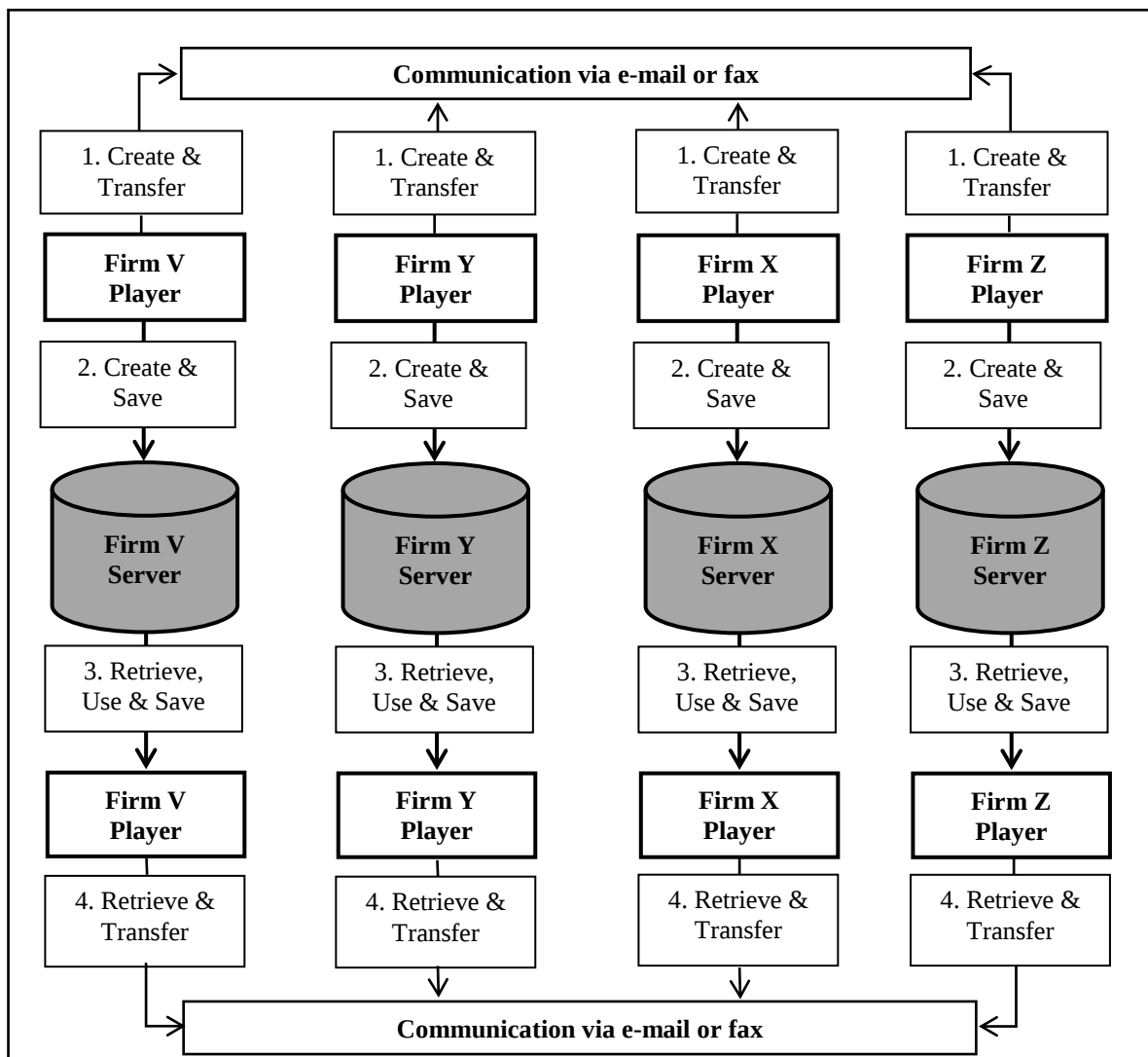


Figure 4.3: Information and document flows across the procurement cycle

Table 4.6: Information and documentation flow problems Extracted comments

Comments about Information and Documentation Flow Collaboration Problems	Revealed by	Related Processes
I&D-S1. "The project owner's contract administrator or project manager sometimes forgets to send a request for quotations (RFQ)/tendering document. This can delay the entire project."	Firm Z Contract Admin	P1
I&D-S2. "Missing information and documents can be noted during and at the end of the project since the project manager, engineer, quality controller or other project participants save the documents within their hard disk instead of within the company project server files."	Firm X Project Sponsor	P2.6, P2.9, P2.10, P3.3, P3.6, P3'.6
I&D-S3. "Delays can be caused while trying to figure out the number and specifications of Requests for Quotations (RFQs) or purchase orders (POs) issued by the contract administrator. This is due, for instance, to a limited right of access and the use of the right kind of system to incorporate this kind of information."	Firm Z Operational Manager	P1, P2.4, P2.8, P3.1, P3'.9
I&D-S4. "A project player or a group of project players must always wait for someone else's approval before moving on to a further phase. One of the best illustrations of this is when the engineering firm responsible for preparing tendering documents plans or waits for the project owner's approval, or when the contractor waits for the approval of materials specifications by the project owner, or even internally, when the project engineer waits for the purchase coordinator's approval, etc."	Firm X Project Manager	P3'.9, P4.8, P4.9, P4.10, P4.11, P4.12, P4'.8, P4'.9, P4'.10, P4'.11
I&D-S5. "Non-sharing of a document with a key project player, who is supposed to receive it either for personal reasons or because the sender simply judges that it is not important to send it to him. This causes a lack of respect for the initial approved channel of communication."	Firm X Field Engineer	P2.2, P2.3, P2.7, 2.11, P3.3, P 3'.2
I&D-S6. "Lack of assessment on the part of the project owner, contractor, and supplier of the needs faced by all the key project players due their non-involvement in the daily, weekly, or monthly face-to-face meetings, and the non-existence of a technological tool to flag critical project events, except e-mails or the telephone."	Firm X Project Sponsor	P3.4, P3'.3, P3.7, P3'.9, P4.6, P4'.6
I&D-S7. "With the exception of the company planning software or e-mails shared between the project's key players, there is no communication software permitting the agents to know, for instance, the status of requested permits or licenses. Hence, there is a lack of visibility at that level."	Firm X Project Manager	P3.7, P3'.9, P4.6, P4'.6
I&D-S8. "Each member of the project team has difficulties in determining the last version of a document since it is manually entered by naming revisions in the following sequence, R1, R2, R3, R..., and R0 for the final version, and in some cases, RA for internal revision, RB for external revision, and R00 for the official revision, and in yet other cases, a project member finalizes version R2, which another member finalizes in the parallel version R3."	Firm X Project Controller	P2.6, P2.10, P3.6, P3'.6, P3'.8
I&D-S9. "In the case of a conflict between Firm X and Firm Y, Firm X and Firm V, Firm Y and Firm V, or Firm X and Firm Z, key project players have to build a strong file to prove themselves, when sometimes they will lack access to written proof since the process was conducted through traditional communication systems such as phones."	Firm X Project Sponsor	P2.6, P2.10, P3.6, P3'.6, P3.7, P3'.8, P3'.9, P4.6
I&D-S10. "During the first 15% of each project, project engineers and managers face a significant number of scope changes, requiring prompt coordination with the purchasing department to make the necessary adjustments, especially in cases where the materials have already been ordered."	Firm Y Purchase Coordinator	P3.3, P3.4, P3'.4, P3.5, P3.6, P3.7, P4.9, P4.10
I&D-S11. "Difficulties are incurred while trying to look for the right printed or digital document either at the intra- or inter-organizational level."	Firm X Project Manager	P2.2, P2.3, P2.8, P2.11, P3.1
I&D-S12. "The lack of precise definitions, or a detailed and clear responsibility matrix where all key project players' responsibilities and tasks are set out, can cause problems."	Firm Y Ope. Manager	P3.4, P3'.4
I&D-S13. "The existence of a lag prior to knowing something for sure; thus risks are incurred in assessing the project on the part of the given project's key players."	Firm X Project Manager	P3.4, P3'.4, P4.8,
I&D-S14. "There is a need for a system to permit the measurement of procurement cycle performance; i.e., the number of issued RFQs, the number of complaints, and the time taken to perform a task, etc."	Firm X Executive	P1, P2.4, P2.8
I&D-S15. "Sometimes we are disappointed because we do not want to get involved in a decision that was taken jointly between Firm X and Firm Y even if we know that they didn't exclude us voluntarily."	Firm X Operational Manager	P3.4, P3'.4
I&D-S16. "There are some documents and information that are very confidential and their access must be restricted."	Firm X Project Controller	P2.6, P2.9, P2.10, P3'.6

Table 4.7: Material flow problems: Extracted comments

Comments about Material Flow Collaboration Problems	Revealed by	Related Processes
M-S1 “Whenever I have to approve a requisition and proceed to purchase the required materials, I first have to verify if the materials that need to be purchased are available in the warehouse. This task is time-consuming and necessitates the collaboration of the warehouse manager, who generally takes some time before answering my request.”	Firm Y Purchase Coordinator	P4.2, P4'.2
M-S2 “Once the materials are ordered, the requested reception date is mentioned on the purchase order that is sent to Firm V. Depending on the size of the project, either I have to follow up with Firm V, or in the case of big projects, a person is hired just to follow up with suppliers. This duty is complex since all confirmations are generally verbal or by e-mail.”	Firm X Purchase Coordinator	P5.11
M-S3 “Sometimes there is a delay before receiving payment for the purchased materials, especially in the case of a sizeable project. This is mainly due to a lack of communication and visibility among the warehouse manager, the project manager, and the invoicing department.”	Firm X Project Controller	P5.16, P5'.16
M-S4 “The raw materials supplier trailer driver offloads materials in the contractor storage area instead of offloading them at the right construction site. Because of this, materials can be ordered a second time and the project can be delayed if no one from the storage area flags the mistake.”	Firm X Project Manager	P5.12, P5'.12
M-S5 “We are all pushing to receive materials while applying the just-in-time strategy to save on the cost of warehousing. The associated risk here is when the received materials do not correspond to the order (wrong order, missing materials, or non-respect of the requirements), and we must wait for the right materials (sometimes up to two or three weeks), pushing us either to change the project planning (wishing that this activity is not on the project's critical path). On the contrary, the early reception of materials can cause material re-handling, and the deterioration of the quality of materials.”	Firm Y Operational Manager	P5.13, P5'.13
M-S6 “During the materials reception phase, a quality engineer or the clerk responsible for inspecting the received materials visually verifies the quantity, the quality and the specifications of the received materials. However, the inspection phase may be done rapidly or skipped. Receiving a material and discovering later that it is damaged, or prior to the fabrication phase, is costly since the shop will end up assuming the responsibility for the damage. Likewise, if the material is needed immediately, this will cause a delay at the fabrication phase, if not for the entire project.”	Firm X Quality Engineer	P5.13, P5'.13
M-S7 “The raw materials supplier ships materials without any advance notice, or by merely notifying verbally or via e-mail. The purchase coordinator forgets to notify the other key project players. Receiving materials unexpectedly does not give us time to get prepared.”	Firm Y Warehouse Manager	P5.11, P5.12, P5'.12
M-S8 “All the shipping and reception documents are based on printed papers. This can include invoices, packing slips, quality inspection documents, etc. At the end of the project, we can finish up with up to 30 boxes, if not more, of paper documents that take a significant amount of time to process and store and must be kept over a long period of time.”	Firm X Project Manager	P5.11, P5.12, P5'.12, P5.1, P5'.13, P5.1, P5'.14
M-S9 “Dealing with reverse logistics issues is totally unprofitable for us, since first, there is a penalty for delays related to materials reception caused by material losses or damages during transportation, or the shipping of the wrong orders.”	Firm V Warehouse Manager	P5.14, P5'.14
M-S10 “When I order materials, I have no idea of the capacity of the warehouse, which complicates the job of the warehouse manager who will receive them.”	Firm X Purchase Coordinator	P4.1, P4'.1
M-S11 “A process for ensuring a proper assignment of the warehouse dock for each trailer is required, especially in cases where products are put away for storage on the other side of the warehouse.”	Firm V Operational Manager	P5.10, P5.12, P5'.12
M-S12 “The automation of shipping and reception processes will allow the realization of adequate, efficient, and smooth materials loading and unloading compared to manual processes.”	Firm Y Warehouse Manager	P5.1, P5.2, P5.3, P5.9, P5.10, P5.12, P5'.12
M-S13 “The number of items received is compared to: (1) the delivery slip to verify that the materials are received as requested, (2) the packing list to make sure that all the received materials are matched with the shipped ones, and (3) the purchase order to verify that what was received corresponds to what was ordered. If ever there is a contradiction between the received materials and the delivery slip, the packing list, or the purchase order, a non-conformity report should be generated.”	Firm X Warehouse Manager	P5.13, P5'.13

4.6 IMPROVEMENTS USING RFID TECHNOLOGY

4.6.1 Proposed RFID solution: A document and material tracking solution

The retained RFID scenario is designed to offer a comprehensive solution that will enable participating organizations to overcome the main collaboration issues in the two procurement cycle flows discussed, namely the information and document flow and the material flow.

Document flow solution: Even though numerous offices are using electronic documents, original documents are still necessitated. Looking for a specific file among a huge quantity within a sizeable area is perceived a time-consuming task. The aim of using RFID technology is thus to effectively identify, monitor, and track any contractual, design, or project management document, whether electronic or hard copy. More specifically, this will allow project participants to keep tracking of the documents numerous versions and their associated metadata (i.e. storage date, storing user), to provide strong indexing capabilities hence smoothing the retrieval activity, to ensure that the documents are stored within the appropriate directory within the database and to strengthen security control features by monitoring privileges and documents workflow.

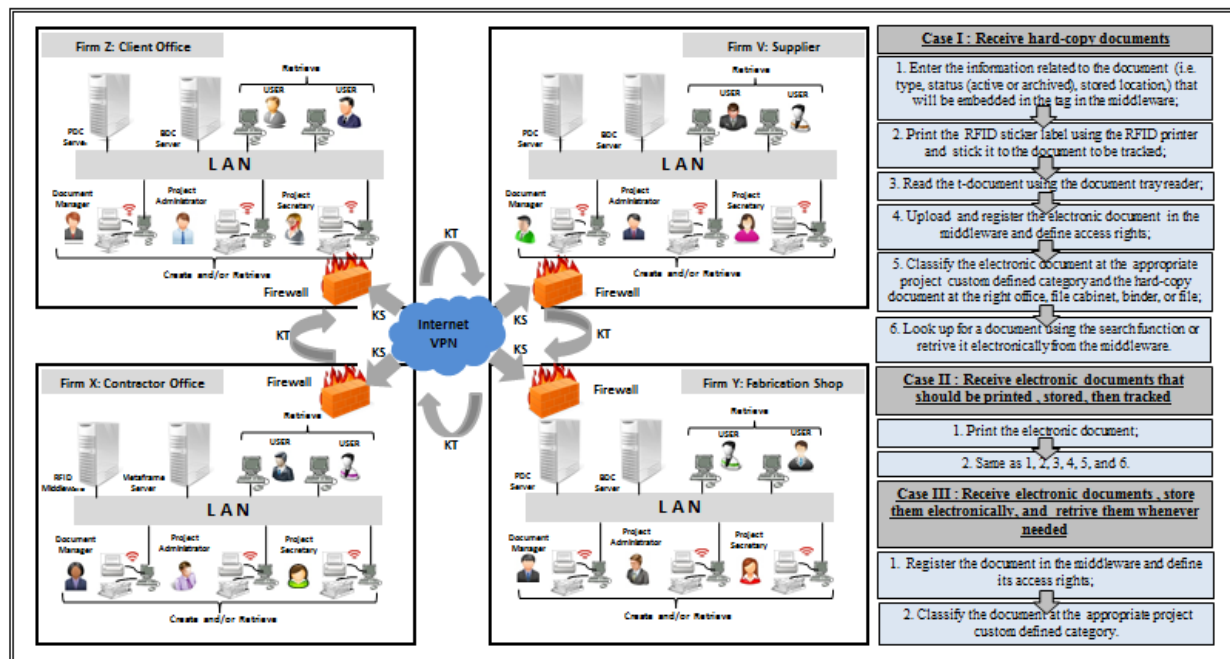
Figure 4.4 illustrates the proposed RFID system setting as agreed upon by participating firms:

- An identification (ID) card embedding a passive RFID chip will be used to identify each project member;
- A UHF passive RFID label, in the form of a sticker, will be attached to each file or document;
- An RFID file and document tray reader will be used by the document manager, the project administrator or assistant project administrator, and the project secretary to initially register and record (by simply scanning the label) engineering and design documents, invoices, and project management documents. Hand-held RFID readers may be used to scan the archived documents;
- Fixed RFID readers will be positioned at the main offices' entrances, exits, and corridors. This step will facilitate the monitoring of each file, document, or document box and maintain a full movement history;
- RFID middleware taking the form of a web-based application, consisting of document management tracking software, will permit the tracking of both hard copy and electronic documents, either at the intra-organizational level over the intranet or with other

organizations via the Internet. It will also permit the storage of project documents and facilitate sharing among participants;

- A mainframe server that permits to project participants to have access remotely to the RFID document management tracking application while a Primary Domain Controller (PDC) server controls project accounts and handles the access to computer resources. Finally, a Back-up Domain Controller (BDC) server used to copy all data embedded within the PDC master accounts database. Ethernet and internet networks will permit communication among the different participants.

Material flow solution: As mentioned previously, the material management processes operate across the supply chain. However, the shipping and reception processes are conducted independently, which results in a lack of communication, excessive operating costs, redundant inventory, and low labor productivity. For instance, as stated by the quality engineer at Firm X, the inspection process during the reception phase are now carried out visually, may be done too quickly and even overlooked by some clerks. The current situation leads to substantial losses if defects are discovered after put-away and prior to fabrication.



KS = Knowledge Sharing; KT = Knowledge Transfer;

Figure 4.4: RFID-enabled knowledge management integration in the procurement cycle

Adopting the RFID system will however lead to the standardization of this process. More specifically, the quality engineer or the inspection clerk will have to approve the inspection phase automatically using the hand-held RFID reader, notifying Firms V and X's project managers automatically and in real time if non-conformities are found. In addition, the RFID system will enable clear visibility of materials during the shipping and reception processes, eliminating many manual comparisons, as mentioned by Firm X's warehouse manager in Table 4.7 (M-S13). It will also facilitate the purchase coordinator's task whenever he has to approve a requisition, since the system middleware will be used as a dashboard, indicating where he can extract, view, and subsequently verify the availability of the required materials (M-S1). Automating the shipping and reception processes will also cut down on manual counting errors (M-S12) and lead to efficient, smooth, orderly, and standardized unloading and loading. Moreover, by integrating the four firms' processes using an RFID system, the project team will remain informed in real time about the status of the purchased materials, especially when (1) the shipping is initiated, (2) the truck is loaded, and (3) the truck leaves Firm V's dock (M-S7). Likewise, the shipping of wrong orders can be prevented using RFID technology at the source by automatically ensuring that the right orders are expedited to the right destination, thus avoiding reverse logistics issues and consequences (M-S9).

The following technological scenario for the RFID-enabled material flow is retained by the participants: Semi-passive RFID tags are placed on the side of the pallets of purchased materials; Mounted RFID readers are attached to Firms V, X, and Y's forklifts and boom trucks; Fixed readers are positioned at Firm V's exit doors, storage, and laydown area and at Firms X and Y's entrance doors, storage and laydown areas; RFID middleware is integrated into each firm's WMS.

4.6.2 RFID-enabled collaboration and knowledge management during the materials procurement cycle

An integrated collaborative strategy based on RFID technology among the participating firms is perceived as one of the most appropriate strategy to overcome the issues at both the document and the material management levels as discussed in section 4.5.2. When integrating the document tracking software (RFID middleware) with the WMS, the RFID system could transform traditional intra- and inter-organizational processes into more contemporary standardized

practices and procedures aligned across the four firms in the procurement cycle. In other words, a sizeable ratio of non-value-added processes (i.e., administrative inconveniences), as outlined in Tables 4.6 and 4.7, will be eliminated, and a significant portion of the other processes will result in a more productive operation; hence, we can create gains by automating and semi-automating those processes. Likewise, project performance will be improved and the transformed organizational processes will become stronger with the retained RFID solution, permitting the procurement cycle, specifically, and industrial construction activities, in general, to operate more effectively and efficiently.

This result can be achieved by, for instance, facilitating the storage and interpretation of all documents and information after their collection at both the intra- and inter-organizational levels, then providing all project team members with real-time, accurate documents. These documents can detail and specify, while sharing responsibility for, the preparation and planning of the entire project by synchronizing the preparation and planning activities with purchasing activities, leading to the creation of a collaborative atmosphere that will keep team members pushing for success. More specifically, a comprehensive, centralized, integrated and structured knowledge management database includes all communications between project team players, such as RFQs, issues, risks, meetings, memos, etc., to be developed. As well, using the RFID system will ensure an organized, standardized manner of transferring knowledge. This will provide an equal learning opportunity for both current and future project participants, since they will acquire the necessary knowledge in a more structured way. Unlike a customary knowledge transfer, which depends on a one-way knowledge flow (document to project player), the system will smooth the process of sharing knowledge either internally or at the inter-organizational level, which will in turn enhance the learning curve of the participating organizational players. Likewise, the RFID system will guarantee that the appropriate knowledge is shared and transferred among the participants. In other words, the intra-organizational and inter-organizational knowledge development review process will be effectively monitored following the advent of this technology.

To sum up, the advent of the RFID system will have a positive effect on both document and material flows and will enhance knowledge management. Participants concurred that the system will generate positive impacts on integrated document management, prompt issue management, risk monitoring, and efficient and collaborative decision making (see Table 4.8).

4.6.2.1 Integrated document management

As illustrated in Figure 4.4, RFID system middleware acts as a central repository for all documents or document information, known as metadata, created by the document manager, project administrator, or project secretary at each of the four participating firms. It provides an integrated access gateway permitting quick, reliable and effective document search and retrieval for any given firm's users. Moreover, its web-based functionality will ensure a smooth flow of information across each of the four participants.

From the list of added values addressed by the integration of an RFID system, the following aspects are considered by participants to be the most interesting:

1) Standardization of document management processes, procedures, and sharing practices

Perhaps the most compelling example is represented by the new uniform manner of sharing documents. More specifically, the integration of the RFID system implies that users retrieve the needed document from the RFID middleware since documents sent as e-mail attachments will be automatically rejected. This will also allow users to keep the capacity of their e-mail inboxes low and will thereby avoid the dispatching of unofficial or old versions of the documents to project participants, either within or between firms. Moreover, failure to share a document with a key project player who is supposed to receive it (I&D-S5) can be averted when (1) the sender forgets to add the person's name to the list, (2) the sender simply feels that it is not important to send it to someone, or (3) the sender has some problems with the neglected recipient, who can then be either eliminated or retained by the RFID system. Additionally, each captured document, or component of document information, will be stored, indexed, and archived in the same way, facilitating and smoothing out the searching and retrieval of documents, thereby expediting the export and transfer functions.

2) Central access and retrieval portal

It was stated at the beginning of this section that the RFID middleware would be the official central repository for the four firms participating in the construction project.

As described in depth in Figure 4.4, the procurement cycle documents enter the repository in three different ways: (1) by creating a document, tagging it, uploading it, and tracking the printed and electronic versions; (2) by converting the printed documents received to electronic ones while tracking both versions; and (3) by saving the electronic version of the document, printing

it, and again tracking both versions, or by choosing to save only the electronic version of the document and tracking it electronically.

Table 4.8: The potential of RFID as an enabler of knowledge management

K N O W L E D G E M A N A G E M E N T I N T E G R A T I O N	Integrated Document Management		Resolved issues
	P1-Standardizes documentation management processes, procedures, and information sharing;		I&D-S2, I&D-S5
	P2-Represents the central access and retrieval portal for documents and/or metadata document information;		I&D-S2, I&D-S11 I&D-S9
	P3-Monitors the workflows of printed and digital documents;		I&D-S7, I&D-S8,
	P4-Tracks printed and digital documents in real time;		M-S8, I&D-S11
	P5-Improves document security controls.		I&D-S16, M-S13
	Prompt Issue Management		
	P1-Improves coordination practices by relying on open technological communication that focuses on project objectives and on the identification, prevention, or resolution of conflicts and issues during any phase of a project by sharing them in real time with the concerned project team players;		I&D-S12
	P2-Ensures accurate information, document or material flows by semi-automatically tracking the status (untreated, treated and unresolved, in process, pending, or resolved) of the issues involving project team members and provides daily, bi-weekly, or weekly follow-ups on issue status to top management;		I&D-S4
	P3-Makes a flagged issue the responsibility of every member of the concerned project team and not just of the project manager by notifying them, monitoring their responses on the system, and alerting them if no response is made;		I&D-S1, I&D-S2, I&D-S12
	P4-Eliminates surprises during face-to-face meetings by informing and implicating all project team members concerned in problem solving in real time;		
	P5- Instantly resolves all issues based on quantitative measurement while reducing reply time delays and conserving the proper documentation electronically.		I&D-S1, I&D-S3, I&D-S14
	Risk Monitoring		
	P1-Standardizes risk monitoring procedures for risk documents instantaneously upon identification;		I&D-S2, I&D-S13
	P2-Keeps top management and project team players informed about the assessment status of a triggered risk;		I&D-S10, M-S5
	P3-Assembles and monitors all identified risks and their respective status, and presents mitigation plans in an electronic register;		I&D-S2
	P4-Dispatches documentation automatically detailing all identified risks and their degree of complexity to the project players concerned (right after a meeting, for instance);		I&D-S7
	P5-Keeps project planners abreast in real time of any potential risks that will affect their scheduling.		I&D-S10
	Efficient and Collaborative Decision Making		
	P1-Tracks requests detailing the number of issued quotations and keeps the project owner and concerned players on the alert about missing RFQs by automatically sending out e-mails and SMSs;		I&D-S1, I&D-S3
	P2-Develops an effective decision making process based on reliable project reporting;		M-S1, M-S11
	P3-Keeps project players abreast of all the decisions taken in real time by tracking, monitoring, and communicating them;		I&D-S15
	P4-Ensures absolute involvement and commitment by all concerned with procurement cycle decision making;		I&D-S5, I&D-S6

This new work method will lead to the elimination of some inappropriate practices, such as encapsulating documents within personal computers (I&D-S2). It will also permit the distribution of the appropriate documents in real time. Moreover, the middleware will detain each of the procurement cycle documents, which will facilitate the building of strong files in case of litigation (I&D-S9).

3) *Workflow monitoring of printed and digital documents*

Workflow monitoring of printed and digital documents is perceived as the fundamental functionality and even the “nerve center” of RFID middleware, which will allow the four participating organizations to increase the visibility, effectiveness, and control of the document flow throughout the various stages and processes of the procurement cycle. An example of a middleware characteristic is the management of the document’s various versions and status, consisting in assigning and clearly identifying a single number for the last version of either printed or digital documents. In addition, the check-in and check-out functions will eliminate the possibility of several people working on the same version simultaneously by locking and forbidding any change in the check-out documents (I&D-S8). Concerning the second attribute related to the document workflow status, the adoption of an RFID system will permit the user to flag the status of a document (i.e., if the document is in the process of revision, commenting, or approval). This action can be supported by using ad hoc elements such as e-mail notification (I&D-S7).

4) *Improved document security*

For printed documents, the RFID system will enable the prompt tracking of printed documents based on the RFID sticker (tag), the RFID file and the document tray reader, as well as the fixed RFID readers, the hand-held RFID reader, and the RFID middleware. It will considerably reduce the time spent by project players looking for project documents, thus decreasing clerical time as well as the overall workload of the entire project team in the four organizations (I&D-S11). Moreover, using an identification card embedding a passive RFID chip will permit users to recognize the last person who held the document. Project administrators can limit borrowing rights to concerned project players only. Electronic documents will be tracked using the RFID middleware, which assumes the role of document management software. The search function will be based on index terms, document content, the corresponding package, etc. In addition, the system has the ability to track and trace all archived boxes and documents and to destroy them

after the termination of the contractual retention schedule (M-S8). As noted in section 4.2, the construction industry's culture depends on an authoritarian environment that relies on a chain of command. Such environment necessitates access to a control configuration of either hard-copy or electronic documents. For instance, cost progress files must not be visible to all key project players. Another example concerns the memos and executive meeting summaries (I&D-S16). These practices can be promptly regulated and controlled by the RFID system. More specifically, whenever a printed document is taken for examination or moved, the project player who took it will be identified, the date and time recorded, and the privileges flagged, depending on the programmed business rules.

5) *Improved document security*

For printed documents, the RFID system will enable the prompt tracking of printed documents based on the RFID sticker (tag), the RFID file and the document tray reader, as well as the fixed RFID readers, the hand-held RFID reader, and the RFID middleware. It will considerably reduce the time spent by project players looking for project documents, thus decreasing clerical time as well as the overall workload of the entire project team in the four organizations (I&D-S11). Moreover, using an identification card embedding a passive RFID chip will permit users to recognize the last person who held the document. Project administrators can limit borrowing rights to concerned project players only. Electronic documents will be tracked using the RFID middleware, which assumes the role of document management software. The search function will be based on index terms, document content, the corresponding package, etc. In addition, the system has the ability to track and trace all archived boxes and documents and to destroy them after the termination of the contractual retention schedule (M-S8). As noted in section 4.2, the construction industry's culture depends on an authoritarian environment that relies on a chain of command. Such environment necessitates access to a control configuration of either hard-copy or electronic documents. For instance, cost progress files must not be visible to all key project players. Another example concerns the memos and executive meeting summaries (I&D-S16). These practices can be promptly regulated and controlled by the RFID system. More specifically, whenever a printed document is taken for examination or moved, the project player who took it will be identified, the date and time recorded, and the privileges flagged, depending on the programmed business rules.

4.6.2.2 Prompt issue management

Prompt issue management consists of properly defining and strengthening the assignment of responsibilities to the participating firms' project players to prevent conflicts and managing issues proactively, thereby creating a synergistic project-oriented environment where all participants can keep working for the success of their objectives. With the advent of the RFID system, these gains can be quickly realized. This could start with the definition of the project responsibility matrix, which many project managers are accustomed to outline orally. However, using this system, they will be obliged to develop a well-structured written matrix that can be dispatched and shared with all project players, and which will be used subsequently as the base for relaying all issues to each of the concerned persons in real time (I&D-S12). This will also send a flagged message to every member of the project team concerned and not just of the project manager: this includes notification, response monitoring, and alert if no response is made. Likewise, the issue's status will be tracked (untreated, treated and unresolved, in process, pending, or resolved) and follow-up summaries will be provided electronically to top management. It will also eliminate surprises during face-to-face meetings by informing and implicating all project team members involved in problem solving on a timely basis.

Additionally, the adoption of RFID technology will facilitate the immediate calculation of the number of issued RFQs (I&D-S1 and I&D-S3) by Firm Z's contract administrator. Such advantages will no doubt prevent internal conflicts. More than that, the system will allow clients to measure quantitatively the number of complaints that arise during the cycle and the estimated time taken to address them. These elements will ensure an instantaneous measurement of procurement cycle performance (I&D-S14).

4.6.2.3 Risk monitoring

In contrast to issue management, where the participating project team members learn to focus on resolving current issues and conflicts, risk management relies on spotting and highlighting future potential risks related to a given project. More than that, the project team analyzes and prioritizes those risks, and finally carries out a strategy to ensure that the right decisions are taken at the right time to mitigate, monitor, or eliminate them throughout the entire project life cycle. The RFID system permits the standardization of risk monitoring procedures because it receives all identified risk documents electronically. Moreover, the RFID technology has the potential to

keep top management updated about the assessment status of a triggered risk. For instance, if a wrong or missing order is received or its quality has deteriorated, the related risk is immediately evaluated since it may have an impact on subsequent activities, and its status is shared in real time (M-S5). Moreover, the RFID middleware will be used as the official repository of all the risk documents, mainly by means of a risk register (I&D-S2). This will facilitate the dispatching of all risk documents instantaneously after their identification, eliminating the current lags (I&D-S13), and keeping project planners abreast of any potential risks that might affect their scheduling (I&D-S10).

4.6.2.4 Efficient and collaborative decision making

Decision making is positively impacted by the advent of the RFID system. It is perceived as the outcome of all the relevant data that has been gathered and analyzed, including facts and proofs, and relies on prompt collaboration at either the intra- or inter-organizational level. Using this system, project decision makers will obtain better quantitative visibility regarding the project procurement cycle. For instance, the number of RFQs issued can be tracked in real time and concerned players will be alerted about missing RFQs by automatically sending an e-mail or an SMS, thereby properly overcoming the difficulties outlined in Tables 4.7 and 4.8 (mainly M-S1 and M-S11). Moreover, this technology will facilitate the development of an effective decision making process, based on reliable project reporting, which will generate valuable solutions that will overcome problems (I&D-S1 and I&D-S3). Once decisions are made, they will be dispatched and communicated using the RFID middleware to all project players involved, which will enable them to keep abreast of all decisions and eliminate conflicts and disappointments (I&D-S15). This will also ensure absolute involvement and commitment on the part of all procurement cycle decision makers (I&D-S5 and I&D-S6). Additionally, as stated in section 4.6.2.1, the RFID system will be used as the central repository for all decisions taken.

4.7. CONCLUSION

This paper attempts to address the lack of research contributions addressing the potential of RFID in the construction supply chain during the project procurement cycle. This constitutes the core motivation for our study. Empirical results point to the need of the four participating firms to overcome several procurement issues and bottlenecks in order to gain more substantial competitive advantages and consistently satisfy project owners throughout the entire procurement

cycle. An RFID system has the potential to improve real-time document and material tracking and control. But, more importantly, findings demonstrate that RFID enhances collaboration and knowledge management practices through (1) integrated document management; (2) prompt issue management; (3) enhanced risk and finally (4) efficient decision making.

RFID is particularly suited for tracking and tracing material flows. Empirical data gathered in the specific context of procurement activities in one construction industry supply chain show that RFID is also critical for the management of printed and digital documents throughout their entire life cycle, starting when documents are first created or identified, to the point when they are archived or even destroyed after the termination of the contractual retention schedule (five years in most cases). However, the successful adoption of the envisioned RFID system relies on the capacity of the four participating organizations need to operate as an integrated team, by trusting each other, sharing information and documents, and committing themselves. Contractors could act as the main initiator of RFID adoption by first successfully integrating the technology within their intra-organizational processes and then proposing the implemented solution to either the project owner or the project suppliers and subcontractors.

4.8 REFERENCES

- ADRIAANSE, A., Voordijk, H., Dewulf, G. (2010). The use of interorganisational ICT in United States construction projects. *Automation in Construction*, 19 (1), 73-83
- AKINCI, B., Boukamp, F., Gordon, C., Huber, D., Lyons, C., and Park, K. (2006). Formalism for utilization of sensor systems and integrated project models for active construction quality control. *Automation in Construction*, 15(2), 124-138.
- BARDAKI, C., Pramatri, K., and Doukidis, G. I. (2007). RFID-enabled supply chain collaboration services in a networked retail business environment. In *Proceedings of the 20th Bled eConference eMergence: Merging and Emerging Technologies, Processes, and Institutions*, Bled, Slovenia, June 2007.
- BARROS, A., Barbosa, P. A. P., and Castro, A. (2008). Decision support framework for supply chain collaboration. In *Proceedings of POMS 19th Annual Conference*, California, USA, May 2008.

BENDAVID, Y. (2008). *Étude des phases en amont des projets d'adoption des technologies RFID pour l'amélioration des chaînes d'approvisionnement*. PhD Thesis, Montreal, Canada.

BENNET, A., and Bennet, D. (2000). Characterizing the next generation knowledge organization. *Knowledge and Innovation: Journal of the KMCI*, 1(1), 8-42.

BENNETT L.F. (2003). *The management of construction: A project lifecycle approach*. Taylor and Francis Group.

BETTS, M., Lim, C., Marthur, K., and Ofori, G. (1991). Strategies for the construction sector in the information technology era. *Construction Management and Economics*, 9(6), 509-528.

BORADE, A. B., and Bansod, S. V. (2007). Domain of supply chain management – A state of the art. *Journal of Technology Management and Innovation*, 2(4), 109-121.

BOSCHE, F., Teizer, J., Haas, C. T., and Caldas, C. H. (2006). Integrating data from 3D CAD and 3D cameras for real-time modelling. In *Proceedings of Joint International Conference on Computing and Decision Making in Civil and Building Engineering*, Montréal, Canada, June 2006.

BOWDEN, S., Dorr, A., Thorpe, T., and Anumba, C. (2005). Mobile ICT support for construction process improvement. *Automation in Construction*, 15(5), 664-676.

CANNON, A. R., Reyes, P. M., Frazier, G. V., and Prater, E. L. (2008). RFID in the contemporary supply chain: Multiple perspectives on its benefits and risks. *International Journal of Operations and Production Management*, 28(5), 433-454.

CHEN, K., Tsai, H., and Liu, Y. Y. (2008). Development of the RFID System for nuclear materials management. In *Proceedings of the 49th INMM Meeting*, Nashville, TN, July 2008.

CHEN, Y.-J., Chen, Y.M., Chu, H.C. (2008). Enabling collaborative product design through distributed engineering knowledge management. *Computers in Industry*, 59, 395–409.

CHENG, J. C. P., Kincho, H. L., Bjornsson, H., Jones, A., and Sriram, R. (2010). A service oriented framework for construction supply chain integration. *Automation in Construction*, 19(2), 245-260.

CONSTRUCTION INDUSTRY REVIEW COMMITTEE (CIRC) (2001). Construct for excellence: report of the Construction Industry Review Committee. Hong Kong.

DAVE, B., and Koskela, L. (2009). Collaboration knowledge management – A construction case study. *Automation in Construction*, 18(7), 894-902.

DAVENPORT, T. H. (1993). *Process innovation*. Boston, MA: Harvard Business School Press.

DAVENPORT, T., and Prusak, L. (1998). *Working knowledge: How organizations manage what they know*. Boston, MA: Harvard Business School Press.

DUFFY, K., Graham, B., and Thomas, K. (2007). Assessing the potential for construction collaboration technologies (CCT) in small to medium enterprises in the Irish construction industry. In *Proceedings of the 23rd Annual ARCOM Conference*, Belfast, UK, September 2007.

EADIE, R., Perera, S., Heaney, G., and Carlisle, J. (2007). Drivers and barriers to public sector e-procurement within Northern Ireland's construction industry. *ITcon*, 12, 103-120.

EGBU, C., Vines, M., and Tookey, J. (2003). The role of knowledge management in e-procurement initiatives for construction organizations. In *Proceedings of the 19th Annual ARCOM Conference*, Brighton, UK, September 2003.

EISENHARDT, K. M. (1989). Building theories from case study research. *The Academy of Management Review*, 14(4), 532-550.

EISENHARDT, K., and Schoonhoven, C. B. (1996). Strategic alliance formation in entrepreneurial firms: Strategic needs and social opportunities for co-operation. *Organizational Science*, 7(2), 136-141.

ERGEN, E., Akinci, B., East, B., and Kirby, J. (2007). Tracking components and maintenance history within a facility utilizing radio frequency identification technology. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 21(1), 11-20.

GOODRUM, P. M., McLaren, M. A., and Durfee, A. (2005). The application of active radio frequency identification technology for tool tracking on construction job sites. *Automation in Construction*, 15(3), 292-302.

HAMMAD, A., and Motamedi, A. (2007). Framework for lifecycle status tracking and visualization of constructed facility components. In *Proceedings of the 7th International Conference on Construction Applications of Virtual Reality*, Pennsylvania, USA, October 2007.

HANSEN, M. T. (2002). Knowledge networks: Explaining effective knowledge sharing in multiunit companies. *Organization Science*, 13(1), 232-248.

HARRY, K. H., Choy, K. L., and Lee, W. B. (2007). A dynamic logistics process knowledge based system – An RFID multi-agent approach. *Journal of Knowledge-Based Systems*, 20(4), 357-372.

HENTULA, M., Tonteri, H., Pursula, P., and Montonen, J. (2005). RFID in recycling data management of electric and electronic equipment. VTT Industrial System Paper. https://virtual.vtt.fi/virtual/etek/raportti/etek_researchreport.pdf [Accessed January 17, 2012].

HEWAGE, K. N., Janaka, Y. R., and Jergeas, G. F. (2008). IT usage in Alberta's building construction projects: Current status and challenges. *Automation in Construction*, 17(8), 940-947.

IDTECHEX REPORT, (2010). RFID forecasts, players, and opportunities 2007-2017. <http://www.idtechx.com>. [Accessed January 17, 2012].

ISHENG L., Huang, G., and Li, H. (2011). Scenarios for applying RFID technology in construction project management. *Automation in Construction*, 20(2), 101-106.

JASELSKIS, E. J., Cackler, E. T., Walters, R. C., Zhang, J., and Kaewmorachoen, M. (2006). Using scanning lasers for real-time pavement thickness measurement. National Concrete

Pavement Technology Center Paper, Iowa State University.
http://www.ctre.iastate.edu/reports/scanning_lasers_web.pdf. [Accessed January 20, 2012].

KIRITSIS, D., Jun, H. B., and Xirouchakis, P. (2007). Closing product information loops with product-embedded information devices: RFID technology and applications, models and metrics. In *RFID technology and applications*. New York: Cambridge University Press, pp. 169-181.

MAGAL, S. R., Feng, M., and Essex, P. A. (2001). An exploratory study of a Web-based electronic commerce application. *Journal of Information Technology Theory and Application*, 3(5), 1-24.

MAK, S. (2001). A model of information management in construction using information technology. *Automation in Construction*, 10(2), 257-263.

MARTIN, J. (2003). E-procurement and extranets in the UK construction industry. In *Proceedings of the 125th FIG Working Week*, Paris, France, April 2003

MASTERMAN, J. W. E. (2002). *Introduction to building procurement systems*. London: Taylor & Francis.

MASTURA, J., Ramayah, T., Abdul-Rashid, A., and Basri, S. (2007). Technology readiness among managers of Malaysian construction firms. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 14(2), 180-191.

MENTZER, J. T. (2001). *Supply chain management*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

MILES, M. B., and Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

MOTAMEDI, A., and Hammad, A. (2009). RFID-assisted lifecycle management of building components using BIM data. In *Proceedings of the 26th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2009)*, Austin, USA, June 2009.

NCCTP, (2006). Proving Collaboration Pays – Study Report, NCCTP, [http:// www.ncctp.net](http://www.ncctp.net). [Accessed Septembere 19, 2012]

NGAI, E. W. T., Moon, K. K. L., Riggins, F. J., and Yi, C. Y. (2006). RFID research: An academic literature review (1995–2005) and future research directions. *International Journal of Production Economics*, 112(2), 510-520.

NONAKA, I. (1994). A dynamic theory of organizational knowledge creation. *Organization Science*, 5(1), 14-37.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, (2008). *Competition in the construction industry*.

<http://www.oecd.org/dataoecd/32/55/41765075.pdf>.

[Accessed January 15, 2012]

OLUGBODE, M., Rhodri, R., and Biss, T. (2007). The role of information technology in achieving the organisation's strategic development goals: A case study. *Journal of Information Systems*. 32(5), 641-648

OYE, N.D., Inuwa, I., and Shakil, A.M. (2011). Role of Information Communication Technology (ICT): Implications on Unemployment and Nigerian GDP. *Journal of International Academic Research*. 11(1)

PEANSUPAP, V., and D., Walker, (2005). Factors affecting ICT diffusion: A case study of three large Australian construction contractors. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 12(1), 21-37

RADOSAVLJEVI, M. (2007). How could the construction supply chain benefit from RFID/GPS integration: A knowledge management perspective. In *Proceedings of the CIB W102 3rd International Conference*, Stuttgart, Germany.

REICH B.H., Gemino A., Sauer, C. (2012). Knowledge management and project-based knowledge in it projects: A model and preliminary empirical results. *International Journal of Project Management*, 30 (6), 663-674.

- REN, Z., Anumba, C. J., and Tah, J. (2011). RFID-facilitated construction materials management (RFID-CMM) – A case study of a water-supply project. *Advanced Engineering Informatics*, 25(2), 98-207.
- ROSLI, A. R., Taib, I. M., Wan, B., Wan, A., Nasid, M. A., Wan, N., Wan, A., and Zainordin, Z. M. (2006). Effect of procurement systems on the performance of construction projects. Padang, Indonesia, June 2006.
- SARDROUD, M., and Limbachiya, M. C. (2010). Improving construction supply chain management with integrated application of RFID technology and portal system. In *Proceedings of the 8th International Conference on Logistics and SCM Research (RIRL 2010)*, Bordeaux, France, September 2010.
- SCHULTMANN, F., and Sunke, N. (2008). Life cycle information of buildings supported by RFID technologies. 1st International Conference on Industrialised, Integrated, Intelligent Construction (I3CON), Loughborough, UK, May 2008.
- SHIN, T.-H., Chin, S., Yoon, S. W., and Kwon, S. W. (2011). A service-oriented integrated information framework for RFID/WSN-based intelligent construction supply chain management. *Automation in Construction*, 20(6), 661-740.
- SONG, J., Caldos, C., Ergen, E., Haas, C., and Akinci, B. (2004). Field trials of RFID technology for tracking prefabricated pipe spools. In *Proceedings of the 21st International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2004)*, Jeju, Korea, September 2004.
- STEWART, R. A. (2007). IT enhanced project information management in construction: Pathways to improved performance and strategic competitiveness. *Automation in Construction*, 16(4), 511-517.
- STUCKHART, G. (1995). *Construction materials management*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- TOLSON, S. (2007). Procurement and supply contracts in the construction industry. <http://www.fenwickelliott.co.uk>. [Accessed January 25, 2012].
- TZENG, C. T., Chiang, Y. C., Chiang, C. M., and Lai, C. M. (2008). Combination of radio

frequency identification (RFID) and field verification tests of interior decorating materials. *Automation in Construction*, 18(1), 16-23.

VAN GASSEL, F., and Glenco, J. (2008). A simulation tool for radio frequency identification construction supply chains. In *Proceedings of the 25th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC-2008)*, Vilnius, Lithuania, June 2008.

VANITA A. and Yang, Jay and Shankar, Ravi (2009) Study of ICT adoption for building project management in the Indian construction industry. *Automation in Construction*, 18(4), pp. 415-423.

WANG, L. (2008). Enhancing construction quality in management using RFID technology. *Automation in Construction*, 17(4), 467-479.

WANG, L., Lin, Y., and Pao, H. (2007). Dynamic mobile RFID-based supply chain control and management system in construction. *Advanced Engineering Informatics*, 21(4), 377-390.

WEN, L., Zailani, S., and Fernando, Y. (2009). Determinants of RFID adoption in the supply chain among manufacturing companies in China: A discriminatory analysis. *Journal of Technology Management and Innovation*, 4(1), 22-32.

WILKINSON, P. (2005). *Construction collaboration technologies: The extranet revolution*. London: Taylor & Francis.

WILLIAM, J. P. (2006). Collaboration in the supply chain speeds innovation. <http://www.industryweek.com>. [Accessed January 27, 2012].

WILLIAMS, T., Bernold, L., and Lu, H. (2007). Adoption patterns of advanced information technologies in the construction industries of the United States and Korea. *Journal of Construction Engineering and Management*, 133(10), 780-790.

WING, R. (2006). RFID applications in construction and facilities management. *ITcon*, 11, 711-721.

XUE, X. L., Li, X. D., Shen, Q. P., and Wang, Y. W. (2005). An agent-based framework for supply chain coordination in construction. *Automation in Construction*, 14(3), 413-430.

XUE, X. L., Wang, Y. W., and Shen, Q. P. (2007). The application of ICT in collaborative working in construction projects: A critical review. In Proceedings of the 2007 International Conference on Convergence Information Technology (ICCIT 2007), Jeju Island, Korea, November 2007.

YABUKI, N., and Oyama, T. (2007). Application of radio frequency identification technology for management of light weight temporary facility members. In Proceedings of the 2007 ASCE International Workshop on Computing in Civil Engineering, Pittsburgh, USA, July 2007.

YIN, R. K. (1994). Case study research: Design and methods. Thousand Oaks, CA: Sage Publishing.

ZACK, M. H. (2002). Developing a knowledge strategy: Epilogue. In The strategic management of intellectual capital and organizational knowledge: A collection of readings. Oxford, UK: Oxford University Press, pp. 255-268.

ZIETSMAN, E. (2007). How can information and communication technology reduce inefficiencies in the construction industry? <http://www.cib2007.com>. [Accessed January 27, 2012].

CHAPITRE 5 : RFID AS AN ENABLER OF MATERIALS MANAGEMENT : THE CASE OF A FOUR LAYER CONSTRUCITON SUPPLY CHAIN

5.1 ABSTRACT

Among the array of innovative Information and Communication Technologies (ICTs) that could be deployed in the construction industry, radio frequency identification (RFID) technology stands out as a radical innovation that can overcome materials flows deficiencies. This paper, based on an exploratory field research, analyzes the potential of RFID for the management of materials across four layers of one construction supply chain. Results reveal that the RFID-enabled materials management application would lead to a more efficient communication within and between the four layers of the supply chain, more accurate inventories, a tighter project control, more efficient quality controls, and, overall, a smoother optimization of day-to-day materials management. Furthermore, the implementation of this RFID application will reduce project costs by an estimated 2%. Although this cost reduction (2%) appears to be marginal, the RFID project would have a decisive impact on the bottom line with an increase in profits ranging from 17% to 20%.

Keywords: Construction Industry, Construction Supply Chain, Materials Management, RFID Technology

5.2 INTRODUCTION

The construction industry represents a vital segment of every economy [1], accounts in average for 6.5 percent of Gross Domestic Product (GDP) in OECD countries and employs more than 40 million people in the European Union, the United States of America, and Japan combined [2]. The construction industry can be divided into three main areas of activities: 1) Building construction that entails residential, commercial, and institutional building projects generally designed by architects and subsequently realized by contractors and specialty subcontractors; 2) Large scale and civil construction, which mostly comprises public infrastructures. The project designs for these infrastructures are usually prepared by engineers rather than by architects, and, heavy equipment and plants are involved in the construction process.

Roads, highways, railroads, and bridges are the most common examples of this second type of construction; 3) Industrial construction that requires a high level of specialized knowledge and a wide array of multiple competencies [3]. Power generation, manufacturing, oil and gas plants are the key industries where industrial construction can be found. The industrial construction sector is very structured and can be viewed as a series of identifiable phases, namely project evaluation, feasibility study, pre-construction, construction, and commissioning, where the outcomes of each phase provide the basis for the work carried out in the next. Despite the fact that the industrial construction sector is knowledge intensive, highly specialized and well structured, it lags behind several others sectors with respect to the adoption, appropriation and diffusion of innovative Information and Communication Technologies (ICTs). This is particularly the case for the adoption of radio frequency identification (RFID) for materials management applications. This paper focuses on a specific RFID-enabled materials management application in one industrial construction supply chain and presents the main results from a field research conducted in four organizations. The objectives are threefold: first, to analyze the current processes, issues and problems related to materials management; secondly, to assess how the implementation of RFID could affect existing processes and address the main issues and problems; thirdly, to examine the anticipated benefits derived from the RFID implementation.

The paper is structured as follows. Section 5.3 provides an overview of the research context. It starts with a brief description of an RFID system, presents some potential RFID applications in the industrial construction sector, clarifies the concept of the industrial construction supply chain management and discusses the main issues related to materials management. The methodological approach retained for this study is discussed in section 5.4. Preliminary results include the analysis of existing processes, the identification of current “pain points” [4] and prevailing issues, and the evaluation of anticipated benefits derived from the RFID-enabled materials management application.

5.3 BACKGROUND

5.3.1 RFID technology

Radio Frequency Identification technology (RFID) is perceived as “one of the ten greatest causal and contributory technologies of the 21st century” [5]. As an enabling technology for automated

tracking and tracing applications, RFID has “a big impact on logistics and supply chain management” [6]. More specifically, “the use of RFID technology affords an opportunity for greater visibility in the supply chain and further supply chain automation, making the processes more streamlined, providing accurate and timely automatic data capture” [7]. RFID has not only captured the attention of managers, professionals and public policy makers but is also considered as a stimulating research area [8].

Typically, an RFID platform consists of three layers as displayed in Figure 5.1:

- 1) The first layer is composed of RFID tags. Tags can be passive as their power is derived from the electromagnetic waves emitted by the reader’s antenna, or active as an integrated battery allows active transmission. Semi-passive tags incorporate a built-in battery which permits the storage of data on the microchip.
- 2) The second layer represents the antenna, the readers and other ancillary devices that allow the communication via radio frequency waves (i.-e. without a line of sight).
- 3) The third layer corresponds to the middleware (or software platform) that behaves as an overpass between the hardware components found in the first and second layers and the host applications.

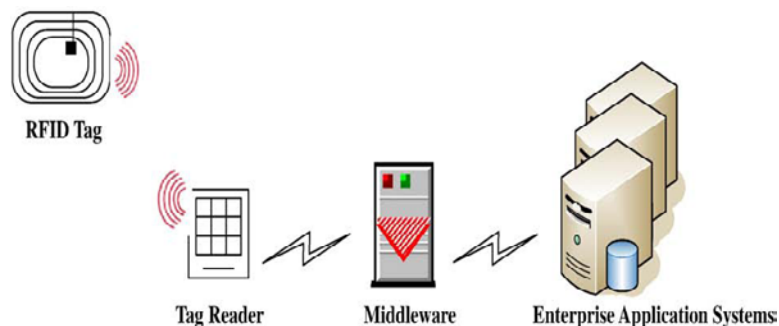


Figure 5.1: Main components of an RFID system (Source: Wang Y.M. and co-authors, 2010 [9])

5.3.2 RFID applications for the industrial construction sector

Radio frequency identification technology (RFID) in the industrial construction industry represents an interesting area for research due to the limited number of studies that have been previously conducted. Past research seems to focus on three main areas for RFID applications, namely supply chain management [10], identification and tracking and, quality management. With respect to *supply chain management* applications, Wang and co-authors [11] demonstrate

how the effectiveness of existing information flows and the convenience of data flows between offices and sites can be enhanced by integrating web portals and radio frequency identification (RFID) technology. This RFID solution enables an effective real time monitoring and control of construction projects while at the same time respecting project budgets and deadlines. In terms of *identification and tracking* applications, Goodrum and co-authors [12] examine the RFID tracking solutions based on active tags. Their research highlighted some major limitations of the RFID technology, namely metal interference and lack of standardization. Dziadak and co-authors [13] analyze the use of RFID for the location of non-metallic buried pipes, and their research results show that pipes placed at a 2.8m depth were accurately located. Song and co-authors [14] perform field tests within a lay-down yard containing a large quantity of metal objects, thereby setting the technical parameters to automatically identify pipe spools. Results show that RFID technology can function accurately within such environments. *Quality management* represents the third area for RFID applications in the literature. For instance, the study conducted by Wang and co-authors demonstrates that material test management information flows efficiency, more specifically for the inspection of concrete specimens, can be improved with RFID technology. An array of additional applications involving RFID technology were either partially examined or not examined at all. Here are some specific examples:

- Reinforcement of job site visibility by implementing tools, equipment, and materials anti-theft systems;
- Strengthening the construction project's life cycle information database by updating data flows on labour, materials, equipment, and tools in real time;
- Support of maintenance operations by i) automating maintenance schedules and ii) by identifying in real time leak areas during the operation phase;
- Respect of environmental laws during the deconstruction and demobilization phases.

5.3.3 The construction supply chain

The concept of supply chain management (SCM) was initially hosted in the manufacturing industry and has played a significant role in a number of industries [15]. Cooper and co-authors (1997) [16] describe the supply chain as “the integration of business processes from end user through original suppliers that provides products, services and information that add value for customers.” Nowadays, intense competition mostly occurs between supply chains rather than

single organizational entities and, as a result, the need for cooperation and collaboration with other supply chain players is greater [17]-[18].

In the construction industry, new management strategies tend to be adopted gradually compared to other industries [19]. This industrial sector is generally characterized by conflicts and disputes, high fragmentation, low productivity, lack of effective and efficient processes within and between organizations, and cost and time overruns [20]. These problems constitute key obstacles to successful supply chain management, although it is recognized as an appropriate strategy among construction firms looking to realize operational efficiencies [21]. The construction supply chain is defined here as the “network of installations/resources and activities that provides added value to the final customer, in the functions of project design, contract management, acquisition/provision of materials and services, production and delivery of raw materials and management of the installations/resources”. The construction supply chain can be divided into three chains (Figure 5.2). First, the materials supply chain corresponds to an unbroken chain of materials flows where materials are defined with respect to their procurement, shipping, receiving, and warehousing, followed by various installation activities. These activities are integrated and the just-in-time concept, the accuracy of the inventory, and the quality control of the materials are duly respected. Second, the equipment supply chain provides the requisite equipment used during the execution of construction activities (e.g. forklifts for lifting, trucks for transportation, and boom trucks for installation purposes) either from, to, or within a specific construction site. Different equipment suppliers are generally hired for an industrial construction site and their contracts should be well managed and issued prior to the execution of the task necessitating this equipment. Third, the skilled workers’ supply chain regulates and oversees the requisite skilled crafts to make use of the procured materials while also furnishing the necessary equipment. There are a number of other key players in the construction supply chain (right end side of Figure 5.2).

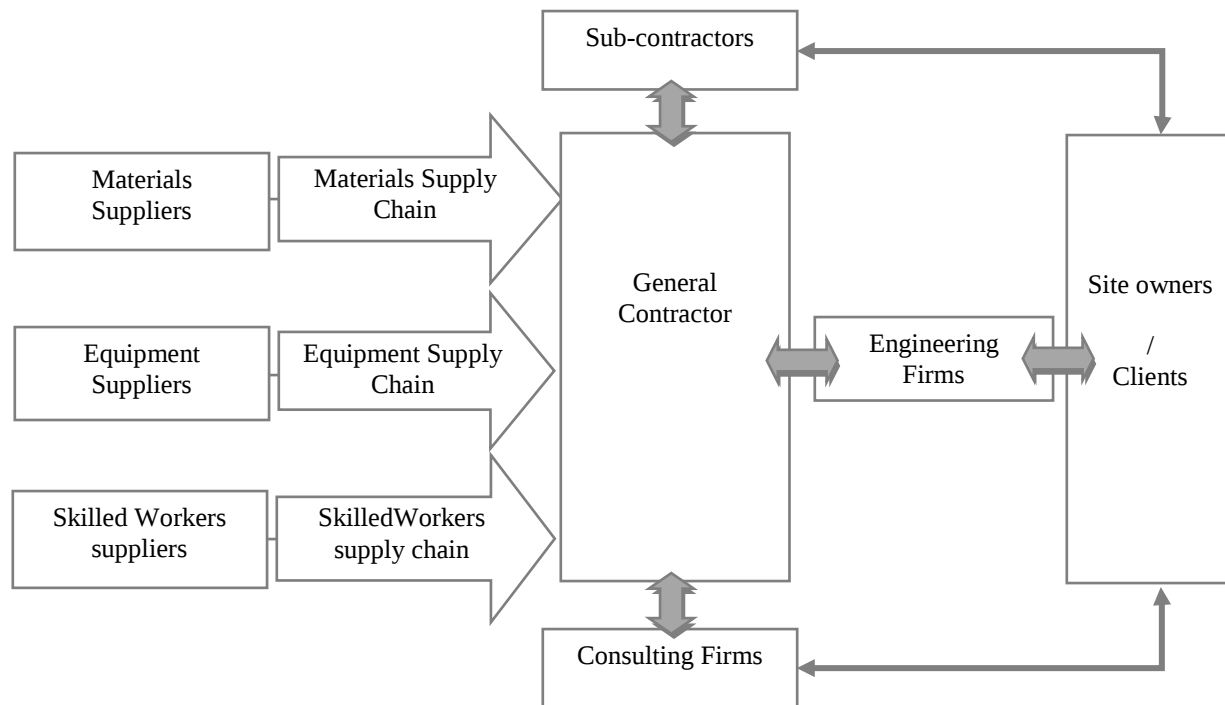


Figure 5.2: An overview of the construction supply chain

The subcontractors, consisting of the various subcontracting firms are hired by the general contractor and are responsible for realizing either specialized or partial tasks as outlined in the overall plan of project duties. Engineering firms always take part in industrial construction projects and provide technical services to the general contractor or to the site owner client prior to the accomplishment of construction tasks, and even before the procurement of materials. Designing and/or modifying roads and bridges and developing construction plans are just some examples of the engineering firms' many tasks.

Consulting firms are increasingly involved in construction work. They provide either casual or daily support to the general contractor or to the site owner construction management team with the general purpose of delivering the project on time and within the existing budget constraints. Project estimation, planning, risk management, cost control, training, and documentation control are just some examples of the work provided by such companies.

5.3.4 Materials Management

The materials management field is perceived as an area with a great need for improvements, necessitating further research in the specific context of the construction industry [22]. Materials

management is considered as one of the crucial fields in construction automation, accounting for nearly 60% of construction project costs [14], where each 1% of savings in expenditure corresponds to an approximately 7.3% increase in profits [23]. Furthermore, a sophisticated construction materials management system is expected to enhance labour productivity by 10% to 12% [24] whereas an ineffective system can lead to approximately 18% work hour overruns. Construction project materials are classified into three classes: 1) Off-the-shelf: available from almost all suppliers specializing in this type of material; 2) Long-lead bulks, comprising materials necessitating a long lead time before their reception (e.g. valves in the oil and gas industries); and 3) engineered materials, composed of a variety of materials manufactured or assembled together based on designated design specifications [25]. Based on an extensive literature review, the materials management faces many criticisms, occasioned mainly by low productivity, cost overruns, and delays in construction schedules.

The following reasons for these criticisms appear to be 1) lack of communication between project team members, 2) ambiguous and inexact exchanges of information between the parties carrying out the construction projects, 3) congestion and inadequate storage facilities, 4) poor materials coordination between supply chain partners, 5) unawareness of the potential for the implementation of the supply chain management concept and many others management tools. To overcome most of these difficulties, RFID must enhance the effectiveness of the materials management processes. Proper identification and localisation of the materials allows saving both time and money, to diminish rework activities, to enhance consistency, and to establish stringent standards for the industry as a whole, especially if we take into consideration the fact that a job site area is not controlled as manufacturer's storage areas [20].

5.4 RESEARCH METHODOLOGY

5.4.1 Research Design

As all research efforts aim at clarifying and understanding the potential of an RFID platform to manage materials in four layers of an integrated industrial construction supply chain (Figure 5.3), the research design corresponds to an exploratory research initiative. Grounded theory approach seems appropriate for two main reasons. First, although the management of RFID in industrial

construction organizations, mainly at the materials management level, is of critical concern, it remains under-investigated.

Second, RFID technology only bears its full potential for materials management when linking four layers of one industrial construction supply chain. However, past research mainly dealt with inter-organizational issues in a dyadic manner (supplier–contractor, or contractor–client relationships).

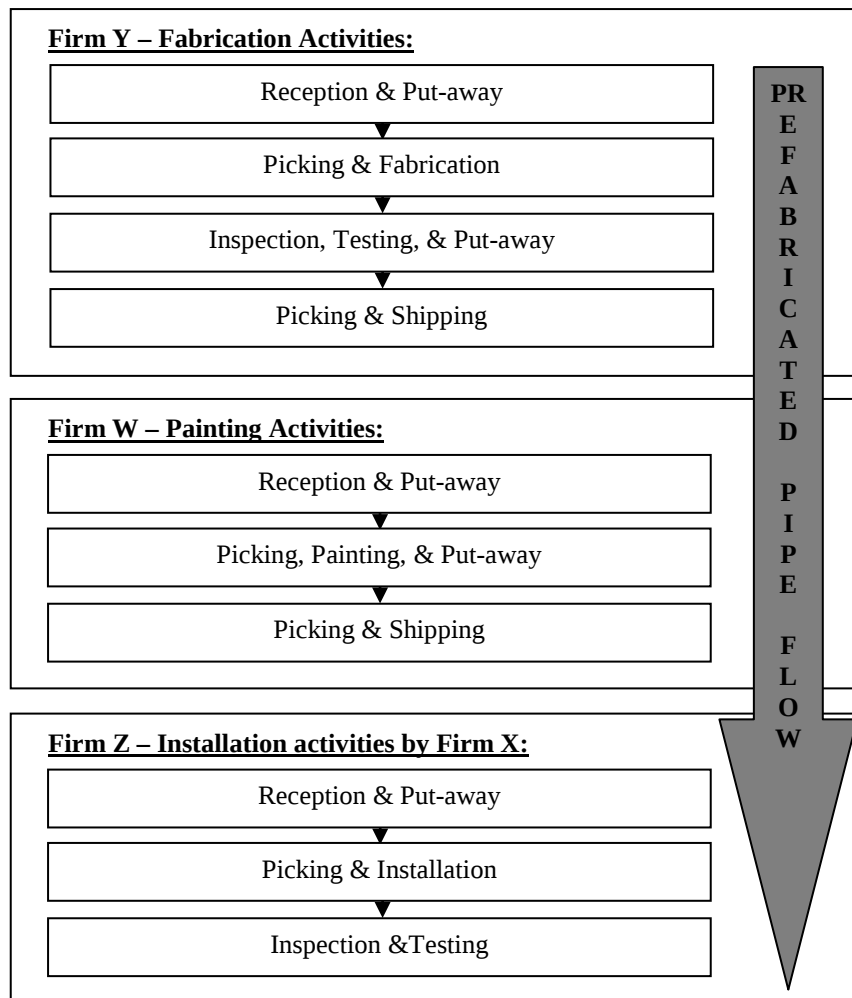


Figure 5.3: The industrial construction supply chain

The field research includes multiple case studies in order to better understand “the dynamics present within single settings” [26]. Ultimately, a preliminary conceptual framework will be drawn from these initial empirically based findings, defined in accordance with grounded theory [27].

The field research study was conducted over a two-year period. The study consists of the 11 steps (Table 5.1). As illustrated in Table 5.1, we have retained a process-based perspective since such a perspective is considered as “a more dynamic description of how an organization acts” [28]. Moreover, this process-dependent viewpoint focuses on how tasks are realized at the intra-organizational [29] and inter-organizational levels and will enable construction organizations to move away from the traditional functional structures and to focus instead on the value creation.

Table 5.1: Field research study

Steps	Description
<i>Step 1</i>	Define the research project parameters and settings
<i>Step 2</i>	Identify material critical activities in the four layer construction supply chain
<i>Step 3</i>	Proceed to data collection
<i>Step 4</i>	Map processes as they are accomplished now (“as is” processes) in the four layer construction supply chain
<i>Step 5</i>	Validate the mapped business processes (on an “as is” basis)
<i>Step 6</i>	Identify the best practices for each critical activity and corresponding appropriate processes in the four layer construction supply chain
<i>Step 7</i>	Elaborate RFID technological and business scenarios for the four layer construction supply chain
<i>Step 8</i>	Analyze key scenarios and select the most appropriate
<i>Step 9</i>	Map processes integrating the RFID platform (“to be” processes) in the four layer construction supply chain
<i>Step 10</i>	Validate processes integrating the RFID platform with key actors from the four layer construction supply chain
<i>Step 11</i>	Determine the anticipated benefits derived from the RFID platform for the four layer construction supply chain

5.4.2 Participating companies and respondents

The field study involves four key players in the construction supply chain, namely one general contractor, two sub-contractors, and one customer (Table 5.2).

Table 5.2: Profile of participating companies

Firms	Role	Annual revenues (in millions \$)
Firm X	General contractor	± \$100M
Firm Y	Fabrication shop	± \$15M
Firm W	Paint shop	± \$5M
Firm Z	Oil refinery	± \$15,00M

Firm X tackles world-class projects in different industry segments; namely mining, power and oil and gas industries. Firm X offers 1) industrial construction and maintenance, 2) building and maintenance of power plants and gas networks, 3) manufacturing of complex piping arrangements and modules, and 4) services in several industrial sectors such as oil, gas, and chemicals, mining and metallurgy, and power. The company is certified ISO9001, ISO14001, and OHSAS 18001.

Firm Y is perceived as a leading piping fabrication shop specialized in providing mainly North American industrial contractors with piping systems of various bore sizes, schedules, types, and configurations, either in carbon steel, stainless steel, or any other alloy. Firm Y also fabricates pressure vessels and boilers, and, participates in shutdowns and facility upgrades mostly in the Oil and Gas Industry. The company is a member of a large set of quality programs, codes and standards (i.e. ISO ISO9001, ISO14001, OHSAS 18001, API, ASME, ANSI, and ASTM).

Firm W is maintaining a leading position in the field of surface preparation and anti-corrosive liquid coating. The organization serves a huge market from different industrial sectors such as oil and gas (i.e. piping systems, tanks refurbishing, etc.), industrial infrastructures (i.e. structures), and power generation (i.e. penstocks, transmission towers). Similarly to Firm Y, Firm W has to follow many standards like the NACE (The National Association of Corrosion Engineers) and the SSPC (Steel Structures Painting Council).

Firm Z represents the job site owner/client where Firm X realizes its construction tasks. Distinguished as one of the strongest energy company in the world, the organization is specialized in refining oil products. The field research was conducted within one of its facilities in North America which is producing more than 120, 000 barrels per day of gasoline, heavy fuel oil, distillates, and solvents.

Figure 5.4 gives a snapshot of one of the research sites where the field research was conducted. It shows some prefabricated pipes after their installation.



Figure 5.4: One research site: some prefabricated pipes after their installation

5.4.3 Data Collection

In order to facilitate the triangulation process [30], the following three sources of evidence were thoroughly examined and analyzed:

- (i) Publicly available information on the construction industry, its stakeholders, the different organizations involved, and the current RFID applications in the management of strategic materials at the intra-organizational and inter-organizational levels;
- (ii) Semi-structured interviews with professionals, managers and technicians who participated to the field research (Table 5.3), for a total of 24 participants;
- (iii) Multiple on-site observations within Firm Y, Firm W, and Firm Z.

Table 5.3: Participants to the field study and their role

Firms	Roles
Firm X	2 executives, 4 project managers, 3 superintendents, 3 field engineers, 2 drafters, 1 planner
Firm Y	1 executive, 1 field engineer, 1 quality engineer, 1 bar coding technician
Firm W	1 operations manager, 1 technician
Firm Z	1 project manager, 2 operations managers

5.5 PRELIMINARY RESULTS FROM THE FIELD STUDY

5.5.1 Current Context and Issues

The materials management processes rely on basic manual and semi-automatic techniques for daily operations. Within the scope of this paper, we conducted a detailed process mapping for one type of material, namely a prefabricated pipe as it moves from Firm Y to Firm W to Firm Z, as illustrated in Tables 5.4.1, 5.4.2, and 5.4.3. Firm Y is responsible for the fabrication of the pipe that requires a judicious mixture of materials with different grades, and specifications, leading to the fabrication of uniquely engineered and prefabricated pipes. Firm Y is considered as a key strategic collaborator in the industrial materials' supply chain and plays a major role in the success or failure of an industrial construction project. Once the prefabricated pipes have been inspected, they are shipped to the painting shop (Firm W) which specializes in metal preparations and coatings. From the painting shop, the prefabricated pipes are sent to the oil and gas refinery (Firm Z) where Firm X (General contractor) is responsible for their installation. From the on-site semi-structured interviews with the 24 participants (Table 5.3), some problems were identified and validated. Problems seem to occur within any level of the supply (i.e. internal problems in firms X, Y, W and Z) but are also due to inappropriate coordination between these four firms.

Table 5.4.1: Detailed mapping of Firm Y “As Is” Processes

Firm Y – Fabrication processes	
Reception & put-away	P1.1 Receive, inspect, unload, then put-away the received materials’ (spools, valves, and fittings) pallets;
Prefabricated pipes picking & fabrication	P1.2 Prepare the spool sheet design after the reception of isometrics from the site owner; P1.3-Send welding procedures and qualification tests to Firm Z representatives for approval; P1.4-Receive welding procedures and qualification tests approval from Firm Z representatives; P1.5-Release the spool sheet drawings to the production floor then attach a bar code label on each of them; P1.6-Send a picking order to the warehouse manager from the fabrication shop manager; P1.7-Send a paper picking order from the warehouse manager to the forklift driver; P1.8-Move the forklift to pick the requested spools’, fittings’, and valves’ pallets from the dedicated lay down area or shelves; P1.9-Repeat the same activity until all requested lots are brought to the designated fabrication area; P1.10-Cut pipes by flame or arc cutting; P1.11-Proceed to fitting while respecting the procedures and specifications; P1.12-Proceed to welding while respecting the procedures and specifications;
Inspection, testing, non-destructive examination, and put-away	P1.13-Send inspection and test plan (ITP) for approval from the shop quality manager to Firm Z representative; P1.14-Inspect visually the welded areas by the shop quality manager; P1.15-Proceed to a non-destructive testing (NDT) by an external laboratory to determine if the work is conforming or not with the specifications; P1.15.1-If the work is conforming, send NDT records to client’s (Firm Z) representative then move to 1.16*; P1.15.2-If the work is non-conforming, treatment of non-conformities followed by other inspections and NDTs shall be realized before moving to 1.16; P1.16-Attach a bar code label to each prefabricated pipe* ; P1.17-Put away the prefabricated pipes pallets using the forklift in the lay down area; P1.18-Repeat the same activity until all lots are putted away; <i>*If a fabrication shop hydrostatic testing is specified on isometric drawings, carry out activities similar to P.3.9, P.3.10, P.3.11, P.3.12, P.3.13 then move to P.3.16.</i> <i>**The bar code label consists of the plant number, the commodity symbol, the line number, the isometric drawing sheet number, & the spool sequential number.</i>
Picking & shipping	P1.20-Pick then ship the pre-fabricated pipes to Firm W reception zone;

Table 5.4.2: Detailed mapping of Firm W “As Is” Processes

Firm W – Painting processes	
Reception & put-away	P2.1-Receive, inspect, unload, then put away the prefabricated pipes;
Prefabricated pipes picking, painting, & put-away	P2.2-Send a picking order from the paint shop manager to the forklift driver; P2.3-Move the forklift to pick the requested prefabricated pipes pallets from the dedicated lay down area; P2.4-Identify the lot in between other lots; P2.5-Repeat the same activity until all requested pallets lots are brought to the designated painting area; P2.6-Based on isometric drawings, if the prefabricated pipe shall not be insulated, skip P2.7 and move to P2.8; P2.7-Based on isometric drawings, if the prefabricated pipe shall be insulated, move to P2.7.1; P2.7.1-Grit blast the prefabricated pipes to be insulated* ; P2.7.2-Put one coat of primer to the prefabricated pipes to be insulated* ; P2.8-Prepare the surface of the prefabricated pipes* ;

	P2.9-Apply different coat to the prefabricated pipes* ; P2.10-Put on a dry film thickness; P2.11-Apply insulation to the prefabricated pipes if specified on isometric drawings; P2.12-Put the coated prefabricated pipe on a pallet; P2.13-Put away the prefabricated pipes pallet using the forklift in the dedicated lay down area; P2.14-Repeat the same activity until all lots are putted away; <i>*Inspection and reporting are carried out at the end of these phases;</i>
Picking & shipping	P2.15-Pick and ship the coated prefabricated pipes with corresponding packing slip/list to Firm X within the site owner (Firm Z);

Table 5.4.3: Detailed mapping of Firm X “As Is” Processes

Firm Z – Installation activities by Firm X	
Reception & put-away	P3.1-Arrival of the coated prefabricated pipes in addition to other key materials (bolts, gaskets, flanged valves, etc...) compulsory to erect final product. These materials are inspected unloaded and putted-away;
Picking & installation	P3.2-Send a paper picking order from the site superintendent or foreman to the forklift driver; P3.3-Move the forklift to pick the requested prefabricated pipes/key materials pallets from the dedicated lay down area; P3.4-Identify the lots in between other lots; P3.5-Repeat the same activity until all requested lots are brought to the designated installation area; P3.6-Proceed to a complete installation* of piping based on isometric drawings and support notes while respecting standards and specifications; P3.7-Repeat the same activity until all piping is successfully installed; <i>* To raise prefabricated pipe, a boom truck is used;</i>
Inspection & testing	P3.8-Proceed to a non-destructive testing (NDT) by an external laboratory to determine if the work is conforming or not with the specifications: P3.8.1-If the work is conforming, move to P3.9; P3.8.2-If the work is non-conforming, treatment of non-conformities followed by other inspections and NDTs shall be realized; P3.9-Proceed to a hydrostatic test: P3.9.1-If the hydrostatic test is specified on isometric drawings, move to P3.10; P3.9.2-If the hydrostatic test is not specified on isometric drawings, move to P3.11.1 then to P3.14; P3.10-Send hydrostatic testing procedures to Firm Z’s representative for approval; P3.11-Make sure that: P3.11.1- All non-conformities have been fixed and approved by Firm Z’s representative(s); P3.11.2-All procedures have been approved by Firm Z’s representative; P3.12-Proceed to hydrostatic testing* ; P3.13-Record accurately all hydrostatic pressure tests** ; P3.14-Deliver the final product to Firm Z representative*** ; <i>* Isometric Piping systems to be tested shall include information such as the test medium, test pressure, location of vents and drains, requirements for isolation;</i> <i>** Example of information that shall be recorded is: 1)the name of the hydrostatic testing contractor; 2) the tested piping line identification; 3) the hydrostatic test date, start time and stop time; 4) the ambient air temperature; etc...;</i> <i>*** Firm X shall furnish all the reports, certificates, and relevant documents to Firm Z.</i>

Tables 5.5.1 (a & b), 5.5.2, and 5.5.3 display the most significant comments made by the participants with respect to current problems or issues. The right hand side of Tables 5.5.1, 5.5.2,

and 5.5.3 indicate the relationship of each comment to one or several processes displayed in Table 5.5.4.

With respect to the use of ICTs, it is clear that Firm Y is the only organization that uses bar coding technologies to track its materials, although mainly at the level of fabrication and warehousing processes. More precisely, an operator firm Y places a barcode label on each prefabricated pipe and scans it at the completion of each of the following activities: drawing of the fabricated pipe, reception of the mark corresponding materials, passage of the materials within the fabrication shop, cutting and welding of the materials together, quality testing, expedition to the paint shop, and finally, shipping to the construction site lay down area. Based on on-site observations, the procedures for the above mentioned activities are inadequately followed and entail frequent manual verifications and monitoring. The operator who is responsible for scanning the barcode label occasionally fails to carry out his task in a timely manner and the barcode label attached to the prefabricated pipe in the fabrication shop may not be read again during the painting or construction stages.

Table 5.5.1 (a): Firm Y's current problems and issues

Firms	Comments from Firm Y participants	Related processes
Firm Y	I.1-“Put-away of the received materials randomly in a storage or lay-down area without filling out the put-away form, leading to a potential loss of materials” ^{1&2} (Executive)	P1.1,P1.17, P1.18
	I.2-“Utilization of the wrong piping materials during the fabrication process” ¹ ; (Quality Engineer)	P1.6, P1.7, P1.11
	I.3-“Hasty procedures for the execution of cutting, fitting, and welding activities without correctly respecting the specifications, leading to a non-acceptance of the materials during the inspection, necessitating a rework” ¹ ; (Field Engineer)	P1.10, P1.11, P1.12
	I.4-“Total duration and the way of accomplishing the cutting, fitting, and welding processes can occasion changes, depending on the pipe fitters' experience. This can also lead to some reworks” ¹ ; (Executive)	P1.10, P1.11, P1.12
	I.5-“It is a mess in the storage area after the reception of rush orders from the general contractor, leading to mix-ups during the put-away and picking activities”; (Executive)	P1.1, P1.8, P1.9, P1.17,P1.20
	I.6-“Paper-based picking processes, leading to wasting time while searching, localizing, and completing the picking order”; (Quality Engineer)	P1.6
	I.7-“Ignoring the unavailability of the picking materials within stock moments prior to transition to fabrication” ^{1&2} ; (Executive)	P1.6, P1.7, P1.8, P1.9
	I.8-“Misidentification, delays, deficiencies, and difficulties in locating materials in or around the fabrication shop”; (Field Engineer)	P1.8, P1.9
	I.9-“Inappropriate application of the non-destructive testing (NDT) and hydrostatic testing specifications”; (Quality Engineer)	P1.13, P1.14, P1.15

¹ Delivery delay of a minimum of 1 week to more than 3 weeks is applicable

² Pre-fabricated pipes' fabrication will only begin pending the availability of all the required materials

Table 5.5.1 (b): Firm Y's current problems and issues

Firms	Comments from Firm Y participants	Related processes
Firm Y	I.10-"Inefficient use of barcoding technology (Failings to scan the barcode label in a timely manner at the completion of each fabrication stage)"; (Bar coding Technician)	P1.5, P1.16
	I.11-"Raw materials or even prefabricated pipes are misplaced or even missing after their fabrication and put-away"; (Field Engineer)	P1.1, P1.17
	I.12-"There exists no system that allows the tracking of the person who either put-away or pick raw materials or prefabricated pipes. This leads to misperceptions especially when a material is missing"; (Executive)	P1.1, P1.8, P1.9, P1.17,P1.20
	I.13-"Once they are painted, prefabricated pipes pallets are sometimes shipped by mistake to the wrong client (or wrong construction site). This results into schedule delays and costs overruns"; (Field Engineer);	P2.15
	I.14-"Quality engineer and pipe fitters must identify the prefabricated pipes that must be tested. This is time consuming"; (Executive)	P1.15, P3.8, P3.9
	I.15-"The list of all previous conformities and non-conformities is documented on paper. Hence their tracking becomes difficult in the case of conflicts with the client (Firm Z)"; (Quality Engineer)	P1.15.1, P1.15.2, P3.8.1, P3.8.2

Table 5.5.2: Firm W's current problems and issues

Firms	Comments from Firm W participants	Related processes
Firm W	II.1-Same as I.1, I.6, I.7, I.8; (Operation Manager)	P2.1, P2.2, P2.3, P2.4, P2.5, P2.12,
	II.2-Same as I.4 while accomplishing insulation and/or coatings processes; (Technician)	P2.7, P2.8, P2.9,
	II.3-"Unuse of the barcoding labels during the painting stage"; (Operation Manager)	P2.2, P2.3, P2.5, P2.7.2, P2.8, P2.10,
	II.4-"Non-following of the right specifications while preparing prefabricated pipes surfaces"; (Operation Manager)	P2.8
	II.5-"Application of the wrong painting code and specifications during the painting process"; (Technician)	P2.9
	II.6-"Unreliability of some documentation specifications data (i.e. Metals' Temperature, Ambient Air Temperature, etc...)"; (Operation Manager)	P2.8, P2.9, P2.10
	II.7-"Conducting simple warehousing functions is too labour intensive compared with the core business activities". (Operation Manager)	P2.1, P2.2, P2.4, P2.5, P2.14

Table 5.5.3: Firm X & Z's current problems and issues

Firms	Comments from X and Z participants	Related processes
Firm X within Firm Z	III.1-Same as I.1 - "Off-loading of the materials in the wrong warehouse/storage location without prior notification to the construction site project manager or the site engineer"; (Project Manager and Executive); (Project Manager)	P3.1
	III.2-Same as I.2, I.3, I.4 and I.9; (Superintendent)	P3.6, P3.8, P3.12
	III.3-Same as I.6, I.7, and I.8; (Executive)	P3.2, P3.3, P3.4,
	III.4-Same as I.14 prior to installation; (Project Manager)	P3.2, P3.3, P3.5
	III.5-"Same as I.10 within the construction site".(Executive and Project Manager)	P3.3, P3.4, P3.5

5.6 RETAINED SCENARIOS INTEGRATING RFID TECHNOLOGY

The retained technological scenario represents an RFID-enabled materials management system (Tables 5.6.1, 5.6.2, and 5.6.3) that could address most problems and issues raised by the 24 participants (Tables 5.5.1, 5.5.2, and 5.5.3). Certain technological assumptions have been taken into consideration concerning the product value chain of each of the firms:

1. Programmed semi-passive RFID tags are placed on the procured materials by suppliers;
2. Programmed RFID tags are placed: 1) on the prefabricated pipes shipping pallets, and 2) at the end of the inspection phase of each prefabricated pipe within Firm Y;
3. Programmed RFID tags are placed on the Firm Y trailer;
4. An identification (ID) card embedding a passive RFID chip will be used to identify each participating project member;
5. Forklifts and boom trucks are mounted with RFID readers;
6. RFID readers are hand-held;
7. There are readers at the entrance/exit doors of Firm Y, Firm W, and Firm Z;
8. There are fixed readers in the storage area and at the lay down area of Firm Y, Firm W, and Firm Z;
9. A middleware application can be integrated to the firms' WMS, and this can be readily implemented.

Table 5.6.1: RFID-enabled prefabricated pipes management at Firm Y

Firms	Main activities	RFID benefits on prefabricated pipes' processes	Resolved issues
Firm Y	Picking	B1.1 Automatically localize the lay-down or storage location area prior to materials picking via the mounted RFID forklift/boom truck;	I.5, I.6
		B1.2 Eliminate misplacements, recovery time, and even loss of the prefabricated pipes prior to fabrication by tracking them in the lay-down area;	I.5, I.6, I.8
		B1.3 Eliminate picking check-in time, thus standardizing picking procedures and processes;	I.6, I.8
		B1.4 Semi-automate the validation processes (i.e. picked pallets counting);	
		B1.5 Allow a better visibility and management of out-of-stock materials;	I.7
		B1.6 Allow an accurate wave picking method where more than one craft can pick the required parts in the same order prior to fabrication;	I.6, I.8
		B1.7 Facilitate accurate picking-to-fabrication eliminating the staging processes;	I.6, I.8
		B1.8 Allow authentication by ensuring that only authorized employees are picking raw materials prior to fabrication	I.12
	Fabrication	B1.9 Proceed to an accurate semi-automatic identification (using a handled RFID reader) of the prefabricated pipes materials' specifications (exact sizes, diameters, rating (classes), types, schedules, grades, and lengths) that will be used during the fabrication stage;	I.2
		B1.10 Standardize the fabrication (cutting, fittings, and welding), painting, and installation processes by monitoring their workflow and sequences;	I.3, I.4
		B1.11 Track the past events for fabricated and prefabricated pipes;	I.11
	Put-away after fabrication	B1.12 Automatically assign a put-away storage or lay-down area upon the fabrication of the prefabricated pipes (location information is extracted from mounted RFID forklift/boom truck);	I.1
		B1.13 Eliminate put-away searching time, hence standardizing put-away procedures;	I.1, I.6
		B1.14 Increase yield and capacity utilization by eliminating the put-away mess in the storage or lay-down areas;	I.1, I.5
		B1.15 Track in real-time the location of prefabricated pipes storage. This enhances security;	I.11
		B1.16 Update in real-time the warehouse management system (WMS) database;	I.10
	Picking after fabrication and prior to shipping	B1.17 Automatically link the picked prefabricated pipes with the corresponding order prior to shipping;	I.13
		B1.18 Allow an accurate batch picking, also known as mixed order picking, thus increasing picking operations productivity;	I.13
		B1.19 Allow an accurate picking-to-trailer, eliminating the staging processes;	I.6, I.8
		B1.20 Receive the right orders at the right place and the right time while informing the fabrication shop manager about the shipping status of the prefabricated pipes;	I.5, I.6, I.13
		B1.21 Eliminate shipping errors, and hence, the returns claims;	I.13
	Inspection, testing, & non-destructive examination	B1.22 Automatically identify the prefabricated pipes to be tested;	I.9
		B1.23 Semi-automatically identify the prefabricated pipes that must be tested;	I.14
		B1.24 Semi-automatically approve testing acceptance;	I.15

Table 5.6.2: RFID-enabled prefabricated pipes management at Firm W

Firms	Main activities	RFID benefits on prefabricated pipes' processes	Resolved issues
Firm W	Picking	Same as B1.1, B1.2, B1.3, B1.4, B1.5, B1.6, B1.7, B1.8;	-
		B2.1 Automatically identify the prefabricated pipes to be coated (within Firm W);	II.1
	Painting	Same 1.9 and B1.10;	-
		B2.2 Identify accurately and semi-automatically (using a handled RFID reader) of the prefabricated pipes painting codes and specifications prior to the painting phase;	II.2, II.4, II.5, II.6
	Put-away after painting	Same as B1.12, B1.13, B1.14, and B1.15;	-
		B2.3 Provide greater visibility of prefabricated pipes inventory;	II.1
		B2.4 Reallocate resources for added value activities, hence improving productivity;	II.7
		B2.5 Automate and semi-automate data collection tasks (e.g. pallets' counting, receipts versus packing slips);	II.1, II.7
	Picking prior to shipping	Same as B1.17, B1.18, B1.19, B1.20, and B1.21;	-
	Inspection and testing	Same as B1.22, B1.23, and B1.24;	-

Table 5.6.3: RFID-enabled prefabricated pipes management at Firm Z

Firms	Main activities	RFID benefits on prefabricated pipes' processes	Resolved issues
Firm X within Firm Z	Picking	Same as B1.1, B1.2, B1.3, B1.4, B1.5, B1.6, B1.7, B1.8;	-
		B3.1 Automatically identify the prefabricated pipes to be installed by reading their mark number* (MK);	III.4
	Installation	Same 1.9 and B1.10;	-
	Inspection and testing	Same as B1.22, B1.23, and B1.24.	-

*A mark number is the serial number of each prefabricated pipe identified (e.g.: P.P. 8954521 - 1-5-445B2B-Sht 2-MK1)

PO number Line number Sheet number

5.7 ANTICIPATED BENEFITS

The overall expectation of the participants with respect to RFID can be summarized as follows: RFID technology could help their firms to meet the demands of their customers' portfolio and to reduce their operating costs. If we take a closer look at the way RFID would modify or transform the current processes (Tables 5.6.1, 5.6.2, and 5.6.3), we get a more detailed and accurate assessment of anticipated benefits. For the fabrication, painting, and installation activities, the system would eliminate non-added value processes, automate or semi-automate existing processes, and could allow the emergence of more intelligent processes. The analysis of the results presented in Tables 5.6.1, 5.6.2, and 5.6.3 demonstrates that the implementation of RFID in the four layer industrial construction supply chain can have a positive impact and added value

to the current materials management processes, mainly with respect to: 1) communication (B1.1, B1.9, B1.11, B1.14), 2) project control (B1.5, B1.10, B1.21, B2.2, B3.1), 3) inventory control and management (B1.3, B1.5, B1.12, B1.13, B1.17, and B1.19), and 4) quality management (B1.22, B1.23, B1.24).

Communication features can also be improved using RFID technology. By automating business processes and integrating information flows through the entire materials' supply chain, key players will be constantly kept informed of the status of the material (incorporated in the RFID tag) whenever needed.

Table 5.7: An example of the cost structure for the installation phase for one typical project

Costs	Costs description	% of total project
Direct costs	Pipe Fitters Salaries	45.5%
	Welders Salaries	11.5%
Indirect costs	Project Manager Salary	8.0%
	Forman Salary	6.5%
	Project Controller	6.5%
	Safety Agent	6.0%
	Boom Truck	12.0%
	Compressors	2.0%
	Pick-up Rentals	1.0%
	Office Trailer	0.5%
	Tools	0.5%
Total		100%

This will lead to a stronger interaction and prevent misunderstandings, conflicts, and delayed responses. Additionally, its adoption will permit managers to smooth over complexities, and eliminate paperwork within and between organizations, for instance by automatically generating an electronic bill of lading and a packing list.

With respect to the **project control level** including planning and cost control, RFID technology represents a key trigger for the diminution of a given construction project's end date. This enables managers to cut down schedule lags, delays, and better manage construction project schedules by monitoring the exact reception date of the procured materials. On-site monitoring of start and final completion installation dates enables planners to use this schedule as a reference for future projects.

Based on the cost structure of one typical project (see Table 5.7), the participants estimated that the envisioned RFID yields savings of at least 2%. Although this costs reduction (2%) appears to be marginal, the RFID project would have a decisive impact on the bottom line with an increase in profits ranging from 17% to 20%.

At the level of **inventories' control and management**, by automating the reception, put-away, picking, and shipping processes using RFID technology, prefabricated pipes can be tracked and instantly traced, relevant data can be gathered automatically, and the remaining quantity of the materials' inventory will be controlled promptly and efficiently. In other words, the coupling of the technology with the inventories' processes will help to facilitate the entire visibility of the prefabricated pipes' inventory, which will in turn facilitate decision-making, improve work productivity by limiting avoidable mishaps, decrease time spent on searching for misplaced materials, and prevent their robbery, loss, and deterioration.

From a **quality management perspective**, RFID technology will improve the quality of services by automating (i.e. the reception of an e-mail/text message indicating the shipped date of the material and its expected reception date), if not eliminating non-added value processes (i.e. paperwork).

Moreover, in so doing, increased trust will be secured between the construction supply chain's key players, and better relationships will likewise be reinforced. Moreover, in Firm X, the Firm's quality technicians and inspectors will start reporting precise and concise information within their inspection and test plans (ITPs). Additionally, materials' installation procedures will be ensured (i.e. recording the right valve pressures and locations on the RFID tag), which will thereby help to prevent breakdowns, and facilitate maintenance operations whenever they are needed, based on the scheduled maintenance priorities.

5.8 CONCLUSION

Implementing an RFID-enabled material management system is expected to create a strong synergy, transparency, and visibility among the industrial construction supply chain partners, and thereby allows higher levels of strategic, operational, and tactical efficiency. Participants also anticipate a streamlined integration of information flows throughout the entire chain, and thereby preventing delayed responses, conflicts, and misunderstandings. A close examination of the

impacts of RFID on current processes reveals that the RFID-enabled materials management application would lead to a more efficient communication within and between the four layers of the supply chain, more accurate inventories, a tighter project control, more efficient quality controls, and, overall, a smoother optimization of day-to-day materials management.

Although the above mentioned benefits are compelling, the RFID-enabled materials management application may face critical inter-organizational issues. Indeed, as long as the strategic intents for this application are convergent for all partners, RFID implementation appears to be viable. However, the competitive nature of the industry does not encourage a complete sharing of information and limits certain practices between participating firms since today's subcontractors will become tomorrow's competitors. Moreover, there is a residual lack of trust between construction firms, due mainly to the limited duration of construction projects, which hinder construction organizations from cooperating and collaborating over long periods of time, and thus learning to trust one another.

5.9 REFERENCES

- [1] C. Chiu, M. Wang, "An Integrated DEA-based Model to Measuring Financial Performance of Construction Companies", *WSEAS Transactions on Business and Economics*, vol. 8, no. 1, 2011, pp. 1-15.
- [2] Organisation for Economic Co-operation and Development. (2008). *Competition in the Construction Industry*. [Online]. Available: <http://www.oecd.org/dataoecd/32/55/41765075.pdf>
- [3] E. Ergen and B. Akinci, "An Overview of Approaches for Utilizing RFID in Construction Industry", in *2007 Proc. of the 1st Conf. RFID Eurasia*.
- [4] E. Lefebvre, L. Castro, L.A. Lefebvre, "Prevailing issues related to RFID implementation in the healthcare sector," in *2011 proc. 10th WSEAS International Conference on Applied Computer and Applied Computational Science (ACACOS)*, pp. 266-272.
- [5] C.C. Chao, J.M. Yang, and W.Y. Jen, "Determining Technology Trends and Forecasts of RFID by a Historical Review and Bibliometric Analysis from 1991 to 2005," *Technovation*, vol. 27, no. 5, 2007, pp. 268-279.

- [6] Radosavljevic, M., "How Could Construction Supply Chain benefit from RFID/GPS Integration: A Knowledge Management Perspective", in *2007 Proc. CIB W102 3rd International Conference*, pp.1-10.
- [7] R. Souza, M. Goh, B. Sundarkani, W.T. Wai, K. Toh, W. Yong, "Return on investment calculator for RFID ecosystem of high tech company," *Computers in Industry*, vol. 62, no. 8-9, 2011, pp.820-829.
- [8] W-P Liao, T.M.Y Lin, S-H Liap, "Contributions to Radio Frequency Identification (RFID) research: An assessment of SCI-, SSCI-indexed papers from 2004 to 2008," *Decision Support Systems*, vol.50, no. 2, 2011, pp.548-556.
- [9] Y.M. Wang, Y.S. Wang, Y.F. Yang "Understanding the determinants of RFID adoption in the manufacturing industry," *Technological Forecasting & Social Change*, vol.77, no. 5, pp.803-815.
- [10] C.Y. Su, J. Roan, "Investigating the Impacts of RFID Application on Supply Chain Dynamics with Chaos Theory," *WSEAS Transactions on Information Science and Applications*, vol. 8, no. 1, 2011, pp. 1-17.
- [11] L.C. Wang, Y.C. Lin, and P. H., Lin, "Dynamic Mobile RFID-Based Supply Chain Control and Management System in Construction," *Adv. Engineering Informatics*, vol. 21, no. 4 2006, pp. 377–390.
- [12] P.M. Goodrum, M.A. McLaren, and A. Durfee, "The Application of Active Radio Frequency Identification Technology for Tool Tracking on Construction Job Sites," *Automation in Construction*, vol. 15, no. 3, 2005, pp. 292-302.
- [13] K. Dziadak, J. Sommerville, B. Kumar, "RFID Based 3D Buried Assets Location System", *ITCon*, Vol. 13, no. 11 , 2008, pp.155-165.
- [14] J. Song, C. T. Haas, C. Caldas, E. Ergen, B. Akinci, "Automating the Task of Tracking the Delivery and Receipt of Fabricated Pipe Spools in Industrial Projects," *Automation in Construction*, vol.15, no.2, 2006, pp. 166 – 177.

- [15] R. Vrijhoef and L. Koskela, "Roles of Supply Chain Management in Construction," in *1999 Proc. IGLC-7*, pp.133-146.
- [16] M.C. Cooper, D.M. Lambert, and J.D. Pagh "Supply Chain Management: More Than a New Name for Logistics," *International Journal of Logistics Management*, vol.8, no. 1, 1997, pp. 1-14.
- [17] D. Knoppen, E. Christiaanse, M. Huysman (2010) "Supply chain relationships: Exploring the linkage between inter-organisational adaptation and learning" *Journal of Purchasing & Supply Management* vol. 16, no. 3, 2010, pp. 195–205.
- [18] C.S. Marques, and J. Ferreira "SME innovative capacity, competitive advantage and performance in a 'Traditional' Industrial Region of Portugal," *Journal of Technology Management and Innovation*, vol.4, no. 4, 2009, pp 53-68.
- [19] T. Pinhol, J. Telhada, and M. S. Carvalho, "Definition of a Supply Chain Management Model in Construction-Case Study," in *2007 Proc. IGLC*, pp. 192-197.
- [20] J.C.P. Cheng, H.L. Kincho, H. Bjornsson, A. Jones, R. Sriram "A service oriented framework for construction supply chain integration," *Automation in Construction*, vol.19, no. 2, 2010, pp. 245-260.
- [21] A. Akintola, G. McIntosh, and E. Fitzgerald, "A survey of supply chain collaboration and management in the UK construction industry", *Eur. J. of Purchasing & Supply Management*, vol. 6, no. 3-4, 2000, pp. 159-168.
- [22] R. Navon, O. Berkovich, "Automated Materials Management and Control Model," In *2005 proc. Construction Research Congress* pp.1-9.
- [23] L. Chadwick, "Materials Management, Profitability and the Construction Industry", presented at the 1982 CIOB, Ascot, UK.
- [24] Z. Ren, C.J. Anumba, J. Tah "RFID-facilitated construction materials management (RFID-CMM) – A case study of water-supply project," *Advanced Engineering Informatics*, vol.25, no. 2, 2011, pp. 198–207.

- [25] D.W. Halpin, A.L. Escalona, and P.M. Szmurlo, "Work Packaging for Project Control," presented at 1987 Construction Industry Institute, Austin, TX.
- [26] K. M. Eisenhardt, "Building Theories from Case Study Research Academy of Management", *The Academy of Management Rev.*, vol. 14, no. 4, 1989, pp. 532-550.
- [27] B. Glaser, *Doing Grounded Theory: Issues and Discussion*, Mill Valley, CA: Sociology Press, 1998.
- [28] S. Magal, R. Simha, M. Feng, and P. A. Essex, "An Exploratory Study of Web-based Electronic Commerce Applications", *J. of Information Technology Theory and Application*, vol. 3, no. 5, 2001, pp.139-149.
- [29] T.H. Davenport, *Process Innovation: Re-engineering Work through Information Technology*, Boston, MA: Harvard Business School Press, pp.337, 1993.
- [30] R. Yin, *Case study research: Design and methods*, Beverly Hills, CA: Sage Publishing, 1994.

CHAPITRE 6 : INTELLIGENT INSPECTION PROCESSES FOR INTELLIGENT MAINTENANCE : THE POTENTIAL OF RFID IN THE PETROLEUM INDUSTRY

6.1 ABSTRACT

The paper attempts to assess the potential of RFID (Radio Frequency Identification) technology to improve pipe inspection and maintenance in a refinery and to mitigate critical risks associated with piping systems in such facility. Results demonstrate that the added value of RFID is mainly derived from its introspection capabilities: “self-conscious” intelligent objects (in this case, pipes) become easier to monitor and control. Moreover, intelligent processes are derived from the RFID system, either for inspection (e.g. remote measurement and control of pipes external wall thickness and fitness), or for maintenance (by improving regulatory reporting, controlling staff access prior to inspection and maintenance, and, planning and streamlining an appropriate maintenance strategy). Finally, the RFID-enabled inspection and maintenance management system supports both explicit and implicit knowledge and is conducive to new organizational and inter-organizational knowledge creation.

Keywords: RFID Technology, Inspection And Maintenance Management, Risks Assessment, Knowledge Management, Petroleum Industry

6.2 INTRODUCTION

The petroleum industry represents a fundamental segment of many national economies[1]. For instance, it accounts for 5.2% of total employment and a 6.3% of total labor income in the U.S.[2]. The outputs from the petroleum industry are also vital for many industrial sectors including energy, manufacturing, transportation, logistics, and goods and services[3]. This multifaceted industry that relies on a large number of trades and competences can be broadly divided into the “upstream” side, which encompasses exploration, drilling, and production of crude oil and gas products, and the “downstream” side, which comprises refining, processing, distribution, and marketing activities. Both the upstream and downstream sides can operate onshore and offshore. In addition to the critical risks associated with exploration, drilling, production, refining, and processing, the industry faces some complex challenges, in particular (1) rigorous environmental regulations; (2) traditional, outdated management of downstream

assets (e.g., pipes) or activities (e.g., the inspection and maintenance of pipes); (3) a rising number of operational inefficiencies and strong competition among industry key players and multinationals([4];[5]).

To address such challenges, the industry is increasingly considering the potential of mobile technologies such as RFID (Radio Frequency Identification) technology for both upstream and downstream activities. As in many other industrial sectors, RFID applications are mostly centered on the transportation and distribution network ([6];[7];[8]). This paper focuses on RFID's potential for one specific downstream activity, namely the inspection and maintenance of pipes in refinery sites. Three objectives are pursued: (1) to identify and evaluate the main risks associated with piping systems in refinery sites; (2) to assess how RFID could mitigate such risks; (3) to explore whether, in addition to its tracking and tracing capacities, RFID could make inspection and maintenance processes more intelligent and foster increased levels of knowledge. The paper is organized as follows. Sections 6.3 to 6.5 offer an overview of the research context: they examine the main risks and issues associated with refining processes, highlight the potential for knowledge management to overcome such risks, and present the main characteristics of RFID. The research design is discussed in section 6.6, while section 6.7 discusses the main empirical results. The implications of these findings are examined in the conclusion.

6.3 THE IMPACTS OF PETROLEUM REFINERIES: ADDRESSING RISKS MORE EFFECTIVELY

Risk management at petroleum refineries must take into consideration the specific and complex processes engaged in at these sites. Adverse impacts on the environment and human health may arise either from daily operations (section 2.1) or from accidents (section 2.2), both of which create their share of environmental, social and financial burdens. Environmental legislation is increasingly stringent and provides for more severe financial penalties for adverse non-accidental impacts. However, accidents at petroleum refineries are in the spotlight: they are widely publicized and can be very costly[9]. They may entail the interruption of operations, the construction of new process units, or substantial fines[9].

6.3.1 Impacts of daily operations

Petroleum refineries are very energy-intensive[10]. Of all the manufacturing sectors in the U.S., they contribute the most to greenhouse gas emissions and thus to global warming and climate changes[10]. Furthermore, in the U.S. petroleum refineries are considered as the worst polluters among all four-digit SIC sectors, ranking respectively first and third in terms of the volatile organic compounds and NO_x released annually into the environment[11].

Refineries typically contain several processing units to transform crude oil into products such as diesel, petrol, fuel oil, lubricating oils, waxes and asphalt. The processing units usually perform desalting, distillation (or fractionation), reforming, extraction, and waste recovery and treatment. All of these processing units have some adverse impacts on the environment. For instance, crude desalting means that crude oil is washed with water in order to remove many undesirable contaminants and impurities, such as inorganic salts, drilling mud, and sand. In a typical refinery, desalting represents the largest source of waste water: the effluent wash water from the desalters is contaminated (benzene being one of the major concerns). Desalting also constitutes a significant source of toxic air emissions including volatile organic compounds (VOCs) and benzene. Fluid catalytic cracking, one of the most critical subprocesses of reforming, constitutes another example of the serious adverse impacts generated by refining activities: this process is considered as the largest source of emissions of SO₂, NO_x, CO, particulate matter, and metals. Soil contamination also represents an area of concern: spills and leaks may occur before, during and after production.

Safety and health risks and disorders related to daily refinery plant activities are extensively documented in the literature[12]. The human health impacts of petroleum refineries include respiratory problems such as asthma and bronchitis, skin irritations, birth defects, leukemia, and cancers[13]. For instance, benzene, a significant component of refinery air emissions, is a known carcinogen[14].

6.3.2 Accidents and violations in petroleum refineries: Pipes as a high-risk component

Petroleum refineries are struggling to meet increasing worldwide demand. Nowadays, American refineries are running at almost full capacity and are still unable to meet domestic demand[15]. As well, they face stricter legislation [16] and, following some highly publicized accidents, they are under increased public scrutiny[17].

Accidents are common in petroleum refineries: they include explosions, fires, and chemical and gas leaks. These accidents create unexpected and higher-than-usual levels of pollution, which, in turn, entail more severe exposure to pollutants and more serious health impacts. Faulty pipes in petroleum refineries constitute an area of serious concern. Pipes are, of course, omnipresent in these facilities. They look like a maze of complex loops whose main function is to transport a variety of fluids within and between the different process units. These fluids, which may be hazardous or highly combustible, include crude oil, waste water, hydrocarbons or sludges and end products such as diesel, petrol and fuel oil. Piping segments represent 60% to 80% of any risk-based inspection study and one-third of all major equipment[18]. Pipes come under intense scrutiny as they are often the cause of deadly accidents. For example, the 2012 explosion in the Amuay Refinery located in Venezuela caused the death of 42 workers and injured 150. Delayed maintenance of pipe breaks and leaks was linked to this disaster[19]. Also in 2012, an explosion occurred in the Chevron Refinery in California. Corrosion of pipes was identified as the cause of this accident: the pipes' wall thickness had dropped from 5/16 to 1/16 of an inch[20]. As facilities age, violations and fines due to faulty pipes are increasing. For example, the Occupational Health and Safety Administration cited Delek U.S. Holdings Inc. for 30 violations related to pipe operations. For similar reasons, New Mexican regulators fined the Navajo refinery in Artesi, New Mexico, \$707,000[21].

Based on the above discussion, one can conclude that pipes pose considerable risks in petroleum refineries and should be thoroughly inspected and maintained.

6.4 KNOWLEDGE MANAGEMENT IN THE PETROLEUM INDUSTRY

Knowledge management can be defined as “an integrated, systematic approach to identifying, managing and sharing all of an enterprise's information assets, including databases, documents, policies and procedures, as well as previously unarticulated expertise and experience resident in individual workers”[22]. Several authors stress that knowledge management generates competitive advantages ([23];[24]) and added business value (Gurteen, 1998). More specifically, knowledge management enables an organization to build intellectual capital, reduce the time and costs related to problem-solving, and enhance decision-making, communication and the sharing of best practices in real time ([25];[26]).

In the petroleum industry, explicit knowledge[27] is omnipresent: in fact, knowledge is codified in an official, methodical, and organized manner as procedures, instructions, and manuals; moreover training, lessons learned, and best practices are widely available. For instance, explicit knowledge is thoroughly documented in OHSAS 18001 (Occupational Health and Safety Assessment Series), API (American Petroleum Institute), ASME (American Society of Mechanical Engineers), ANSI (American National Standards Institute), TSSA (Technical Standards and Safety Authority), PFI (Pipe Fabrication Institute), and ASTM (American Society for Testing and Materials). Tacit knowledge[27] is perceived as instinctive and implicit; it is difficult to retrieve and transfer since mutual trust and widespread personal contact are required to share it successfully[28].

According to[29, p.1], many industry stakeholders in the petroleum industry recognize the potential of knowledge management. For instance, Brendan O'Neill from Imperial Chemicals Industries stated that "Knowledge management is the framework for innovation to succeed in the new business while adapting employees to the rapidly changing operating environment." Ken Derr of Chevron recounted his own experience and stated that "we learned that we could use knowledge to drive learning and improvement in our company. We emphasize shopping for knowledge outside our organization rather than trying to invent everything ourselves. Every day that a better idea goes unused is a lost opportunity. We have to share more, and we have to share faster" (Leavitt, 2002, p.1).

Despite the overall recognition of the importance of knowledge management, organizations in the petroleum industry experience some shortcomings and weaknesses[30]. These include the lack of common terminology, ineffective and limited transfer of tacit knowledge, unsuccessful knowledge management programs, the complexity of industry culture, and the tendency to choose one technological solution instead of creating custom solutions that embed several methods and technologies ([31];[25];[32]).

Knowledge management in the petroleum industry, especially for pipe inspection and maintenance activities, appears to be crucial due to the inherent risks of these facilities.

6.5 THE POTENTIAL AND LIMITATIONS OF RFID FOR THE PETROLEUM INDUSTRY

Mobile technologies, considered to be the next wave in IT[32], are defined as “an emerging phenomenon in the business world supporting geographically distributed work”[33, p.1], that “support computing on the move using portable devices through wireless networks”[32]. According to[32], these portable information and communication technologies (ICTs) are gaining increased recognition in almost all industries by positively transforming their practices. These technologies offer a number of features that improve coordination, connectivity, communication, collaboration, flexibility, interactivity, information sharing, knowledge exchange, location awareness, productivity, and many other factors. Among the array of mobile computing and communication technologies, RFID is considered as a key innovation for the petroleum industry.

6.5.1 Components of an RFID infrastructure

A typical RFID system consists of three main components: tags, readers, and middleware.

RFID tags are generally attached to the object, item or individual that needs to be tracked and traced. These tags are composed of two main devices. The first consists of a miniaturized chip that stores the collected data in real time while the second is a tiny antenna that enables the transmission of information to the reader via radio waves. Three different types of tags are currently used. Passive tags rely on the power derived from the electromagnetic waves emitted by the reader’s antenna. Active tags have an integrated battery that allows active transmission and offers longer-distance communication and a larger memory capacity than passive tags. Semi-passive tags incorporate a built-in battery that feeds the integrated circuits and sensors. Different types of tags may be used depending on the RFID system’s function. For instance, passive tags can be used for access control applications, active tags for trailers, containers, or valuable asset tracking, and semi-passive tags for cold chain tracking applications.

Readers represent the second component of an RFID infrastructure. RFID readers basically have an antenna for communication and a transmitter/receiver for the transmission of radio waves and the collection of data to and from the chip embedded in the tag. Fixed RFID readers are standalone devices that can be placed permanently in a facility (e.g., at a receiving dock’s door). Mobile readers are wireless and move to different locations when needed. Passive tags have to be

fairly close to the readers (up to a few feet) but the reading range for active tags is much higher, reaching a few hundred feet.

The middleware, the third component of the RFID infrastructure, broadly refers to the software that connects and filters the data collected from the RFID readers to the enterprise information system (e.g., ERP, WMS, or TMS).

6.5.2 RFID applications in the petroleum industry

RFID technology is perceived as “a transformative innovation that could eventually change the way business is conducted and revolutionize the supply chain”[35, p.388], promising “real-time context awareness and item-level accuracy for the automation of business processes”[36]. RFID applications are found in many industries[37]. In the petroleum industry, tracing and tracking assets such as vehicles, cranes, tools and supplies represent a key RFID application. With the real-time visibility capacity of RFID, delivery operations, such as fleet management solutions for crude oil tankers, can be streamlined. RFID can automatically monitor the movements of personnel and thereby increase their safety in geographically dispersed or hazardous environments. Pipeline inspection and maintenance are labor-intensive and costly processes that can also be improved with RFID. Many companies are pushing for more homogeneous standards and approaches [38] in order to better capture the added value of RFID within the supply chain. In particular, on the downstream side of the supply chain, especially at the oil refinery level, RFID holds the potential to increase production yields and throughputs, support corporate visibility, and enhance quality control practices[39].

6.5.3 RFID limitations in the petroleum industry

Despite its numerous advantages for the petroleum industry, RFID faces a number of obstacles related to their adoption and implementation. For one thing, adoption and implementation costs can be prohibitive. Even though tags and readers tend to be reasonably priced[35], the costs related to the RFID system’s software integration and implementation, in addition to its supporting infrastructure, are rather high[40]. The lack of common standards is also an area of concern as “many oil and gas companies are waiting to see what others are doing with RFID before they join the crowd”[40, p. 22]. These companies are not yet confident about RFID stability, reliability and interoperability[41]. Interference may occur, especially at long distances and because of the omnipresence of metals in an oil refinery[35]. The industrial context, and

more specifically, the wide array of mainly small and medium-sized construction companies, suppliers, and sub-suppliers offering diverse services, such as piping, boiler making, structural steel design and fabrication, millwrighting, maintenance, and facilities shutdowns, hinders the widespread adoption of RFID. Larger firms with more financial resources seem more inclined than their smaller counterparts to invest in network technologies (i.e., intranet, Internet, EDI, RFID, etc.) to allow for interaction and communication between key business partners ([42];[43]). In small and medium-sized companies, there is a lack of even basic information systems within their own core businesses[44], and there are numerous uncertainties and ambiguities regarding the use of such technologies[45]. The existing strong industrial culture [46] dealing mostly with day-to-day business processes (exchange of site instructions in the form of paper documents, specifications, technical sketches and schemas, and face-to-face meetings) hampers innovative technology deployment[47]. From a strategic point of view, the petroleum industry is reluctant to accept innovative technologies straightforwardly, according to a McKinsey and Company research report, their maturation cycle consistently takes 15 to 20 years[48]. More specifically, oil and gas companies must conduct many trials before embarking on any large-scale adoption. This limits the attractiveness of the petroleum industry from the perspective of the technology providers, who tend to slow down their innovative propensity to offer specific solutions for the petroleum industry[49].

6.6 RESEARCH METHODOLOGY

6.6.1 Research design

Our research efforts aimed to answer the following research questions:

- What are the major piping risks that continually challenge maintenance within petroleum refineries?
- What is the probability of occurrence of these piping risks?
- How can an RFID platform impact the mitigation of these piping risks?
- To what extent does RFID improve knowledge management within and between organizations with respect to the inspection and maintenance of piping systems?

The research design corresponds to an exploratory initiative, which seems appropriate for several reasons: (1) The adoption and implementation of an RFID system at the downstream end of the petroleum industry, particularly in a petroleum refinery, is under-investigated. (2)

Although maintenance is crucial for the operational health of a petroleum refinery, very few studies have explored its operational and tactical improvement using innovative mobile technologies such as RFID[50]. (3) There is a significant research gap in assessing the potential for knowledge management in the petroleum industry, especially when combined with innovative mobile technologies such as RFID, at the level of piping systems.

6.6.2 Participating companies and respondents

The field research spanned five levels of one supply chain (Figure 1). It was conducted in five organizations that represent key actors in an oil and gas refinery construction project, namely one materials supplier (Firm X), two subcontractors (Firms Y and Z), one general contractor (Firm V), and one project owner (Firm W). Their main characteristics are briefly presented below.

Firm X is considered one of the leading suppliers and distributors of piping materials, mainly carbon steel pipes, valves, flanges and fittings. The company does business with key companies operating in different fields (construction, manufacturing, mining, pulp and paper, and energy). Furthermore, the organization offers other services such as press forming, grinding, cutting (laser, oxy-fuel, plasma, and profile), coating (lacquer, fusion bond and coal tar epoxy), and laser inspection and profile scanning. Firm X is ISO9001:2008 certified (International Organization for Standardization – Quality Management Systems).

Firm Y is a well-known fabrication shop specializing in manufacturing modules and piping systems based on different materials (carbon steel, stainless steel, and other alloys), piping configurations, types, sizes, and schedules. The company serves a wide range of North American industrial contractors operating mainly in the energy industry and is continually tailoring its services to meet their specific needs by using advanced technologically equipment. Firm Y complies with many industry standards, and codes: ISO9001, ISO14001 (International Organization for Standardization – Environmental Management), OHSAS 18001 (Occupational Health and Safety Assessment Series), API, ASME, ANSI, TSSA, CSA, PFI, and ASTM.

Firm Z represents one of the key organizations in the field of surface preparation and anti-corrosive liquid coating. The company serves the residential, commercial, and industrial sectors. For the latter, Firm Z provides its services to numerous industry segments, including oil and gas refineries (i.e., piping systems, tanks refurbishing, etc.), power generation (i.e., penstocks, transmission towers), and industrial infrastructures (i.e., structures). The company complies with many quality programs and standards, including SSPC (Steel Structures Painting Council),

NACE (National Association of Corrosion Engineers), CISC (Canadian Institute of Steel Construction), and Steel Plus.

Firm V is a sub-division of a construction organization currently carrying out a huge number of large-scale projects in a wide range of industry segments (i.e., building, mining, oil and gas, and power). Firm V is active in several industrial sectors including mining and metallurgy, oil, gas, chemicals, and power. It seeks to constantly strengthen the quality of services in the following areas: (1) construction of power plants and gas networks; (1) industrial maintenance; and (3) piping module assembly. Similarly to Firm X, Firm Y, and Firm Z, the organization is certified under ISO9001, ISO14001, and OHSAS18001.

Firm W is one of the main refining units specializing in refining oil products. It produces several hundred thousand barrels of heavy fuel oil, distillates, and solvents per day. In this research, this company represents the job site owner/client or, more specifically, the refinery where Firm V undertakes its construction activities and where part of the field research was conducted. Key participants are executives, operational managers, barcode specialist, technicians, project engineers, superintendents, maintenance managers, inspection managers, engineers, and authorized inspectors (bottom part of Figure 6.1).

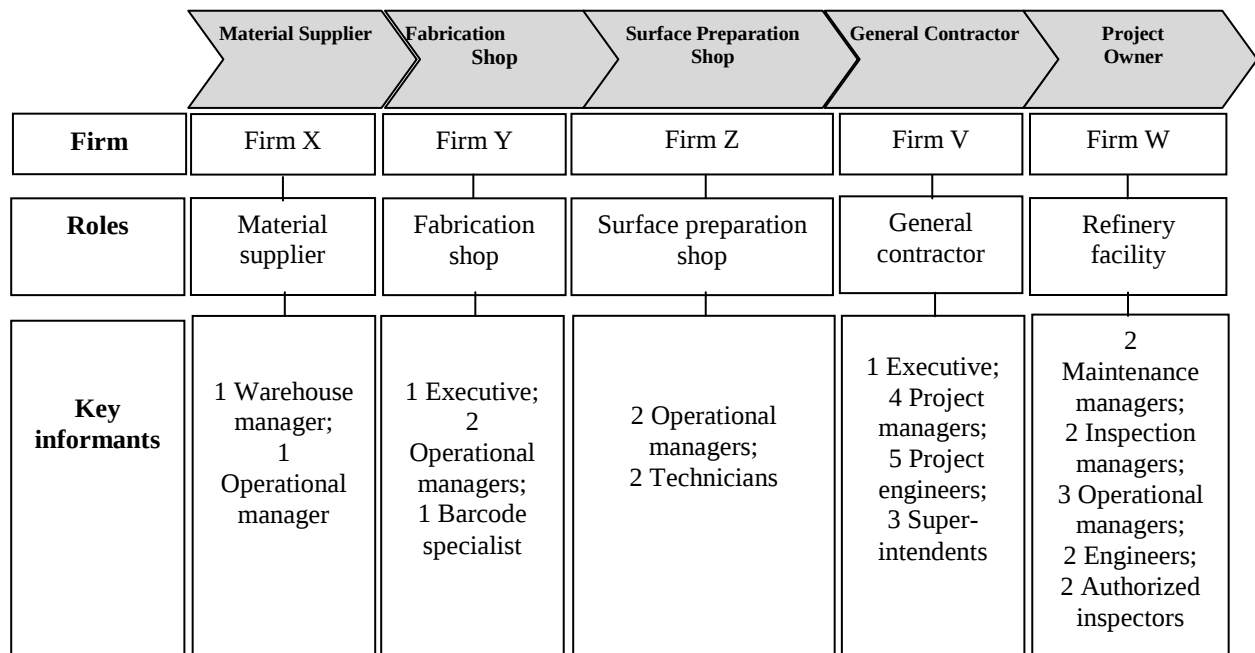


Figure 6.1: Participating organizations and informants

Within the scope of this paper, we will focus on the RFID project for piping systems inspection and maintenance processes at Firm W. The refinery therefore represents the main research site. These systems include dynamic equipment (i.e., pipes, valves, pumps, compressors, etc.), static equipment (i.e., heat exchangers, vessels, etc.) and support components (i.e., heat tracing, instrumentation, controls, etc.). All participants agree that these systems have to be reliable and well maintained in order to avoid major risks that may result in tragedies and disasters.

6.6.3 Main activities and data collection methods

The field research consists of four main activities that were undertaken for the RFID evaluation project, namely project scope, risk assessment, risk mitigation and knowledge integration. These four activities were subdivided into ten steps, as illustrated in Figure 6.3. Multiple data collection methods were used (Figure 6.2, right-hand side) and allow the triangulation of evidence ([51]; [52]).

RFID project evaluation	Steps	Data collection methods
Determining the scope of the RFID project	1. Determine the organizational objectives and threats: - <i>Retained activities</i> : Inspection and maintenance - <i>Unit of analysis</i> : Pipes - <i>Major threat</i> : Risks related to oil piping	Semi-structured interviews with senior managers
Assessing the risks that could be addressed with an RFID application	2. Identify and determine the significant piping risks	Publicly available information on the oil and gas refinery, maintenance, and risk management; Internal documents such as inspection maintenance standards, procedures and checklists; On-site observations and semi-structured interviews with maintenance and operational managers; Brainstorming sessions
	3. Analyze identified piping risks and their consequences	
	4. Classify identified piping risks using a risk matrix	
	5. Estimate the probability of occurrence of the identified piping risks	
	6. Prioritize the significant piping risks	
Mitigating the risks with an RFID application	7. Evaluate the current mitigation plans for piping risks	Brainstorming sessions
	8. Propose a technological scenario for the RFID-enabled inspection and maintenance of piping systems	
Integrating knowledge management	9. Appraise the potential of RFID-based knowledge management to mitigate the significant piping risks	Semi-structured interviews and brainstorming sessions with senior managers, maintenance managers and operational managers
	10. Assess the level of added intelligence to the inspection and maintenance activities	

Figure 6.2: The field research study

6.7 PRELIMINARY RESULTS OF THE FIELD STUDY

6.7.1 Problem statement and risk evaluation

From an extensive analysis of both external documents (including an in-depth review of the American Society of Mechanical Engineers' Standards, namely ASME B31.4, ASME B31.8, and ASME B31.8S) and internal documents, 22 risks were identified. Three categories of risks emerged from the semi-structured interviews and the brainstorming sessions with key

participants. The first category was termed time-dependent threats and includes external corrosion, internal corrosion, and stress corrosion. The second category corresponds to time-independent threats due to climate-related problems (extreme cold or lightning); damage caused by first, second, or third parties; incorrect operations; and vandalism. The third and last category includes different kinds of defects such as defective pipes, defective pipe seams, defective pipe girth welds and fabrication welds, and other malfunctions (e.g., gasket O-ring control failure, relief equipment malfunction, seal packing failure, pump packing failure, stripped threads, broken pipe, coupling failure, wrinkle bend, buckle bend, fatigue failure, and fatigue cracking). Key participants agreed to further investigate the potential of RFID for one piece of dynamic equipment namely pipes, and four threats (Figure 6.3).

1) External corrosion is assessed by the key participants as one of the highest-priority risks (with RP and RG > 2, Figure 6.3). It is mainly caused by carbon dioxide (CO₂), hydrogen sulfide (H₂S), oxygen (O₂), microbes, and nutrients.

2) Stress corrosion cracking is the result of a combination of both corrosion and tensile stresses. It is classified by the maintenance team as highly risky (RP and RG > 2) since cracks are not easily detectable visually and may grow rapidly, leading to unexpected failures. This risk is higher for alloys, especially at high temperatures, than for pure metals (e.g., carbon steel pipes).

3) Broken pipes entail a moderate risk probability ($1 < RP < 2$) and a high risk gravity level (RG > 2). According to the participants, pipe material becomes more vulnerable due mainly to exposure to significantly low and high temperatures. Such damages are at the origin of oil spills and even explosions, resulting in major adverse environmental effects and property destruction.

4) Fatigue failure is triggered by recurrent stress and loads on the pipe structure; it can be considered as the output of all the stages that a cracked pipe passes through, including initial cracking, gradual propagation, and then final fracture. Visual detection of fatigue failure is also considered to be problematic and regular non-destructive evaluation monitoring is mandatory.

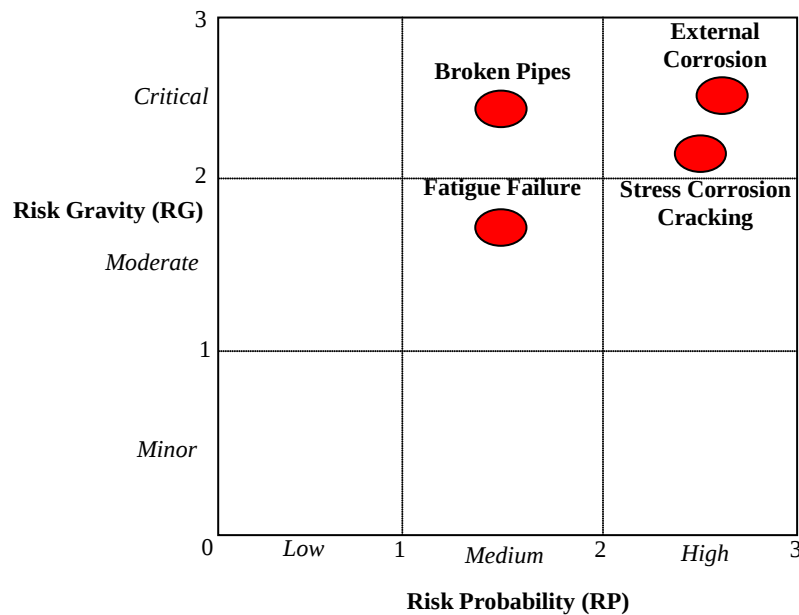


Figure 6.3: Most critical piping risks

In order to overcome these four specific risks while maintaining pipes' reliability and avoiding their early replacement, the operation and maintenance team follows well-established maintenance procedures. The first step consists of selecting the most appropriate maintenance strategy based on several factors (i.e., transported product, pipe temperature and pressure, pipe's location, etc.). Three main strategies are applied: corrective, preventive and predictive. Starting with the corrective approach, this type of maintenance focuses on solving unpredictable failures, if any, that arise unexpectedly or that are observed during routine or periodic on-site inspections by experienced and knowledgeable inspectors. Maintenance actions move through several structured phases: first, operators start by retrieving the piping system components' maintenance records from the appropriate databases, then they determine their operational functionality mode and review the proper maintenance techniques before moving on to the repair or replacement phases. The latter phases may require the support of Firm X; depending on the scope and complexity of the work that has to be done, however, they might simultaneously require Firm X, Firm Y, and Firm Z. At the end of the process, the bugs that were behind the problem, the corrective actions taken and Firm V's and Firm W's suggestions to prevent their recurrence are first documented on a paper maintenance checklist and then recorded within the proper maintenance database.

The second type of maintenance applied within Firm W is preventive maintenance. This approach, also known as scheduled maintenance, follows the same process flow as the corrective approach; however, it relies on the performance of planned maintenance actions, either on stream or during a shutdown, on specific pipes at a predetermined time based on industry's best practices, codes, and standards. The main purpose of this practice is to extend piping systems' life while increasing their reliability and preventing the costs associated with early equipment replacement that can also underlie secondary equipment failures. In addition, Firm W employs a predictive maintenance strategy to support piping systems' maintenance. This approach employs in-line inspection tools (i.e., vibration analysis, ultrasound or infrared inspections, oil analysis, non-destructive testing, etc.) to gather the data required to assess pipes' integrity and fitness for service by providing precise arithmetical information about any flaws (i.e., width, length, etc.).

Regarding maintenance actions, the operation manager says that the current prevention, inspection, detection, and maintenance approaches to (1) external corrosion, (2) stress corrosion cracking, (3) broken pipes, and (4) fatigue failures are time-consuming, costly, and prone to human error. This assertion backs up the president of NACE International, the world's largest organization dedicated to the study of corrosion, who stated that in the case of corrosion, for instance, "its cost is a waste of resources and investment and this cost can be saved by applying current best practice engineering and maintenance to corrosion control"[53].

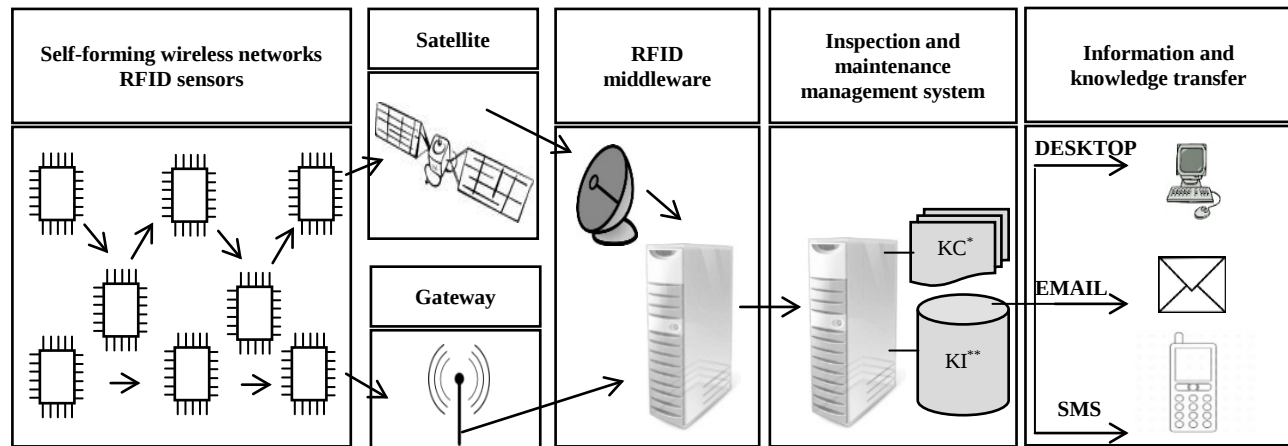
The following section set out an RFID technological model that will be used to mitigate the four piping risks listed above, followed by an in-depth assessment illustrating how such innovative technologies can lead to knowledge creation, sharing, transfer, and integration within an environment involving a huge number of autonomous players with varying technical skills, organizational cultures, and managerial experiences.

6.7.2 RFID-enabled inspection and maintenance of piping systems

The technological scenario retained, which is described in Figure 6.4, is designed to propose a comprehensive scenario for RFID use that will allow Firm W's operation and maintenance (O&M) team to effectively and consistently control the four risks assessed in Figure 3.

1. Programmed RFID sensors self-forming a wireless network;
2. Fixed RFID readers/gateway;
3. Handheld RFID readers;

4. Programmed passive RFID tags used as an identification (ID) cards to identify each participant and track each O&M team member;
5. A middleware application that can be integrated with Firm W's maintenance management system;
6. Ethernet and Internet networks that will permit communication among the different participants.



*KC= Knowledge Creation; **KI = Knowledge Integration

Figure 6.4: Main components of the RFID-enabled inspection and maintenance of piping systems

6.7.3 The potential of RFID to mitigate piping risks

In the context of this research, the proposed RFID system provides the most appropriate technical functionalities to anticipate, predict, control, and avert piping failures while accumulating all the necessary knowledge among a wide range of players with multidisciplinary backgrounds in the five firms (Figure 6.5).

More specifically, simply integrating these innovative systems will immediately support the automatic and semi-automatic gathering of a substantial amount of reliable, relevant data required to carry out sustainable inspection and maintenance programs and strengthen risk analysis; the outcome will be a body of knowledge used for future risk assessments. Examples of the domains that are positively affected by the advent of an RFID system and evaluated in depth in the context of this research are: (1) the remote measurement and control of a pipe's external wall thickness and its fitness for service; the instantaneous collection of technical data on their current status (leak limit state, ultimate limit state, and serviceability limit state); fast response and action instigation in the case of any first-, second-, or third-party damages; accurate prediction and

avoidance of pipe down time; better planning of the preventive maintenance cycle; and a reduction in the total number of corrective inspections. Other such domains are (2) the real-time updating, revision, and integration of the maintenance database (e.g., reliable storage of the full history of maintenance information); (3) the automatic identification of piping inspectors who are carrying out inspection or maintenance activities; and finally (4) the appropriate performance of inspection and maintenance procedures (e.g., efficient tracking of all selected pipe assets; semi-automatic report recording all inspections and/or maintenance work done; improved departmental performance).

6.7.3.1 Intelligent inspection processes

As Figure 6.3 had previously shown, external corrosion, stress corrosion cracking, broken pipes, and fatigue failures are perceived as the main pipe risks. According to the operation and maintenance managers, avoiding such threats is related to a number of elements. First, the inspection operator should manually assess the pipe's conditions. He should then gather, evaluate, and prioritize the variables underlying the pipe's breakdown or that could potentially adversely influence the pipe's risk.

These variables can be either design-related (e.g., nominal pipe diameter and wall thickness) or environmental (e.g., external elements impacting the pipes). Concerning the assessment of the integrity of the remaining wall thickness, the inspection team relies on visual inspection of the current state of piping systems or on non-destructive testing based on ILI methods: mainly ultrasonic technology scans or hydrostatic testing during the shutdown period for major cases. These results are then compared to historical data, enabling the inspection team to make a decision concerning the continuity of pipe services. However, according to Firm W's inspection manager and Firm X's superintendent, the wall thickness process control and monitoring is affected by a number of issues: (1) time wasted looking up pipe designs and construction information (e.g., pipe steel size, schedule, specifications, grade, manufacturer, as-built drawing number, erection date, applicable design code, over-pressure protection logic, typical temperature, etc.) in spool sheets or CAD systems; (2) collection of inaccurate data; (3) poor judgment, in some cases, due to the lack of historical data; (4) waste of maintenance inspectors' time during patrol tours and visual inspections; (5) offline detection of the pipe's current state, which causes delays in case of leaks, failures, or catastrophes; etc. Thanks to the envisioned RFID system, these concerns will be dealt with and additional advantages will be gained since

the RFID sensor (section 6.7.2) allows the real-time control of pipes' external wall thickness. More specifically, the sensor accurately and consistently determines the wall thickness density using ultrasonic technology; thus, it is an effective means of monitoring external corrosion, stress corrosion cracking, and fatigue rate variations and alerts users to the existence of a degradation or failure in real time, hence improving emergency response. In other words, by programming business rules in the RFID middleware, a reliable calculation of the piping system's remaining life could be determined in real time.

6.7.3.2 Improving regulatory reporting

Inspection and maintenance reports are perceived as valuable as they provide information on the current condition of the pipes. These reports must be continually updated with relevant data and information. According to Firm W's authorized inspector and maintenance manager, the maintenance program relies critically on the use of data from inspections, repairs, monitoring, and maintenance collected over the life of the pipes. More specifically, all data and information used to assess the conditions and integrity of the pipe lines must be stored in an appropriate form (i.e., digital form, hard copy scan, images, etc.) that will be used first to support future risk evaluations, mitigation measures, and integrity assessments, and second, to facilitate the work of inspection, maintenance and integrity department members in respect of their administration, retrieval, update, and use by the project team concerned. However, according to Firm W's maintenance manager, shortages related to data gathering and a lack of precision exist for some inspection and maintenance documents. According to Firm W's operation manager, such issues (1) are time-consuming since their collection and organization require significant efforts; (2) complicate future tasks such as risk assessment or subsequent maintenance; (3) limit the knowledge transfer between experienced operators and junior ones; and (4) can even have disastrous consequences for the pipes conditions and the whole refinery's safety.

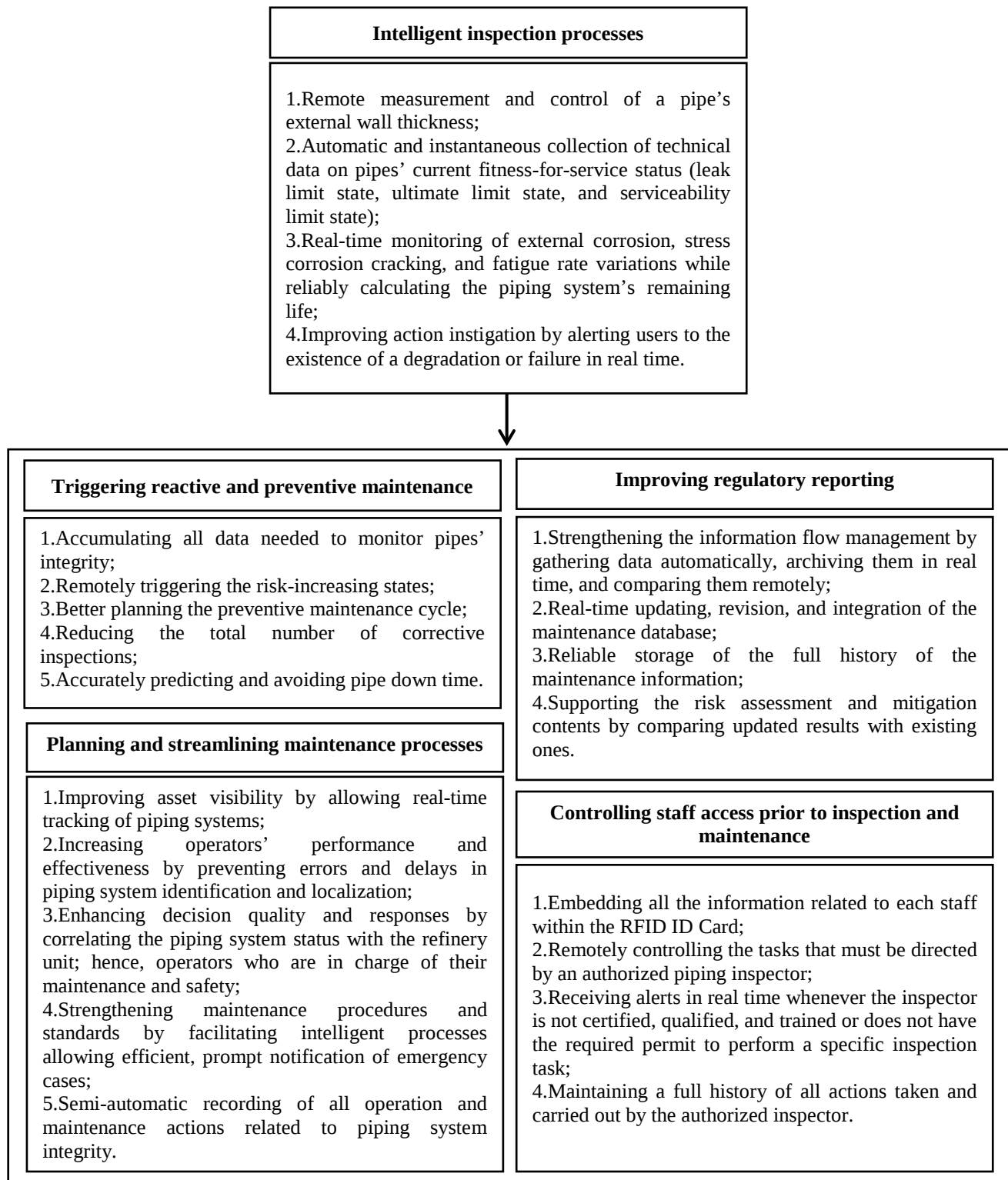


Figure 6.5: Most critical benefits derived from intelligent inspection processes

The RFID system can overcome such concerns. In fact, the RFID middleware can analyze and filter large amounts of data from the RFID tags. This ensures the accumulation of all data needed to monitor a pipe's integrity; strengthens risk assessment and mitigation by comparing updated results with previous ones; remotely triggers risk-increasing states; reduces the time wasted looking up pipe-related information by tracking pipe updates via the maintenance database; and finally, develops an expanded historical database entailing structured, consistent, and reliable knowledge. More specifically, the RFID system can strengthen information flow management by gathering data, archiving them in real time, and comparing them remotely.

In fact, the RFID middleware can analyze and filter large amounts of data from the RFID tags. This ensures the accumulation of all data needed to monitor a pipe's integrity; strengthens risk assessment and mitigation by comparing updated results with previous ones; remotely triggers risk-increasing states; reduces the time wasted looking up pipe-related information by tracking pipe updates via the maintenance database; and finally, develops an expanded historical database entailing structured, consistent, and reliable knowledge. More specifically, the RFID system can strengthen information flow management by gathering data, archiving them in real time, and comparing them remotely.

6.7.3.3 Controlling staff access prior to inspection and maintenance

According to the standards of the American Petroleum Institute and the American Society of Mechanical Engineers, on-stream inspections, repairs, modifications, and maintenance of piping systems must be directed by an authorized piping inspector. With the advent of an RFID system this task can be controlled remotely. More specifically, the site owner will be alerted in real time whenever staff members are not certified, qualified, and trained or do not have the required permit to conduct a specific inspection or maintenance task. The reason is that the ID card incorporates the affiliated inspection codes, standards, and qualifications (e.g., API570 certified), which are compared to the applicable ones for the performance of the assigned duties. In addition, the operation and maintenance department can maintain a full history of all actions taken by employees since the RFID ID card also holds specific information related to the individual, such as his/her name, status, associated department, etc., which is extremely relevant during the audit of the inspection and maintenance procedures' compliance with standards. Participants believe that this will push inspectors and maintenance operators to be more consistent during their completion of reports.

6.7.3.4 Planning and streamlining an appropriate maintenance strategy

The maintenance strategy includes planning more appropriate inspection procedures, the type and frequency of maintenance activities, hiring or training specialized maintenance staff, better labor allocation, etc. Integrating an RFID system will have major positive effects on the performance of maintenance tasks while ensuring that the appropriate procedures are followed. At present, the maintenance process follows three main blocks. First, operators must become familiar with the current status of the piping system for which maintenance is required and then examine its past history. As shown in section 6.7.3.2, updated results retrieved remotely using the RFID reader are reliably stored in the maintenance database in addition to prior inspection results, repair results, and inspection plans. These elements allow operators and maintenance managers to retrieve and review them whenever needed, which gives them more knowledge of the system while they evaluate the current piping status and assess the probability of future failures. The second point consists localizing in real time the current position of the piping system that requires maintenance. If the RFID system is coupled with Global Positioning System (GPS) technology as shown in Figure 6.4, the pinpoint location can be determined promptly by Firm W's staff members. This functionality has many added values. It improves asset visibility by allowing real-time tracking of piping systems; enhances operators' performance and effectiveness by preventing piping system identification and localization errors and delays; enhances decision quality and responses by correlating the piping system's status with the specific refinery unit, and thus the operators who are in charge of their maintenance and safety; and finally, strengthens maintenance procedures and standards by facilitating intelligent processes allowing for prompt, efficient notification of emergency cases. The third point focuses on the innovative way of managing maintenance tasks and processes. Overall, participants think that, the RFID system (with the handheld RFID reader) will allow for semi-automatic recording of all operation and maintenance actions related to piping system integrity while using the handheld reader's checklist software. This calls up the piping system specifications already embedded in the tag, inspection findings, repair or modification status, in addition to inspection dates and the employee's name (section 6.7.3.3).

6.8 DISCUSSION AND CONCLUSION

The results presented in this paper demonstrate RFID's potential to improve pipe inspection and maintenance in a refinery to assess how RFID could mitigate such risks. RFID can transform data and information gathering into knowledge management. In an environment involving a huge number of autonomous players with varying technical skills, organizational cultures, and managerial experiences, creating, sharing, transferring, and integrating knowledge represent not only much needed requirements but also a daunting task. This paper demonstrates that the added value of RFID is mainly derived from its introspection capabilities: "self-conscious" intelligent objects (in this case, pipes) become easier to monitor and control. Moreover, intelligent processes are derived from the RFID system, either for inspection (e.g. remote measurement and control of pipes external wall thickness and fitness), or for maintenance (by improving regulatory reporting, controlling staff access prior to inspection and maintenance, and, planning and streamlining an appropriate maintenance strategy). The RFID-enabled inspection and maintenance management system supports both explicit and implicit knowledge.

Going one step further, it could be argued here that RFID expands the possibility of transforming knowledge through *socialization*, *externalization*, *combination* and *internalization* [27]. Sharing individual tacit knowledge in order to obtain new tacit knowledge, a phenomenon called *socialization*, was observed in the field research when, for example, inspection and maintenance professionals met and had face-to-face interactions to discuss discrepancies raised by RFID data or to set-up the rules for the middleware. *Externalization*, i.e. the conversion of knowledge that was previously tacit into new explicit, collective and articulated knowledge, also occurred. For instance, the more frequently the participants offer their own point of view (tacit knowledge) on what RFID should do, the more explicit their expectations and recommendations were. The phenomenon called *combination* happens when explicit knowledge is transformed into new and even more complex explicit knowledge. Such transformation was quite evident from the focus groups as participants gained a more holistic and deeper understanding of existing processes and RFID potential. Finally, the use of the RFID system involves some learning by doing: one can speculate that explicit knowledge will then be internalized (*internalization*) by the RFID users and will become individual tacit knowledge. *Socialization*, *externalization*, *combination* and *internalization* are considered as crucial for knowledge creation. Based from the empirical evidence gathered in the field research, the phenomena of *socialization*,

externalization, *combination* and *internalization* are not limited to the inspection and maintenance professionals working in the refinery facility (Firm W): they involve other professionals from the facility such as operational coordinators or engineers, and authorized inspectors and cross organizational boundaries since we observed that employees from Firms X, Y, Z, and V did share, discuss and transfer their own explicit and tacit knowledge. The envisioned RFID system thus generated a spiral of socialization, externalization, combination, and internalization that is conducive to new organizational and inter-organizational knowledge creation. To what extent this spiral will continue to exist when the RFID system is fully implemented remains to be demonstrated.

6.9 REFERENCES

- [1] Srivastava, A., and Gupta, J.P., 2010, New methodologies for security assessment of oil and gas industry, *Process Safety and Environmental Protection*, 88(6), 407-412.
- [2] PriceWaterhouseCoopers 2009 The Economic Impacts of the Oil and Natural Gas Industry on the U.S. Economy: Employment, Labor Income and Value Added.[Online]. Available:http://www.api.org/newsroom/upload/industry_economic_contributions_report.pdf
- [3] American petroleum Institute (2011) The Economic impacts of the oil and natural gas industry on the U.S. Economy: Employment, labor income, and value added.[Online]. Available:http://www.api.org/policy/americanatowork/upload/economicimpacts_of_industry_on_us_economy_in_2009.pdf
- [4] Eivind, O., Jersin, E., and Tinmannsvik, K., 2012, Accident investigation in the Norwegian petroleum industry – Common features and future challenges, *Safety Science*, 50(6), 1408-1414.
- [5] Vinnem, J.E., 2010, Risk indicators for major hazards on offshore installations, *Safety Science*, 48(6), 770-787.
- [6] Mingxiu, Z., Chunchang, F., and Yang, M., 2012, The application used RFID in third party logistics, *Physics Procedia*, 25, 2045–2049.

- [7] Nativi, J.J., and Lee, S., 2012, Impact of RFID information-sharing strategies on a decentralized supply chain with reverse logistics operations, *International Journal of Production Economics*, 136(2), 366-377.
- [8] Zacharewicz, G., Deschamps, J.C., and Francois, J., 2011, Distributed simulation platform to design advanced RFID based freight transportation systems. *Computers in Industry*, 62(6), 597-612.
- [9] Yang, X., Mannan, S., 2010, The development and application of dynamic operational risk assessment in oil and gas and chemical process industry, *Reliability Engineering & System Safety*, 95(7), 806-815.
- [10] US Department of Energy (2011) Energy-Intensive Processes Portfolio: Addressing Key Energy challenges across U.S. Industry.[Online]. Available: http://www1.eere.energy.gov/manufacturing/intensiveprocesses/pdfs/eip_report.pdf.
- [11] Scorse J., (2000) Does being a “Top 10” worst polluter affect facility environmental releases? Evidence from the U.S. toxic release inventory,[Online]. Available: http://www.miiis.edu/media/view/8051/original/does_being_a_top10_polluter.pdf.
- [12] Steinheider, B., 1999, Environmental odours and somatic complaints, *International Journal of Hygiene and Environmental Medicine*, 202(2-4), 101-119.
- [13] Rezaian, S., Jozi, S.A., 2012, Health-Safety and environmental risk assessment of refineries using of multi-criteria decision making method. *APCBEE Procedia*. 3, 235-238.
- [14] Winneke, G., 1992, Structure and determinants of psychological response to odorant/irritant air pollution, *Ann. NY Academic of Science*, 641, 261-276.
- [15] Schoen, John W. (2004). U.S. refiners stretch to meet demand. MSNBC.[Online]. Available:<http://www.nbcnews.com/id/6019739/>.
- [16] Jiao, Y., Su, H., Hou, W., 2012, Improved optimization methods for refinery hydrogen network and their applications. *Control engineering practice*, 20(10), 1075-1093.

- [17]Habib, E.T., Davison, G., 2012, Processing high metals residue in propylene production, Refinery Operations, 3(12), 1-8.
- [18]American Petroleum Industry RP 581, 2008, Risk-Based Inspection Technology, American Petroleum Institute.
- [19]MSN (2012) Venezuela says refinery hit by explosion restarts.[Online]. Available: <http://news.ca.msn.com/money/venezuela-says-refinery-hit-by-explosion-restarts-2>.
- [20]UPI (2012) Chevron to replace pipe at Richmond unit.[Online]. Available: http://www.upi.com/Business_News/Energy-Resources/2012/11/08/Chevron-to-replace-pipe-at-Richmond-unit/UPI-51581352377528.
- [21]Public Integrity (2012) Regulatory flaws, repeated violations put oil refinery workers at risk.[Online]. Available: <http://www.publicintegrity.org/2011/02/28/2111/regulatory-flaws-repeated-violations-put-oil-refinery-workers-risk>.
- [22]Khosrowpour. M., 1999, Managing information technology resources in organizations in the next Millennium, IDEA Group Publishing, Hershey.
- [23]Choi, C.J., and Lee, S.H., "A knowledge-based view of cooperative inter-organizational relationships," Beamish, P.W., Killing, J.P. (Eds.), Cooperative Strategies, European Perspectives, New Lexington Press, San Francisco, CA, 1997.
- [24]Peters, T., 1994, The Pursuit of Wow! Every Person's Guide to Topsy-Turvy Times, Vintage Books, A division of random house, inc., New York, USA.
- [25]Tupenaite, L., Kanapeckiene, L., Naimaviciene, J., 2008, Knowledge management model for construction projects, Proc. the 8th international conference Reliability and Statistics in Transportation and Communication, Riga, Latvia, 313-320.
- [26]Jones, P.M., 2001, Collaborative knowledge management, social networks, and organizational learning, Proc. of HCI International: Ninth International Conference on Human-Computer Interaction, New Orleans, Louisiana, 310-314.

- [27]Nonaka, I., Konno, N., 1999, The Concept of 'Ba': building a foundation for knowledge creation, *California Management Review*, 40(3), 40-54.
- [28]Evrard, S., Goury, M., Gunasekaran, A., Spalanzani, A., 2011, Knowledge management in supply chain: An empirical study from France, *Journal of Strategic Information Systems*, 20(3), 283-306.
- [29]P., Leavitt (2002) Applying Knowledge Management to Oil and Gas Industry Challenges.[Online]. Available: http://www.providersedge.com/docs/km_articles/Applying_KM_to_Oil_and_Gas_Industry_Challenges.pdf.
- [30]Romaldi, V., 2002, Collaborative technologies for knowledge management: making the tacit explicit? *Proc. of Information science & IT education conference*, Cork, Ireland, 1357-1365.
- [31]Lindner, F., Wald, A., 2011, Success factors of knowledge management in temporary organizations, *International Journal of Project Management*, 29(7), 877-888.
- [32]Norheim, D., and Fjellheim, R., 2006, AKSIO – Active knowledge management in the petroleum industry. *Proc. of the ESWC 2006 Industry Forum*, Budva, Montenegro, 1-5.
- [33]Sheng, H., Hoon, F.F., Siau, K., 2005, Strategic implications of mobile technology: A case study using value-focused thinking, *The Journal of Strategic Information Systems*, 14(3), 269-290.
- [34]Sorensen, C., Pica, D., 2005, Tales from the police: Rhythms of interaction with mobile technologies, *Information and Organization*, 15(2), 125-149.
- [35]Malladi, R. and Agrawal, D.P., 2002, Current and future applications of mobile and wireless networks, *Communications of the ACM*, 45(10), 144-146.
- [36]Shanghyun, K., Garrisson, G., 2010, Understanding user's behavior regarding supply chain technology: Determinants impacting the adoption and implementation of RFID technology in South Korea, *International Journal of Information Management*, 30(5), 388-398.

- [37]Zhao, X., Liu, C., Lin, T., 2012, Incorporating business logics into RFID enabled applications, 48(1), 47-62.
- [38]Mehrjerdi, Y.Z., 2008, RFID-enabled systems a brief review, assembly automation, 28(3), 235-245.
- [39]E., Wasserman (2009) RFID Powers Energy-Sector Efficiencies. RFID Journal,[Online]. Available: <http://www.rfidjournal.com/article/purchase/7236>.
- [40]Konarski, K., Falsafi, S., Ben Zoghi, P.E., Younan, P., 2009, Implementing wireless and RFID technology in the oil field: A cost saving decision in times of Economic downturn,[Online]. Available:<http://rfid.tamu.edu/docs/WhitePapers/Implementing%20Wireless%20&%20RFID%20Technology%20in%20the%20Oil%20Field%20-%20A%20cost%20saving%20decision%20in%20times%20of%20economic%20downturn.pdf>
- [41]Wen, L., Zailani, S., Fernando, Y. 2009, Determinants of RFID adoption in the supply chain among manufacturing companies in China: A discriminatory analysis, Journal of Technology Management and Innovation, 4 (1), 22-32.
- [42]XERAFY report (2012) RFID Implementation in Oil & Gas Industry.[Online]. Available: <http://www.rfiq.co.za/pdfs/Oil-and-Gas-Best-Practices.pdf>.
- [43]Chieh-Yu, L., Ho, H., 2009, RFID technology adoption and supply chain performance: an empirical study in China's logistics industry, Supply Chain Management: An International Journal, 14(5), 369-378.
- [44]Seymour, L., Lambert-Porter E., Willuweit, L., 2007, RFID adoption into the container supply chain: proposing a framework, Proc. of the 6th Annual ISOnEworld Conference, Las Vegas, NV, 1-12.
- [45]Mak, S., 2001, A Model of information management in construction using information technology, Automation in construction, 10 (2), 257-263.

- [46]El-Mashaleh, M., William, J., O'Brien, A.M., Minchin, R.E., 2006, Firm performance and information technology utilization in the construction industry, *Journal of Construction Engineering and Management*, 132(5), 499-507.
- [47]R.A., Steward, and S. Mohamed, "Integrated Information Resources: Impediments and Coping Strategies in Construction," Univ. of New South Wales, Sydney, 2003.
- [48]Stewart, R.A., 2007, IT enhanced project information management in construction: Pathways to improved performance and strategic competitiveness, *Automation in Construction*, 16, 511–517.
- [49]Neal, W.H., (2007), Oil and Gas technology development subgroup of the technology task group of the NPC Committee on Global Oil and Gas,[Online]. Available: http://downloadcenter.connectlive.com/events/npc071807/pdf-downloads/Study_Topic_Papers/26-TTG-OGTechDevelopment.pdf.
- [50]W.H., Neal, M., Bell, C., Hansen, W., Siegfried II, (2007) Oil and Gas Technology Development,[Online]. Available: http://downloadcenter.connectlive.com/events/npc071807/pdf-downloads/Study_Topic_Papers/26-TTG-OGTechDevelopment.pdf
- [51]Deibert S., Hemmer, E., Heinzl, A., 2009, Mobile technology in the construction industry – The impact on business processes in job production, *Proc. of the Fifteenth Americas Conference on Information Systems*, San Francisco, California, 1-10.
- [52]Miles, M.B., and Huberman, A.M., 1994, *Qualitative data analysis*, Sage Publications, Thousand Oaks.
- [53]Yin, R.K., 1994, *Case study research: Design and methods*, Sage Publishing, Thousand Oaks.
- [54]National Association of Corrosion Engineers (NACE) International, (2013), New maintenance in the pipeline,[Online]. Available: <http://www.cisoilgas.com/article/New-maintenance-in-the-pipeline/>.

CHAPITRE 7: DISCUSSION GÉNÉRALE

Ce septième et dernier chapitre compare et confronte les résultats obtenus dans chacun des articles de thèse et offre une analyse inter-cas (section 7.1). Les limites et contraintes de cette recherche sont discutées dans la section 7.2 tandis que les principales contributions sont examinées dans la section 7.3.

7.1 DISCUSSION GÉNÉRALE DES RÉSULTATS: ANALYSE INTER-CAS

L'analyse intra-cas a permis d'établir des résultats pour chacun des trois cas qui ont été présentés et interprétés dans chacun des trois articles de thèse. Il s'agit maintenant de dégager les résultats déterminants de l'ensemble des trois cas à partir de l'analyse inter-cas. Nous avons donc revisité les données empiriques et les résultats de manière itérative (Figure 7.1).

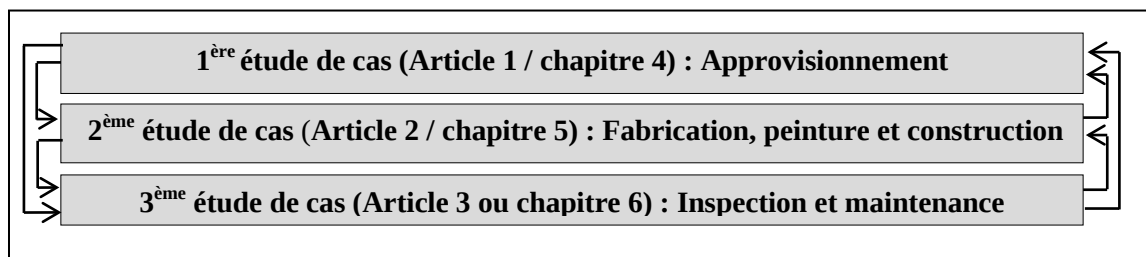


Figure 7.1 : Analyse inter-cas

Le mouvement de “va-et-vient” entre chaque paire possible de cas correspondant aux trois articles de thèse (désignés dans les tableaux de ce chapitre par A1, A2 et A3) a été prescrit initialement par Eisenhardt et Bourgeois (1988) et est illustré dans la Figure 7.1. Cela est nécessaire pour cerner le niveau de soutien de l'ensemble des résultats aux propositions de recherche et capturer les spécificités propres à chaque cas.

7.1.1 Soutien empirique obtenu par les propositions de recherche

Nous avons analysé le soutien obtenu pour chacune des propositions de recherche dans les Tableaux 7.1, 7.2, 7.3, 7.4 et 7.5. Ces tableaux résument les résultats obtenus pour chaque proposition par thème et sous-thème (indiqués en caractères gras), et ce, tout en référant à l'article de thèse où de tels résultats sont présentés et discutés.

Le Tableau 7.1 démontre que le niveau de soutien pour la première proposition diffère selon les thèmes et sous-thèmes afférant à cette proposition. Ainsi, les modèles technologiques (ici, RFID)

renforcent jusqu'à un certain point les modèles de gestion et les modèles collaboratifs. RFID a en effet une influence positive sur les modèles de gestion que ce soit au niveau de l'amélioration des modèles existants ou de l'adoption de nouveaux modèles selon les articles 1, 2 et 3 (première partie du Tableau 7.1). Par contre, l'incidence de RFID sur les modèles collaboratifs reçoit un soutien plus faible et mitigé : en effet, nous n'avons obtenu aucune évidence empirique sur la confiance tandis que l'amélioration des relations inter-organisationnelles est surtout démontrée dans l'article 1. Le fait que les modèles de gestion et les modèles collaboratifs se renforcent mutuellement émerge principalement des résultats des articles 1 et 2, et, pour le sous-thème de la résolution des conflits et problèmes qui améliore les modèles de gestion actuels, le soutien empirique est présent dans les trois articles de thèse (dernière partie du Tableau 7.1). Nous concluons donc que la proposition 1 est partiellement soutenue par l'ensemble des résultats empiriques.

Tableau 7.1 : Résultats obtenus pour la première proposition (suite)

Proposition 1 : Les modèles technologiques, les modèles de gestion et les modèles collaboratifs se renforcent mutuellement (partiellement soutenue)	
RFID a une incidence sur les modèles de gestion	
Amélioration des modèles actuels de gestion. Les scénarios RFID (modèles technologiques) ont une incidence sur les modèles de gestion, en particulier: - amélioration des services à la clientèle et de la satisfaction du client ("<i>demand pull</i>") au niveau de la gestion de l'inventaire intra-organisationnelle et inter-organisationnelle (ex.: conformité et exactitude du flux informationnel provenant des systèmes de gestion d'inventaires; suivi et contrôle en temps réel du niveau des inventaires). (A1); (A2) - optimisation des capacités opérationnelles ("<i>costs push</i>") au niveau de la gestion de l'inventaire intra-organisationnelle et inter-organisationnelle (ex.: automatisation et semi-automatisation de plusieurs tâches manuelles requérant de la paperasse; visibilité en temps réel de l'inventaire). (A1); (A2); (A3) - maîtrise plus adéquate du juste à temps (ex: minimisation des délais de livraison et des délais d'attente; amélioration de la qualité; meilleure application des normes et standards; diminution des frustrations des employés; élimination de plusieurs sortes de pertes; meilleure planification de l'inventaire/approvisionnement et des cycles de maintenance préventive; standardisation des tâches). (A1); (A2); (A3)	
Adoption de nouveaux modèles de gestion Aucun nouveau modèle de gestion n'a été adopté mais un léger changement de perspective est noté. En effet, RFID pourra permettre de passer d'un modèle de gestion unilatérale dictée par le donneur d'ordres à une approche plus bilatérale de style CPFR (ex: unification de la vision des partenaires; gestion conjointe de plusieurs activités et tâches; implication des partenaires dans le processus de prise de décisions; planification adéquate des approvisionnements; information fiable en temps réel mise à la disposition des partenaires. (A1); (A2); (A3)	
RFID a une incidence sur les modèles collaboratifs	
Amélioration de la confiance Aucune évidence empirique à cet effet. En particulier, le modèle de maturité de Fawcett et al., (2012) (qui démontre que la confiance passe d'un niveau de confiance limitée, confiance transactionnelle, confiance relationnelle et confiance collaborative) n'a reçu aucun soutien.	
Amélioration des relations inter-organisationnelles - Partage de l'information au niveau du statut des conflits ou problèmes impliquant les membres de la chaîne d'approvisionnement (non-traité, traité, non-résolu, en cours de résolution, en attente ou résolu) et possibilité de programmation de différentes règles d'affaires afin de transmettre le statut de ces conflits ou problèmes à la haute	

Tableau 7.1 : Résultats obtenus pour la première proposition (suite et fin)

direction à fréquence définie (quotidiennement, de manière hebdomadaire, bihebdomadaire etc.) (A1) - Prévention de mauvaises surprises lors des réunions en informant et impliquant en temps réel les membres concernés par le projet des problèmes et conflits rencontrés. (A1) - Développement d'un processus de prise de décision efficace basée sur des rapports de projet fiables, ce qui permet d'intensifier les relations inter-organisationnelles. (A1) - Participation des parties concernées à la prise de décision (A1) - Partage de l'information en temps réel entre les membres de la chaîne d'approvisionnement au niveau du statut des approvisionnements. (A1) -Partage de l'information en temps réel sur le statut des matériaux via l'envoi d'avis électroniques ainsi que de SMS au niveau inter-organisationnel lors par exemple de l'expédition des matériaux ou lors de la finalisation des activités de fabrication, peinture, installation et/ou maintenance. (A1); (A2); (A3)
Les modèles de gestion et les modèles collaboratifs se renforcent mutuellement
Le partage de l'information en temps réel au niveau des activités d'approvisionnement, fabrication, peinture ou installation renforce et améliore la gestion des inventaires au niveau de la chaîne d'approvisionnement. (A1); (A2)
La résolution des conflits et problèmes améliore les modèles de gestion actuels, dont la gestion des services à la clientèle et satisfaction du client (" <i>demand pull</i> "), l'optimisation des capacités opérationnelles (" <i>costs push</i> ") et le juste à temps. (A1); (A2); (A3)

Les Tableaux 7.2, 7.2 et 7.3 offrent la synthèse des résultats obtenus pour la proposition 2. En examinant, les propositions spécifiques (P2.1, P2.2 et P2.3), nous pouvons avancer que ces propositions qui constituent le cœur même de cette thèse reçoivent un soutien élevé, et ce, pour chaque thème et sous-thème que ce soit à l'interne (dans l'organisation) ou à l'externe (dans la chaîne d'approvisionnement).

Tableau 7.2 : Résultats obtenus pour la proposition P2.1 (suite)

Proposition 2 : Les scénarios RFID ont des effets positifs directs. Ces effets se retrouvent principalement au niveau des processus, de la gestion des connaissances et de la performance, et ce, autant à l'interne (dans chaque organisation) qu'à l'externe (dans la chaîne d'approvisionnement).
<i>Proposition 2.1 : Les scénarios RFID ont des effets positifs directs sur l'uniformisation, l'intégration, l'amélioration et l'automatisation des processus, et ce, autant à l'interne (dans chaque organisation) qu'à l'externe (dans la chaîne d'approvisionnement). (Soutien élevé)</i>
Uniformisation des processus
Uniformisation des processus de gestion des documents, des procédures, ainsi que des pratiques de partage d'information. (A1), des procédures de suivi et contrôle des risques (A1) et des processus des activités de fabrication, peinture et installation. (A2).
Intégration des processus
Intégration des processus liés aux activités d'approvisionnement, fabrication, peinture, installation et maintenance (A1); (A2); (A3)
Intégration de toutes les informations liées aux membres de l'équipe projet et du personnel dans une carte à puce RFID. (A3)
Amélioration des processus
Traçabilité des événements reliés aux processus de réception, rangement, cueillette, d'expédition, fabrication, peinture et installation et maintenance. (A1); (A2); (A3) ; traçabilité du statut des conflits ou problèmes. (A1); traçabilité des types et des spécifications des matériaux qui vont être utilisés durant la phase de fabrication et installation. (A2)
Contrôle en temps réel des flux des documents papier et numériques. (A1)
Suivi du nombre de devis émis; information en temps réel du propriétaire du projet et du nombre de demande de devis manquants par courriel ou SMS. (A1)
Visibilité des matériaux lors des processus de réception, rangement, cueillette, d'expédition, fabrication, peinture,

Tableau 7.2 : Résultats obtenus pour la proposition P2.1 (suite et fin)

et installation et maintenance. (A1); (A2); (A3); visibilité des actifs en permettant un suivi en temps réel des systèmes de tuyauterie. (A3)
Automatisation des processus
Cueillette automatique des données concernant les processus de réception et expédition (A1), les processus de rangement, cueillette, fabrication, peinture et installation (A2) et finalement les processus d'inspection et maintenance (A3)
Identification semi-automatique des types et des spécifications des matériaux qui vont être utilisés durant la phase de fabrication et installation. (A2); identification automatique des tuyaux qui devraient être peints ou installés en lisant semi automatiquement le numéro de l'isométrique de la ligne du tuyau en question. (A2); identification semi-automatique des codes et spécifications de peinture, (A2) des tuyaux qui doivent être testés (A2) et ceux qui doivent être inspectés et maintenus (A3); identification semi-automatique des spécifications des tests non-destructifs, des tests hydrostatiques (A2) et des tests d'inspections. (A3)
Attribution automatique de l'emplacement d'entreposage après avoir reçu les matériaux ou compléter les activités de fabrication ou de peinture. (A2)
Localisation automatique de l'emplacement des matériaux à ramasser via le lecteur installé sur le chariot élévateur ou le camion-grue. (A2)
Comparaison automatique des tuyaux/matériaux ramassés avec le bon de commande correspondant. (A2)
Évaluation automatique de l'aptitude au service des tuyaux (acquisition de connaissances. (A3)
Mesure et contrôle à distance et en temps réel de l'épaisseur de la paroi externe. (A3)
Validation semi-automatique des processus (ex : comptage des palettes ramassées). (A2)
Mise à jour automatique en temps réel du système de gestion d'entrepôts. (A2)
Approbation semi-automatique des phases d'inspection où, en cas de non-conformité, une notification de non-acceptation est envoyée en temps réel à la personne responsable de l'entrepôt et au gestionnaire de projet opérant pour la firme de construction). (A2); approbation semi-automatique des tests non-destructifs, des tests hydrostatiques réalisés (A2) et des tests d'inspections (A3)

Tableau 7.3: Résultats obtenus pour P2.2 (suite)

Proposition 2 : Les scénarios RFID ont des effets positifs directs. Ces effets se retrouvent principalement au niveau des processus, de la gestion des connaissances et de la performance, et ce, autant à l'interne (dans chaque organisation) qu'à l'externe (dans la chaîne d'approvisionnement)
<i>Proposition 2.2 : Les scénarios RFID ont des effets positifs directs sur l'acquisition, la gestion, le partage et le transfert des connaissances, et ce, autant à l'interne (dans chaque organisation) qu'à l'externe (dans la chaîne d'approvisionnement). La gestion des connaissances ainsi améliorée permet une intelligence organisationnelle accrue. (Soutien élevé)</i>
Acquisition des connaissances
Acquisition des connaissances au niveau du statut des approvisionnements. (A1), au niveau des causes et conséquences des risques potentiels liés aux délais ou erreurs effectuées au niveau des approvisionnements qui pourraient affecter le déroulement du projet (A1) ou ceux précédant les activités d'inspection et de maintenance (A3), au niveau de la durée exacte de réalisation totale de chaque activité et tâche du projet (A2) et finalement au niveau de la précision des informations mentionnées dans le rapport des plans d'inspection et essais "Inspection and Test Plan reports" remis au client (A2).
Recherche et récupération des documents grâce à un portail centralisé et intégré . (A1)
Maintien d'un historique des informations liées à la maintenance; (ex. : notifications, défaillances, dégradations, risques, etc...). (A3); maintien de données historiques telles que les temps nécessaires pour effectuer chaque tâche au niveau de chaque activité de fabrication, peinture et installation. (A2)
Gestion des connaissances
Support du processus d'évaluation et de mitigation de risques en comparant les résultats mis à jour avec les résultats existants. (A1)
Amélioration de la qualité des décisions prises en transmettant le statut des systèmes de tuyauterie aux différentes unités d'affaires de la raffinerie. (A3)
Résolution instantanée des problèmes et conflits rencontrés basée sur des données quantitatives. Ceci permettra de réduire les délais de réponses et conserver électroniquement la documentation appropriée. (A1)

Tableau 7.3: Résultats obtenus pour P2.2 (suite et fin)

Partage et transfert des connaissances
Partage et transfert des connaissances entre les membres de la chaîne au niveau des approvisionnements. (A1) et au niveau du contrôle de projet et de la gestion de la qualité. (A2) Partage et transfert des connaissances entre la firme de construction et la raffinerie au niveau des activités d'inspection et de maintenance. (A3)
Responsabilisation de chaque membre de l'équipe projet sur tous les problèmes identifiés en les informant et en ayant la possibilité de faire un suivi de leurs réponses sur le système et de leur envoyer un message de notification au cas où aucun suivi n'est fait de leur part. (A1)
Mise à jour, révision et intégration de la base de données de maintenance. (A3)
Transformation des connaissances de tacites à tacites (<i>socialisation</i>) lorsque les professionnels d'inspection et de maintenance se rencontrent et s'interagissent en face à face pour discuter des divergences soulevées par les données RFID ou pour mettre en place les règles d'affaires de l'intergiciel (A3); de tacites à explicites (<i>externalisation</i>) lorsque les participants apportent leurs points de vue sur les fonctionnalités de RFID et s'attendent à visualiser leurs attentes et recommandations d'une manière explicite (A3); d'explicites à explicites (<i>combinaison</i>) via les groupes de discussions où les participants ont pu acquérir une vision plus holistique et une meilleure compréhension des processus existants et du potentiel de RFID (A3); et finalement d'explicites à tacites (<i>internalisation</i>) vu que l'utilisation du système RFID implique un apprentissage par la pratique (A3).
Intelligence organisationnelle accrue
Prise de décisions rapides et fiables reliées aux actions correctives qui devraient être mises en œuvre après la réception de toute notification en temps réel mettant l'accent sur l'existence d'une défaillance ou d'une dégradation. (A3) ainsi que ceux reliées aux approvisionnements du projet. (A1)
Planification efficace des cycles de maintenance basés sur une surveillance et un contrôle en temps réel des phénomènes de corrosion externe, du " <i>stress corrosion cracking</i> " et du degré de fatigue tout en calculant d'une manière fiable la durée de vie restante du système de tuyauterie. (A3)
Émergence de processus intelligents permettant de transmettre des notifications rapides en cas d'urgence; traçabilité du positionnement des systèmes de tuyauterie étiquetés; déclenchement à distance et en temps réel d'un état croissant de risques; renforcement des rapports en semi-automatisant une grande partie des tâches effectuées. (A3)
Contrôle accru du projet menant à une élimination des délais et des retards et ainsi à un contrôle et respect de la durée contractuelle totale du projet. (A2); contrôle des risques du projet et des projets futurs grâce à la capacité du système RFID à accumuler tous les risques ainsi que l'ensemble de l'analyse et décisions prises à son égard. (A1)
Estimation des projets futurs basée sur le référentiel des projets réalisés auparavant intégrant la technologie RFID. (A2)

Tableau 7.4 : Résultats obtenus pour P2.3 (suite)

Proposition 2 : Les scénarios RFID ont des effets positifs directs. Ces effets se retrouvent principalement au niveau des processus, de la gestion des connaissances et de la performance, et ce, autant à l'interne (dans chaque organisation) qu'à l'externe (dans la chaîne d'approvisionnement)
<i>Proposition 2.3 : Les scénarios RFID ont des effets positifs directs sur la performance, notamment en réduisant les inefficacités et les coûts et en augmentant les profits, et ce, autant à l'interne (dans chaque organisation) qu'à l'externe (dans la chaîne d'approvisionnement). (Soutien élevé)</i>
Réduction des inefficacités
Élimination des erreurs de comptage des matériaux entrants et sortants en automatisant les processus d'expédition et de réception, ce qui implique les réclamations de réceptions ou retours des matériaux. (A1)
Capacité d'effectuer avec précision une cueillette mixte , ce qui permet d'améliorer la productivité des opérations. (A2)
Notification en temps réel de l'existence d'une défaillance ou d'une dégradation ce qui permet de mettre en œuvre rapidement des actions correctives tout en réduisant le nombre total des inspections correctives. (A3). Réception d'une notification en temps réel au cas où un inspecteur non certifié ou n'ayant pas les permis requis, procède à la réalisation d'une tâche requise. (A3)
Réduction des coûts et augmentation du profit
Réduction des coûts en évitant les arrêts brusques et inattendus des systèmes de tuyauterie. (A3); réduction des coûts grâce à l'élimination du processus d'enregistrement précédent la phase manuelle de cueillette. Ceci permet

Tableau 7.4 : Résultats obtenus pour P2.3 (suite et fin)

une standardisation des processus et procédures de cueillette et l'attribution automatique de l'emplacement d'entreposage après avoir reçu les matériaux ou compléter les activités de fabrication, de peinture et une fois les tuyaux préfabriqués arrivent au site de construction. (A2). Réduction des coûts de la main d'œuvre en assignant de façon plus optimale les ressources vers des activités à valeur ajoutée. (A1); (A2). Réduction des coûts de 2% ce qui correspond à une augmentation du profit allant de 17% à 20%. (A2)
Élimination des zones tampons (A2)
Réduction des pertes, vols, etc. grâce au suivi en temps réel de l'emplacement des tuyaux. (A2)
Augmentation de la capacité d'entreposage en éliminant le désordre au sein des entrepôts. (A2)
Élimination des délais liés à la recherche et à la localisation des matériaux (A1); (A2)

En ce qui concerne la troisième proposition de recherche, nous n'avons pu évaluer sa pertinence puisque la collecte des données s'est terminée après 24 mois. Nous pouvons spéculer en nous basant sur les intentions de la firme de construction que cette proposition serait probablement soutenue.

Tableau 7.5 : Résultats obtenus pour la troisième proposition

Proposition 3 : Les effets directs permettent éventuellement l'émergence <i>dans la chaîne</i> de nouveaux modèles de gestion, de nouveaux modèles collaboratifs et de nouveaux modèles technologiques. Ces nouveaux modèles sont considérés comme des effets de deuxième ordre.
Soutien non-évalué
Cette proposition n'est pas soutenue dans les trois articles.
Intentions de la part de la firme de construction de se baser sur applications ouvertes (<i>open-loop</i>), en particulier en impliquant la firme de fabrication de systèmes de tuyauterie dans une grande majorité des futurs projets et d'utiliser la technologie RFID pour la traçabilité des petits équipements et outils de construction.

La figure 7.2 reprend le cadre conceptuel et récapitule le niveau de soutien pour chaque proposition.

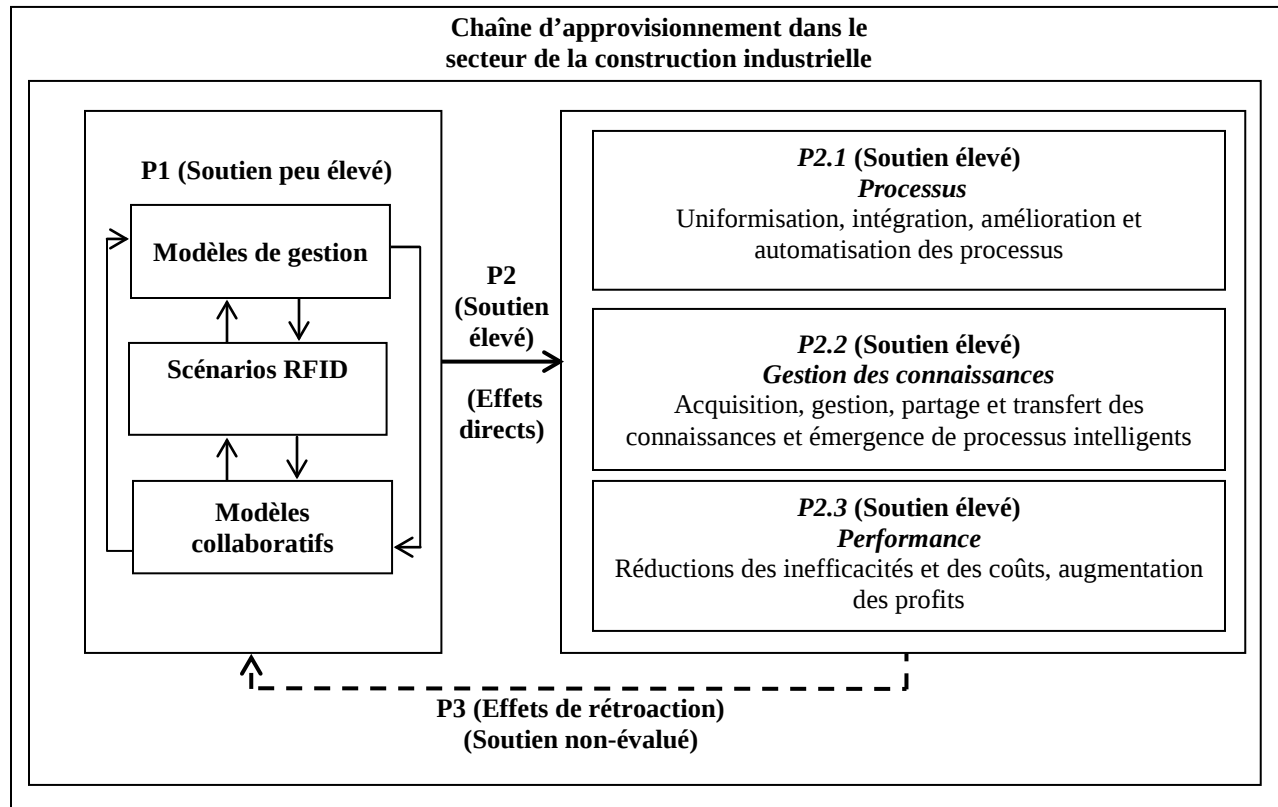


Figure 7.2 : Niveau de soutien aux propositions de recherche selon les résultats obtenus

7.1.2 Comparaison inter-cas : facteurs déterminants additionnels

Chaque cas (ou chaque article) correspond à un scénario RFID spécifique qui vise une application particulière (Tableau 7.6). Le niveau de soutien est légèrement différencié selon le type d'application, ce qui nous permet d'envisager la question suivante: les caractéristiques des trois applications RFID ont-elles une influence sur la force des relations qui sous-tendent les propositions de recherche?

Tableau 7.6 : Analyse inter-cas: soutien différencié aux propositions de recherche selon les trois applications RFID

Propositions	Niveau de soutien*		
	A1	A2	A3
Proposition 1 : Les modèles technologiques, les modèles de gestion et les modèles collaboratifs se renforcent mutuellement	++	+	+
Proposition 2 : Les scénarios RFID ont des effets positifs directs. Ces effets se retrouvent principalement au niveau des processus, de la gestion des connaissances et de la performance, et ce, autant à l'interne (dans chaque organisation) qu'à l'externe (dans la chaîne d'approvisionnement)	++	++	++
Proposition 2.1 : Les scénarios RFID ont des effets positifs directs sur l'uniformisation, l'intégration, l'amélioration et l'automatisation des processus, et ce, autant à l'interne (dans chaque organisation) qu'à l'externe (dans la chaîne d'approvisionnement).	++	+++	+++
Proposition 2.2 : Les scénarios RFID ont des effets positifs directs sur l'acquisition, la gestion, le partage et le transfert des connaissances, et ce, autant à l'interne (dans chaque organisation) qu'à l'externe (dans la chaîne d'approvisionnement). La gestion des connaissances ainsi améliorée permet une intelligence organisationnelle accrue.	+++	++	+++
Proposition 2.3 : Les scénarios RFID ont des effets positifs directs sur la performance, notamment en réduisant les inefficacités et les coûts et en augmentant les profits, et ce, autant à l'interne (dans chaque organisation) qu'à l'externe (d'approvisionnement).	++	+++	++
Proposition 3 : Les effets directs permettent éventuellement l'émergence dans la chaîne de nouveaux modèles de gestion, de nouveaux modèles collaboratifs et de nouveaux modèles technologiques. Ces nouveaux modèles sont considérés comme des effets de rétroaction.	Non-évaluée	Non-évaluée	Non-évaluée

*Niveau de soutien aux propositions de recherche : + soutien peu élevé, ++ soutien élevé, +++ soutien très élevé

Nous avons repris les données empiriques, fait une analyse de contenu approfondie, construit une "méta-matrice qui tente de décomposer certaines catégories analytiques" (Miles et Huberman, 2003, p. 320) et effectué une comparaison inter-cas pour dégager les caractéristiques principales des trois applications RFID, ce qui est résumé dans le Tableau 7.7. Les cinq caractéristiques suivantes ont émergé:

- 1) *Ampleur de l'application RFID:* Le type et le nombre de processus au niveau intra- et inter-organisationnel ainsi que le nombre d'organisations impliquées ressortent comme des éléments distinctifs entre les trois applications RFID, ce qui capte l'ampleur du projet RFID envisagé (Adhiarna et al., 2013). Pour la première application RFID (A1), l'emphase est mise sur la gestion des flux informationnels (gestion et traçabilité des documents) et sur les flux d'inventaires au niveau des activités d'approvisionnement des

systèmes de tuyauterie et quatre organisations correspondant à quatre niveaux de la chaîne sont impliquées. Cette première application peut être qualifiée d'ouverte ("*open-loop*"). La deuxième application RFID (A2) consiste à assurer une gestion adéquate des flux des inventaires, de fabrication, de peinture et d'installation. Là encore, quatre organisations sont impliquées et cette application est de type ouverte. La troisième application RFID (A3) est de type fermée ("*closed-loop*") car elle se concentre sur les activités d'inspection et de maintenance qui sont liées à la gestion des flux informationnels, les flux des actifs (systèmes de tuyauterie) ainsi que les flux du personnel (inspecteurs) dans la raffinerie. Cette firme est fortement impliquée par cette troisième application RFID alors qu'elle n'était que très peu concernée par les deux premières.

- 2) *Le type de pressions*: La firme de fabrication de systèmes de tuyauterie ainsi que la firme de construction étaient initialement les plus motivées à comprendre le potentiel technologique de RFID sur leurs activités et ont surtout cherché à savoir si d'autres firmes ont commencé à utiliser cette technologie, ce qui était notamment le cas de leurs concurrents au Texas. Ceci semble correspondre à des pressions dites mimétiques.

Dans le moyen terme, la firme de fabrication de systèmes de tuyauterie sera obligée par contrat d'apposer des étiquettes RFID actives sur ses produits avant leur expédition à la firme de construction. Ces pressions coercitives se répercutent en aval de la chaîne d'approvisionnement, soit sur la firme responsable de la préparation de la surface et du revêtement anticorrosif des systèmes de tuyauterie (pressions coercitives de la part de firme de construction) et sur la firme de matières premières (pressions coercitives de la part de firme de fabrication de système de tuyauteries).

Finalement, les activités des raffineries qui représentent des risques majeurs pour l'environnement et la population sont soumises à une réglementation rigoureuse. La raffinerie étudiée n'y fait pas exception et connaît certaines pressions normatives, essentiellement sur le plan environnemental. Le rationnel pour envisager une application RFID visant à améliorer l'inspection et la maintenance des systèmes de tuyauterie dans la raffinerie provient en partie de ces pressions normatives.

Les trois types de pressions isomorphiques, soit mimétiques, coercitives et normatives, reflètent les travaux de Di Maggio et Powell (1983) à l'origine de théorie institutionnelle. De telles pressions semblent être déterminantes dans les chaînes d'approvisionnement,

que ce soit pour l'adoption de systèmes d'information (Liu et al., 2010; Pan et al., 2013) ou RFID (Leung et al., 2013).

- 3) *Compatibilité avec les compétences technologiques des entreprises impliquées*: Les données empiriques démontrent l'importance des compétences technologiques des firmes. Ces compétences sont compatibles avec les trois applications RFID envisagées sauf pour la firme de préparation de la surface et du revêtement anticorrosif des systèmes de tuyauterie qui représente le fournisseur de deuxième niveau. Avec 17 employés, c'est la plus petite entreprise parmi les cinq firmes participantes. Or, les compétences technologiques au niveau organisationnel représentent un déterminant significatif de l'adoption de la technologie RFID (Wang et al., 2010; Oliveira et al., 2011), ce qui s'avère par conséquent problématique pour la deuxième application RFID.

Deux organisations font preuve d'un historique réussi en terme d'implantation technologique : la firme de fabrication de systèmes de tuyauterie a intégré des systèmes de gestion d'entrepôts, progiciels de gestion intégrés, des codes à barres, des logiciels et applications de conception, etc. tandis que la firme de construction a également implanté ces mêmes systèmes mais aussi un système de gestion de temps, un système de suivi des travaux de chantier, etc. Ceci permet à ces deux firmes d'être bien positionnées pour une adoption RFID.

- 4) *Le statut des applications après 2 ans* : Un peu plus d'un an a passé depuis que nous avons terminé la collecte des données. Sans avoir examiné la post-implantation, nous connaissons cependant l'issue des trois applications RFID. Les deux premières sont implantées, du moins d'une façon partielle, tandis que la troisième ne l'est pas. Le fait que les deux premières applications RFID ne couvrent pas toutes les possibilités examinées dans les deux premiers articles de thèse n'est pas nécessairement négatif. Il est en effet préférable d'introduire RFID de façon progressive (Adhiarna et al., 2013), en commençant avec une application de plus petite taille (Ngai et al., 2007) afin que cela soit gérable selon l'expression de Janz et al. (2005).

Dès le début de la recherche sur le terrain, la firme de fabrication de systèmes de tuyauterie et la firme de construction étaient très conscientes du potentiel de la technologie RFID et désiraient miser sur ce potentiel pour améliorer leur performance, en

particulier pour réduire les coûts. Nous pouvons remarquer que la firme de fabrication de systèmes de tuyauterie a implanté les deux premières applications RFID tandis que la firme de construction a implantée la deuxième application. Or, ces deux firmes avec respectivement 47 et 251 employés sont relativement de petite taille. Ceci confirme que la taille joue un rôle ambivalent (Strüker et Gille, 2010): une plus petite entreprise peut être plus flexible pour entreprendre en particulier la réingénierie des processus nécessaire pour l'implantation de RFID mais à partir d'une trop petite taille (ce qui est le cas pour le fournisseur de deuxième niveau qui n'a que 17 employés à son actif) les compétences technologiques peuvent faire défaut.

- 5) *Complexité du projet RFID*: Est-ce que la complexité même du projet RFID serait prédictive de son implantation? D'après les résultats du Tableau 7.7, il semblerait que les trois autres caractéristiques (ampleur de l'application RFID, types de pressions et compatibilité avec les compétences technologiques des entreprises impliquées) jouent un rôle plus important. En effet, la troisième application RFID qui est la moins complexe est celle qui n'a pas été implantée. Remarquons ici que la complexité telle que nous l'avons observée se rapproche de la définition de Baccarini (1996) qui comprend deux dimensions : la première qui réfère au système technologique et la deuxième qui représente l'effort requis pour comprendre et faire face à un système technologique (Backlund, 2002).

Tableau 7.7: Analyse inter-cas: Caractéristiques principales des trois applications RFID (suite)

Caractéristiques examinées	Première application RFID (A1)	Deuxième application RFID (A2)	Troisième application RFID (A3)
Ampleur de l'application RFID	▪ <i>Gestion des flux</i> informationnels (gestion et traçabilité des documents) et des flux des inventaires au niveau des activités d'approvisionnement des systèmes de tuyauterie dans un contexte de chaîne d'approvisionnement de construction industrielle. ▪ <i>Application ouverte (open-loop)</i> ▪ <i>Implication des membres de la chaîne :</i> -Implication forte de la firme de fabrication de systèmes de tuyauterie et de la firme de construction; -Implication limitée du fournisseur de matières premières; -Implication très minime de la raffinerie.	▪ <i>Gestion des flux</i> des inventaires, de fabrication, de peinture et de construction des systèmes de tuyauterie dans un contexte de chaîne d'approvisionnement de construction industrielle. ▪ <i>Application ouverte (open-loop)</i> ▪ <i>Implication des membres de la chaîne :</i> -Implication forte de la firme de fabrication de systèmes de tuyauterie et de la firme de construction; -Implication limitée de la firme responsable de la préparation de la surface et du revêtement anticorrosif des systèmes de tuyauterie; -Implication très minime de la raffinerie.	▪ <i>Gestion des flux</i> informationnels, des flux des actifs (systèmes de tuyauterie) ainsi que des flux du personnel (inspecteurs) au niveau des activités d'inspection et de maintenance d'une organisation spécialisée particulièrement dans le raffinage des ressources pétrolières. ▪ <i>Application relativement fermée (closed-loop)</i> ▪ <i>Implication des membres de la chaîne :</i> -Implication forte de la raffinerie; - Implication potentielle de la firme de construction.
Type de pressions	▪ Pressions coercitives sur le fournisseur de matières premières; ▪ Pressions mimétiques et coercitives sur la firme de fabrication de systèmes de tuyauterie; ▪ Pressions mimétiques sur la firme de construction; ▪ Pressions normatives sur la raffinerie.	▪ Pressions mimétiques et coercitives sur la firme de fabrication de systèmes de tuyauterie; ▪ Pressions coercitives sur la firme responsable de la préparation de la surface et du revêtement anticorrosif des systèmes de tuyauterie ▪ Pressions mimétiques sur la firme de construction; ▪ Pressions normatives sur la raffinerie.	▪ Pressions normatives sur la raffinerie, essentiellement sur le plan environnemental.
Compatibilité avec les compétences technologiques des entreprises impliquées	▪ Compatible avec les compétences technologiques des quatre entreprises.	▪ Compatible avec les compétences technologiques de la firme de fabrication de systèmes de tuyauterie, de la firme de construction et de la raffinerie. ▪ Non-compatible avec les compétences technologiques de la firme de préparation de la surface et du revêtement anticorrosif des systèmes de tuyauterie (pas de département responsable de la gestion des technologies de l'information, personnel peu familier avec	▪ Compatible avec les compétences technologiques de la raffinerie.

Tableau 7.7: Analyse inter-cas: Caractéristiques principales des trois applications RFID (suite et fin)

		les adoptions technologiques, etc.).	
Statut des applications après 2 ans	▪ Adoptée et implantée pour la gestion des processus d'expédition, de réception et la fonction de traçabilité des matériaux par la firme de fabrication de systèmes de tuyauterie et la firme de construction. ▪ Dans la firme de fabrication des systèmes de tuyauterie, étiquettes RFID actives après avoir complété l'activité de fabrication; identification semi-automatique à l'aide d'un lecteur mobile des tuyaux préfabriqués qui sont destinées à l'expédition. ▪ Dans la firme de construction, mêmes étiquettes RFID actives reçues de la part de la firme de construction; identification automatique des tuyaux à l'aide d'un lecteur mobile installé sur une unité de patrouille. ▪ Non-implantée au niveau du fournisseur de matières premières et de la raffinerie.	▪ Adoptée et implantée pour la traçabilité des systèmes de tuyauterie au niveau de la firme de construction (tuyaux étiquetés à leur arrivée sur le site de construction; identification semi-automatique des tuyaux à l'aide d'un lecteur mobile avant de procéder à leur installation ▪ Non-implantée au niveau de la firme de fabrication des systèmes de tuyauterie et de la firme de préparation de la surface et du revêtement anticorrosif des systèmes de tuyauterie.	▪ Non-implantée.
Complexité du projet RFID	▪ Complexité élevée en raison d'une réingénierie des processus d'affaires complexe qui implique deux différents types de flux (flux informationnels et flux d'inventaires) et de l'adoption de deux types de système RFID (un dédié à des applications en relation avec la gestion des documents et le deuxième en relation avec la gestion des matériaux).	▪ Complexité élevée en raison d'une réingénierie des processus au niveau de plusieurs activités et processus (activités de fabrication - processus de réception, rangement, cueillette, fabrication, inspection et test et expédition, activités de peinture - processus de réception, rangement, cueillette, peinture et expédition, activités de construction - processus de réception, rangement, cueillette, installation, inspection et test).	▪ Complexité moins élevée en raison d'une réingénierie de processus plus simples comparés aux deux cas précédents, le système RFID étant perçu comme un outil de soutien intégré aux activités d'inspection et de maintenance.

7.2 LIMITES ET CONTRAINTES

Les résultats présentés dans les trois articles de thèse proviennent d'une recherche-action réalisée sur le terrain, basée sur trois études de cas et qui s'est déroulée pendant 24 mois. Ces choix méthodologiques entraînent certaines limites et contraintes. De plus, le cadre conceptuel insiste sur l'aspect évolutif et dynamique des effets directs et des effets de rétroaction, ce qui engendre sur le terrain un certain nombre de difficultés.

7.2.1 Limites et contraintes liées à la recherche-action

Plusieurs limites sont inhérentes à la recherche-action qui peut poser certains problèmes spécifiques au niveau de l'éthique, de l'objectivité et de la neutralité. En exposant de façon transparente les objectifs de la recherche pour obtenir le consentement des participants, nous avons répondu à un des premiers principes d'éthique (Punch, 1994; Marshall et Rossman, 2010). Nous avons également suivi l'éthique des procédures ("*Procedural ethics*") ou méso-éthique telle qu'articulée par exemple par les grands organismes de subvention canadiens et québécois. C'est au niveau de l'éthique de la pratique ("*Ethics in practice*") ou micro-éthique que les problèmes ont tendance à surgir. Les problèmes liés à l'éthique de la pratique concernent "les dilemmes éthiques qui peuvent survenir au jour le jour" mais restent très peu documentés et sont "pour ainsi dire laissés dans l'entre deux de la conscience des chercheurs" (Martineau, 2007, p. 76). L'inconfort des participants doit être donc capté par les chercheurs, ce qui reste fort difficile à réaliser dans une recherche-action puisque les chercheurs sont par définition partie prenante des actions et des décisions. Ces "moments d'inconfort" ne nous ont pas permis de réaliser les études des temps et mouvements, d'effectuer l'analyse de la confiance inter-organisationnelle et d'obtenir les données financières telle que la marge de profit ou la répartition des postes budgétaires. Cet inconfort peut être en grande partie expliqué par le contexte de la construction industrielle qui est fortement syndiquée et réglementée, et, où le niveau de concurrence est élevé. De plus, dans un contexte de chaîne d'approvisionnement, la recherche-action peut présenter un lot additionnel de difficultés, ce qui exige une rigueur scientifique accrue (Näslund et al, 2010). Nous pensons que l'inconfort des participants et la nature sensible de certaines informations s'accroît d'une part avec le nombre d'entreprises membres de la chaîne et, d'autre part, avec le niveau d'asymétrie des rapports de force entre les membres.

La recherche-action peut également remettre en question l'objectivité et de la neutralité des chercheurs puisque ces derniers prennent part à l'action, aux décisions, à la collecte et l'analyse des données et à l'interprétation des résultats. Les biais personnels des chercheurs, leurs antécédents professionnels, leur bagage théorique et leur capacité d'introspection introduisent une certaine subjectivité dans toute recherche conduite sur le terrain (Creswell, 2012; Gohier, 2004). Cette subjectivité risque d'être encore plus élevée dans le cadre d'une recherche-action car les chercheurs "vivent", orientent et évaluent le changement. Dans le cadre de ce projet doctoral, le doctorant (ayant *a priori* peu d'expérience de recherche sur le terrain) a dû se dissocier consciemment et inconsciemment du rôle de champion technologique (c'est à dire celui qui fait la promotion de RFID) pour rester aussi neutre et objectif que possible. Plus précisément, le chercheur s'oriente vers l'introduction des différentes composantes, caractéristiques et spécifications de la technologie RFID plutôt que de mettre l'accent sur une composante particulière lors de, par exemple, l'élaboration des scénarios technologiques.

7.2.2 Limites et contraintes liées aux études de cas

La recherche repose sur trois études de cas. La validité externe représente "sans doute la plus grande faiblesse" des études de cas (Gagnon, 2009, p.10). Le pouvoir de généralisation à partir de trois cas est légèrement plus élevé que lorsqu'il s'agit d'un seul cas. Cependant, les trois cas sélectionnés concernent la même chaîne d'approvisionnement qui est ici limitée à cinq chaînons et à cinq entreprises, soit une entreprise par chaînon. La validité externe devrait être testée dans d'autres chaînes d'approvisionnement avec un nombre plus important d'organisations.

La validité interne pour les études de cas est par contre plus élevée puisque nous avons pu examiner, analyser et valider en profondeur le potentiel de trois applications RFID pendant 24 mois. La fiabilité interne est également accrue du fait de choisir les processus comme unité d'analyse, ce qui permet de mieux cerner de façon structurée et méthodique la réalité observée favorisant ainsi le fait que d'autres chercheurs puissent obtenir des résultats semblables. La fiabilité interne est augmentée par le fait d'avoir maintenu un journal de recherche indexé avec des descripteurs précis, ce qui comprend, comme on peut le constater dans les trois articles de thèse, les expressions mot à mot énoncées par les participants (tel que recommandé par Taylor et ses co-auteurs (2010)), les multiples confirmations effectuées par les participants et les validations successives. Notons ici que les entrevues semi-structurées et les groupes de

discussion ont permis de valider de façon itérative des données obtenues précédemment par le doctorant. L'analyse et l'interprétation des données peuvent comporter certains biais et refléter la subjectivité du chercheur, ce qui a été réduit dans une certaine mesure en confrontant l'interprétation des co-auteurs dans les trois articles de thèse.

7.2.3 Limites et contraintes liées à l'étude longitudinale

La collecte des données s'est arrêtée après 24 mois et ne permet donc pas d'analyser la période post-implantation des deux applications RFID qui ont été implantées (Tableau 7.7). Or, la période de post-implantation est fort intéressante puisqu'elle reste généralement négligée dans les recherches précédentes qui se concentrent plus sur les phases pré-implantation, en particulier l'intention d'adopter RFID (Alqahtani et Wamba, 2012; Tsai et al., 2013) et les déterminants de l'adoption de cette technologie (voir par exemple, Pan et al., 2013). Remarquons que cette limite de temps pour la collecte de données a permis de réduire le "risque d'être submergé par une avalanche de données ingérable" (Miles et Huberman, 2003, p. 317).

7.2.4 Limites et contraintes liées au cadre conceptuel

Le cadre conceptuel mise sur la rétroaction en stipulant que les effets directs, c'est à dire les effets positifs sur les processus, la gestion des connaissances et la performance à l'interne (dans chaque organisation) et à l'externe (dans la chaîne d'approvisionnement) entraînent des effets de rétroaction (émergence de nouveaux modèles de gestion, de nouveaux modèles collaboratifs et de nouveaux modèles technologiques). Or, nous n'avons pu évaluer faute de temps et de ressources les effets de rétroaction, ce qui constitue la principale limite conceptuelle de ce travail de recherche.

L'ancrage théorique de la thèse porte principalement sur deux champs disciplinaires, soit la chaîne d'approvisionnement et la gestion des connaissances. Or, l'analyse additionnelle inter-cas permet de dénoter l'importance de facteurs additionnels, dont en particulier l'existence de pressions coercitives, normatives et mimétiques. En retenant la même chaîne d'approvisionnement et les mêmes cinq entreprises (tel qu'indiqué dans la partie supérieure du cadre conceptuel - Figure 7.2), nous pensions initialement contrôler l'influence de telles pressions. Cependant, le Tableau 7.7 indique que ces pressions diffèrent selon les trois applications RFID. Il serait donc souhaitable d'intégrer la théorie du néo-institutionnalisme

(Kostova et Roth, 2002) surtout dans le contexte d'une chaîne d'approvisionnement dans laquelle les professions dominent. En effet, les professions sont dites "porteuses" (traduction libre du terme *carriers*) de pressions coercitives, normatives et mimétiques (Muzio et al., 2013).

7.3 CONTRIBUTIONS

Les contributions de cette thèse se situent principalement aux niveaux méthodologique, théorique et pratique.

7.3.1 Contributions méthodologiques

La stratégie méthodologique retenue peut être qualifiée d'originale.

La recherche action reste encore peu présente dans les travaux de recherche sur les incidences de RFID mais elle est particulièrement appropriée pour mieux appréhender les impacts d'un changement dans un contexte réel. Elle permet en effet d'évaluer l'avant et l'après d'une action (ici, l'adoption d'une application RFID). De plus, la méthodologie privilégiée s'éloigne des structures dyadiques (structures simples qui comprennent habituellement un client unique à un fournisseur unique) pour englober cinq niveaux d'une chaîne d'approvisionnement. Ceci contribue à mieux capturer les interdépendances, que ce soit par exemple au niveau des processus ou sur le plan technologique, l'application RFID étant qualifiée d'ouverte ("*open-loop*") plutôt que restreinte à une seule organisation ("*closed-loop*").

Le fait de se baser sur plusieurs types de triangulations (Stake, 1995), notamment la triangulation des sources de données, la triangulation des méthodes de collecte de données et la triangulation des types de participants offre également une certaine robustesse aux résultats et une richesse d'interprétation relativement plus élevée.

Enfin, le choix de retenir les processus comme unité d'analyse demeure une des principales forces de la thèse. Un tel choix permet de structurer et formaliser les observations et les données qualitatives, sert de point d'ancrage pour les validations itératives et représente un outil visuel autour duquel les consensus sont plus aisément atteints.

7.3.2 Contributions théoriques

Le cadre conceptuel présente les premières assises théoriques et a résisté à la confrontation avec la réalité sur le terrain. Il pourrait être certes complété, amélioré et validé dans des recherches

ultérieures. Nous croyons que son intérêt provient principalement des boucles de rétroaction et de la convergence de différentes théories et fondements conceptuels qui soutiennent les chaînes d'approvisionnement et la gestion des connaissances au niveau de l'adoption et de l'implantation d'une technologie spécifique, soit (RFID). En misant sur la triangulation théorique (Pedersen et al., 2002; Edwards et Holt, 2010; Ghrayeb et al., 2011), nous avons tenté d'offrir des perspectives alternatives et de combler un "vide" qui n'est pas, à notre connaissance, adressé par la littérature. Les contributions théoriques spécifiques peuvent être synthétisées de la façon suivante.

Au niveau des chaînes d'approvisionnement, notre recherche pointe vers la coexistence de trois types de modèles dominants (les modèles de gestion, les modèles collaboratifs et les modèles technologiques). Ceci pose les bases nécessaires pour mieux comprendre la dynamique complexe de l'évolution des organisations et des réseaux d'entreprises.

Cette recherche étaye la légitimité des perspectives théoriques sur la gestion des connaissances dont la pertinence a été questionnée par certains auteurs (Ferguson, 2005; Booker et al., 2008). En particulier, elle soutient le modèle SECI (socialisation, externalisation, combinaison et internalisation) de Nonaka (2001) en termes de création, transfert et rétention de connaissances, ce qui renforce la courbe d'apprentissage intra- et inter-organisationnel. Ce modèle, basé sur la dichotomie classique entre connaissances implicites et explicites, permet d'appréhender comment les connaissances se transforment pour passer d'un individu à un groupe, du groupe à l'organisation, et ce, vice et versa. Est-il possible d'envisager que l'étendue de telles transformations (individu-groupe-organisation) inclut également la chaîne d'approvisionnement? Si les recherches précédentes ne semblent pas offrir d'éléments de réponse à cette question, les résultats des trois articles de thèse (surtout le troisième) suggèrent que la réponse est affirmative.

Les résultats sont particulièrement probants au niveau du potentiel de RFID à ajouter de l'intelligence aux processus intra- et inter-organisationnels. Ceci ouvre la voie vers la notion d'entreprises intelligentes et de chaînes d'approvisionnement intelligentes et donne un sens élargi au modèle DIKW.

L'ensemble des résultats plaident en faveur l'approche techno-centrique puisqu'effectivement la technologie (ici, RFID) contribue nettement à l'amélioration de plusieurs facettes de la gestion des connaissances. Les impacts de RFID sur la gestion (appropriée) des connaissances et la chaîne d'approvisionnement sont positifs, que ce soit au niveau du partage de l'information, de la communication, de l'intégration, de la collaboration, des relations inter-organisationnelles entre

les partenaires et de la performance en général. Les résultats confirment également le potentiel de la technologie RFID au niveau des processus et de la performance, et ce pour les trois scénarios RFID envisagés.

Cependant, le tableau 7.7 indique que 1) les compétences technologiques des firmes (et donc leurs capacités d'absorption) représentent des facteurs déterminants de l'adoption de RFID et 2) les motivations à l'interne auraient plus d'influence que les pressions externes sur la décision d'adopter RFID. Les apports relatifs de la théorie des ressources de l'entreprise ("*Resource-Based Theory of the Firm*") (Barney, 1996) et de la théorie institutionnelle (DiMaggio et Powell, 1983; Muzio et al., 2013) permettraient donc de mieux nuancer les résultats obtenus.

7.3.3 Contributions pratiques

Au-delà des apports méthodologiques et théoriques, cette recherche présente plusieurs contributions pratiques pour les gestionnaires et cadres des firmes membres des chaînes d'approvisionnement dans le secteur de la construction industrielle ainsi que pour les consultants qui offrent des services pour l'implantation de la technologie RFID.

Les implications managériales sont particulièrement notables. Les résultats empiriques ont démontré que les cinq organisations participantes doivent faire face à un large éventail de problèmes, contraintes et goulots d'étranglements, reliés aux activités d'approvisionnement, de fabrication, de peinture, d'installation, d'inspection et de maintenance des systèmes de tuyauterie. Les trois scénarios RFID offrent une amélioration par rapport aux pratiques actuelles et les résultats obtenus peuvent servir de guide pour des implantations futures. Ainsi, il a été démontré que RFID permet aux différents partenaires industriels de créer une synergie plus forte, d'améliorer la transparence et d'accroître la visibilité. RFID permet également d'atteindre un niveau élevé d'efficacité stratégique, opérationnelle et tactique. Une analyse approfondie des impacts de la RFID sur les processus actuels a révélé que cette technologie conduit à une intégration efficace des flux informationnels au niveau de toute la chaîne, prévenant ainsi les délais de réponses, les conflits et les malentendus. Dans un secteur industriel où les documents numériques sont très présents et où un nombre élevé de personnes avec différentes spécialités et provenant de différentes organisations documentent rarement les problèmes, solutions, expériences et meilleures pratiques liés au projet, la gestion documentaire est très importante.

Cette gestion serait nettement améliorée avec RFID qui facilite en la rétention, l'interprétation et le partage en temps réel des informations pertinentes aux niveaux intra- et inter-organisationnels. Pour les consultants qui offrent des solutions RFID, les résultats présentent un intérêt certain. Par exemple, la cartographie des processus actuels et leur réingénierie intégrant la technologie RFID peuvent servir d'outil d'analyse.

CONCLUSION

La thèse peut servir de point de départ pour enrichir des théories existantes et proposer des recherches empiriques futures.

Certaines pistes découlent du constat que nous avons fait sur les limites et contraintes de notre recherche. Il est en effet possible d'envisager d'étendre l'étude actuelle à un plus grand nombre d'entreprises, à des actifs autres que les systèmes de tuyauterie comme par exemple les modules de structures préfabriqués, les équipements mécaniques ou les outils électriques, et à des projets de construction autres que la construction au sein d'une raffinerie comme par exemple les alumineries, les projets miniers, les projets résidentiels ou commerciaux. Toutes ces possibilités permettraient d'accroître la validité externe des résultats actuels.

Il serait également fort intéressant de reprendre la collecte des données pour couvrir la phase post-implantation des deux applications RFID déjà implantées au niveau des systèmes de tuyauterie afin d'obtenir un historique des avantages dérivés des deux scénarios RFID, de suivre l'évolution de la gestion des connaissances dans le temps ou de gagner une meilleure compréhension de la synergie entre les différents modèles de gestion, modèles collaboratifs et modèles technologiques. Il serait également souhaitable de raffiner le modèle conceptuel pour inclure par exemple la théorie institutionnaliste ou pour tenter de capter le rôle de la confiance dans les modèles collaboratifs.

Si la recherche action a permis d'évaluer les changements induits par la technologie RFID dans le contexte réel des entreprises, il serait souhaitable pour des applications RFID de plus grande envergure d'évaluer divers scénarios technologiques en adoptant l'approche du "living lab" (Bendavid et Cassivi, 2012 ; Fosso Wamba, 2012). Cette approche permettrait de simuler, tester et valider dans un environnement contrôlé, les scénarios avec les principaux gestionnaires et professionnels impliqués dans une chaîne d'approvisionnement.

L'adoption de la technologie RFID dans une industrie aussi complexe que celle de la construction industrielle est prometteuse. En effet, les résultats empiriques de notre recherche démontent que la technologie RFID a des incidences positives sur l'uniformisation, l'intégration, l'amélioration et l'automatisation des processus. Cette technologie améliore également l'acquisition, la gestion, le partage, le transfert des connaissances et permet d'ajouter de l'intelligence au niveau intra- et

inter-organisationnel. Elle réduit certaines inefficacités et plusieurs coûts opérationnels. Cependant, il est nécessaire de mesurer le retour sur investissement de la technologie RFID qui reste particulièrement difficile à évaluer (Cevikcan et Ustundag, 2013; Ustundag et Ugurlu, 2013), et ce pour les raisons suivantes: 1) la difficulté d'obtenir des données financières jugées sensibles, 2) la difficulté de cerner les coûts de l'implantation RFID (coûts liés au hardware - étiquettes RFID, lecteurs, etc.-, à l'intergiciel et son intégration aux systèmes de l'entreprise, à la réingénierie des processus, à la formation et à la maintenance des infrastructures installées, etc...) et 3) la difficulté de chiffrer des bénéfices de nature intangible tels que le transfert de connaissances. Si l'on tente d'établir ce retour sur investissement pour chaque firme impliquée, l'exercice est ardu. À un niveau plus global, soit au niveau de la chaîne d'approvisionnement, les difficultés deviennent substantielles. Cependant, une telle démarche aussi difficile soit-elle permettrait de répondre à des questions telles que : Qui doit payer l'infrastructure RFID? Comment partager les coûts entre les membres de la chaîne d'approvisionnement? Comment gérer les attentes individuelles (pour chaque entreprise) et collectives (pour toute la chaîne)?

La notion d'intelligence ajoutée présente un intérêt particulier. Jusqu'à quel point la technologie RFID peut rendre les processus, les organisations et les chaînes d'approvisionnement plus intelligents? Comment faire converger les technologies qui sous-tendent l'intelligence ambiante avec RFID ? De nouveaux développements technologiques ont déjà été entrepris à ce niveau et méritent d'être évalués de façon approfondie.

Le modèle DIKW ("*Data Information Knowledge Wisdom*") propose implicitement que chaque élément de la hiérarchie soit positif. Mais, il est possible d'envisager l'antithèse de ce modèle (Bernstein, 2011). Par exemple, l'information semble préférable comparée à l'absence d'information mais une information erronée (basée sur des données appropriées mais mal interprétées) ne vaut guère mieux que l'absence d'information, ou peut être pire encore puisque des décisions peuvent être prises sur la base d'une information perçue comme véridique. Or, l'infrastructure RFID génère un nombre incalculable de données qui sont filtrées, analysées et transmises par l'intergiciel aux différents systèmes d'information. Quelles sont les risques qu'une chaîne d'approvisionnement réagisse à des informations erronées créées par l'infrastructure RFID avec des conséquences potentiellement désastreuses comme dans le cas des chaînes alimentaires ou pharmaceutiques?

Plusieurs recherches se sont centrées sur le concept de chaîne d'approvisionnement allégée ("*Lean Supply Chain*", Chen et al., 2013; Chongwatpol et Sharda, 2013)) qui se base sur l'efficience (soit de réduire les coûts et gaspillage) tandis que d'autres se sont penchées sur le concept de chaîne d'approvisionnement agile (Butcher, 2007; Azevedo & Carvalho, 2012) qui sous-tend l'efficacité (soit de rencontrer les besoins des clients, ce qui entraîne des coûts supplémentaires requis pour des produits sur mesure, livrés rapidement, etc.). Est-ce que RFID permet l'équilibre rarement atteint entre efficience et efficacité? Est-ce que RFID permet aux chaînes d'approvisionnement d'être à la fois allégées et agiles?

Nous terminons cette thèse en ayant répondu à certaines de nos questions initiales mais nos efforts de recherche nous font poser d'autres questions additionnelles, certaines issues d'un retour sur la littérature, d'autres provenant de la réalité des entreprises. La thèse confirme l'importance de confronter la théorie à la pratique.

BIBLIOGRAPHIE

Accenture (2010). *Business process management: A visual guide*. Consulté le 17 Janvier 2013, Tiré de http://www.accenture.com/SiteCollectionDocuments/PDF/Accenture_BPM_High_Performance_Through_Process_Excellence.pdf.

Ackoff, R. L. (1989). From data to wisdom. *Journal of Applies Systems Analysis*, 16(1), 3-9.

Ackoff, R.L. (1999). Re-creating the corporation: a design of organizations for the 21st century (1st ed.). New York: Oxford University Press.

Adamides, E.D., & Karacapilidis, N. (2006). Information technology support for the knowledge and social processes of innovation management. *Technovation*, 26(1), 50-59.

Adhiarna, N., Hwang, Y. M., Park, M. J., & Rho, J. J. (2013). An integrated framework for RFID adoption and diffusion with a stage-scale-scope cubicle model: A case of Indonesia. *International Journal of Information Management*, 33(2), 378-389.

Agarwal, A., Shankar, R., & Tiwari, M.K. (2006). Modelling the metrics of lean, agile and leagile supply chain: An ANP-based approach. *European Journal of Operational Research*, 173(1), 211-225.

Ahsan, K., Shah, H., Kingston, P. (2010). Knowledge management integration model for IT applications with hooking RFID technology. In *Proceedings of the 9th WSEAS international conference on Artificial intelligence, knowledge engineering and data bases, Cambridge, UK*, (pp. 244-249).

Akintola, G., McIntosh, G., Fitzgerald, E. (2000). A survey of supply chain collaboration and management in the UK construction industry. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 6(3-4), 159-168.

Akiyoshi, M. (2008). Knowledge sharing over the network. *Thin Solid Films*, 517, 1512-1514.

Alavi, M., & Leidner, D. (1999). Knowledge management systems: Issues, challenges, and benefits. *Communications of the AIS*, 1(7), 1-37.

- Alavi, M., & Leidner, D. (2001). Knowledge management and knowledge management systems: conceptual foundations and research issues. *MIS Quarterly*, 25(1), 107-136.
- Albert, Y.H., & Shilu T. (2008). Contracting and information sharing under supply chain competition. *Management Science*, 54(4), 701-715.
- Albescu F., & Mihai, D. (2008). Business intelligence and knowledge management - Technological support for strategic management in the knowledge based economy. *Informatica Economica*, 4(48), 5-12.
- Alqahtani, S., & Wamba, S.F. (2012). Determinants of RFID technology adoption intention in the Saudi retail industry: an empirical study. *Proceedings of the 45th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, Maui, Hawaii, (pp. 4720-4729)
- Alle, V. (1997). *The knowledge evolution: Expanding organizational intelligence* (1st ed.). Boston: Butterworth-Heinemann.
- Alle, V. (1999). *Knowledge of learning?* Consulté le 27 Novembre 2012, Tiré de http://www.vernaallee.com/knowledge_management/Knowledge_or_Learning.pdf.
- Alonso, G., Casati, F., Kuno, H., & Machiraju, V. (2004). Web services: Concepts, architectures and applications: Berlin: Springer.
- Amy, T., & Wognum, P.M. (2012). Networks and supply chain system integration for mass customization and sustainable behavior. *Advanced Engineering Informatics*, 26(1), 3-4.
- Andriessen, D., & Boom, M.V.D. (2007). East is East, and West is West and (n)ever its intellectual capital shall meet. *Journal of Intellectual Capital*, 8(4), 641-652.
- Angeles, R. (2009). Anticipated IT infrastructure and supply chain integration capabilities for RFID and their associated deployment outcome. *International Journal of Information Management*, 29(3), 219-231.
- Angulo, A., & Nachtmann, H. (2004). Supply chain information sharing in a vendor managed inventory partnership. *Journal of Business Logistics*, 25(1), 101-120.

Arvanitis, S., & Loukis, E. (2009). Information and communication technologies, human capital, workplace organization and labour productivity: A comparative study based on firm-level data for Greece and Switzerland. *Information Economics and Policy*, 21(1), 43-61.

Aslan, B., Stevenson, M., & Hendry, C. (2012). Enterprise Resource Planning Systems: An assessment of applicability to Make-to-Order companies. *Computers in Industry*, 63(7), 692-705.

Association Canadienne de la Construction (2012). *Statistiques de l'industrie*. Consulté le 17 Novembre 2012, Tiré de <http://cca-acc.com/fr/informations/statistiques-de-lindustrie>.

Atkinson, A.A., Kaplan, R.S., Matsumura E.M., Young, S.M. (2012). *Management Accounting* (6th ed.). New Jersey: Prentice Hall.

Attaran, M. (2004). Exploring the relationship between information technology and business process reengineering. *Information & Management*, 41, 585–596.

Avgerou, C. (2000). IT and organizational change: an institutionalist perspective. *Information, technology, & people*, 13(4), 234-262.

Azevedo, S., Carvalho, H. (2012). Contribution of RFID technology to better management of fashion supply chain. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 40(2), 128-156.

Azma, F., Mostafapour, M., & Rezaei, H. (2012). The application of information technology and its relationship with organizational intelligence. *Procedia Technology*, 1, 94-97.

Bachmann, R. (2001). Trust, power and control in trans-organization relations. *Organization Studies*, 22(2), 337–365.

Badescu, M., & Garcés-Ayerbe, C. (2009). The impacts of information technologies on firm productivity: Empirical evidence from Spain. *Technovation*, 29(2), 122-129.

Baccarini, D. (1996). The concept of project complexity a review. *International Journal of Project Management*, 14(4), 201-204.

Backlund, A. (2002). The concept of complexity in organisations and information systems. *Kybernetes*, 31(1), 30-43.

Baganha, M.P., & Cohen, M.A. (1998). The stabilizing effect of inventory in supply chains. *Operations Research*, 46(3), S72-S83.

Bahrami, M., Ghorbani, M., & Arabzad, M. (2012). Information technology (IT) as an improvement tool for customer relationship management (CRM). *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 41, 59-64.

Baily, C.A. (2006). *A guide to qualitative field research* (2nd ed.). Thousand Oaks: SAGE Publications book.

Banks, J., Hanny, D., Pachano, M.A., & Thompson, L.G. (2007). *RFID applied* (1st ed.). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Barney, J.B. (1996). The resource-based theory of the firm. *Organization Science*, 7(5), 469-469.

Barua, A., Kriebel, C.H., & Mukhopadhyay, T. (1995). Information technologies and business value: An analytic and empirical investigation. *Information Systems Research*, 6(1), 3-23.

Baskerville, R., & Wood-Harper, A. (1996). A critical perspective on action research as a method for information systems research. *Journal of Information Technology*, 11(3), 235-246.

Bayraktar, E., Koh, L.S.C., Gunasekaran, A., Sari, K., & Tatoglu, E. (2008). The role of forecasting on bullwhip effect for E-SCM applications. *International Journal of Production Economics*, 113(1), 193–204.

Becker, J., Vilkov, L., Weiß, B., & Winkelmann, A. (2010). A model based approach for calculating the process driven business value of RFID investments. *International Journal of Production Economics*, 127(2), 358-371.

Becker, J., & Matzner, M. (2013). *Promoting Business Process Management Excellence in Russia*. Consulté le 15 mars 2012, Tiré de : http://www.ercis.org/sites/default/files/publications/2013/ercis_wp15.pdf.

- Belanger, F. (2012). Theorizing in information systems research using focus groups. *Australasian Journal of Information Systems*, 17(2), 109-135.
- Benbasat, I., Goldstein, D.K., & Mead, M. (1987). The case research strategy in studies of information systems. *MIS Quarterly*, 11(3), 369–386.
- Benbasat, I., & Zmud, R. (1999). Empirical research in information systems: The practice of relevance. *MIS Quarterly*, 23(1), 3-16.
- Bendavid, Y., & Cassivi, L. (2010). Bridging the gap between RFID/EPC concepts, technological requirements and supply chain e-business processes. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 5(3), 1-16.
- Bendavid, Y., & Cassivi, L. (2012). A Living laboratory environment for exploring innovative RFID-enabled supply chain management models. *International Journal of Product Development*, 17(1-2), 94-118.
- Bernstein, J. H. (2011). The data-information-knowledge-wisdom hierarchy and its antithesis. *NASKO*, 2(1), 68-75.
- Bhargav, D., & Koskela, L. (2009). Collaborative knowledge management - A construction case study. *Automation in Construction*, 18 (7), 894–902.
- Bhattacharya, M. (2012). Impact of RFID on the retail value chain: An exploratory study using a mixed method approach. *Journal of Technology Management & Innovation*, 7(4), 36-49.
- Bhattacharya, M., Chu, C.H., & Mullen, T. (2007). RFID implementation in retail industry: Current status, issues, and challenges. *Proceedings of 38th Annual Meeting of the Decision Sciences Institute, Phoenix, Arizona* (Vol. 38, pp. 2171-2176).
- Bhirud, S., Rodrigues, L., & Desai, P. (2005). Knowledge sharing practices in KM: A case study in Indian software subsidiary. *Journal of Knowledge Management Practices*, 6, 1-13.
- Billington, C. (1993). Material management in decentralized supply chain. *Operations Research*, 41(5), 835-847.

- Björk, A., Erlandsson, M., Häkli, J., Jaakkola, K., Nilsson, A., Nummila, K., Puntanen, V., Sirkka, A. (2011). Monitoring environmental performance of the forestry supply chain using RFID. *Computers in Industry*, 62(8–9), 830-841.
- Blackburn, J.D. (1991). The quick response movement in the apparel industry: A case study in time-compressing supply chains. In Blackburn, J.D. *Time-based Competition – The Next Battle Ground in American Manufacturing*. (pp. 246-269).
- Boeck, H., & Wamba, S.F. (2008). RFID and buyer-seller relationships in the retail supply chain. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 36(6), 433-460.
- Bolisani, E., & Scarso, E. (1999). Information technology management: a management-based perspective. *Technovation*, 19(4), 209-217.
- Booker, L., Bontis, N., Serenko, A. (2008). The relevance of knowledge management and intellectual capital research. *Knowledge and Process Management*, 15(4), 235-246.
- Bratianu, C., & Orzea, I. (2010). Tacit knowledge sharing in organizational knowledge. *Journal of Knowledge Management Practice*, 11(2), 107-114.
- Braunscheidel, M.J., & Suresh, N.C. (2009). The organizational antecedents of a firm's supply chain agility for risk mitigation and response. *Journal of Operations Management*, 27(2), 119–140.
- Briscoe, J.A., Fawcett, S.E., & Todd, R.H. (2005). The implementation and impact of ISO 9000 among small manufacturing enterprises. *Journal of Small Business Management*, 43(3), 309-330.
- Brouard, F. (2003). An environmental scanning project as a means to increase CI awareness. *Competitive Intelligence Magazine*, 6(5), 48-50.
- Brown, D. (2007). *RFID implementation*. New York: McGraw-Hill.
- Brynjolfsson, E., & Hitt, L. (1996). Paradox lost? Firm-level evidence on the returns to information systems spending. *Management Science*, 42(4), 541-558.

- Buchel, B. (2007). *Knowledge Creation and Management: New Challenges for Managers* (1st ed.). Oxford: Oxford University Press.
- Buckman, R.H. (2004). *Building a knowledge-driven organization* (1st ed.). New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Bunduchi, R., Weisshaar, C., & Smart, A. (2011). Mapping the benefits and costs associated with process innovation: The case of RFID adoption. *Technovation*, 31(9), 505-521.
- Burke, G., Peppard, J. (1993). Business process redesign: Research directions. *Business Change and Reengineering*, 1(1), 43-47.
- Butcher, T. (2007). RFID: An enabler of agile supply chain decision-making. *International Journal of Agile Systems and Management*, 2(3), 305-320.
- Bygballe, L.E., Eirill B., & Grønland, S. (2012). Managing international supply: The balance between total costs and customer service. *Industrial Marketing Management*, 41, 394-401
- Byrd, T., & Davidson, N.W. (2003). Examining possible antecedents of IT impact on the supply chain and its effect on firm performance. *Information and Management*, 41(2), 243-255.
- Byrd, T., & Marshall, T. (1997). Relating information technology investment to organizational performance: a causal model analysis. *Omega, International Journal of Management Science*, 25(1), 43-56.
- Cachon, G.P., & Fisher M. (2000). Supply chain inventory management and the value of shared information. *Management science*, 46(8), 1032-1048.
- Cai, S., Jun, M., & Yang, Z. (2010). Implementing supply chain information integration in China: The role of institutional forces and trust. *Journal of Operations Management*, 28(3), 257-268.
- Calabrese, F., Corallo, A., Margherita, A., & Zizzari, A. (2012). A knowledge-based decision support system for shipboard damage control. *Expert Systems with Applications*, 29(9), 8204-8211.

- Cao, M., & Zhang, Q. (2010). Supply chain collaborative advantage: a firm's perspective. *International Journal of Production Economics*, 128(1), 358–367.
- Cao, M., & Zhang, Q. (2013a). Antecedents of Supply Chain Collaboration. In *Supply Chain Collaboration*. (pp.31-54). Springer, doi: 10.1007/978-1-4471-4591-2_3.
- Cao, M., & Zhang, Q. (2013b). *Supply chain collaboration: role of interorganisational systems, trust, and collaborative culture* (1st ed.). London: Springer.
- Cevikcan, E., & Ustundag, A. (2013). Risk analysis for RFID investments under uncertainty. In: Ustundag, A. (dir.), *The Value of RFID, Benefits vs. Costs* (Springer-Verlag, London, pp.23-34).
- Chai, K.-H., Yap, C., & Wang, X. (2011). Network closure's impact on firms' competitive advantage: The mediating role of knowledge processes. *Journal of Engineering and Technology Management*, 28(1-2), 2-22.
- Chan, Y. (2000). IT value: The great divide between qualitative and quantitative and individual and organizational measures. *Journal of Management Information Systems*, 16(4), 225-261.
- Chan, M.Y., & Mohamed, S. (2011). Mapping relationships among the enablers of knowledge management within Hong Kong construction organisations. *Procedia Engineering*, 14, 1938-1944.
- Chao, C., Yang, J., & Jen W. (2007). Determining technology trends and forecasts of RFID by a historical review and bibliometric analysis from 1991 to 2005. *Technovation*, 27(5), 268–279.
- Charter of the Institute of Logistics and Transport (CILT). (2012). Consulté le 17 Octobre 2012, Tiré de: <http://www.ciltuk.org.uk/pages/royalcharter>.
- Chen, F., Drezner, A., Ryan, J.K., & Simchi-Levi, D. (2000). Quantifying the bullwhip effect in a simple supply chain: The impact of forecasting, lead times, and information, *Management Science*, 46(3), 436-443.
- Chen, J., Yen, D.C., Rajkumar, T.M., & Tomochko, N.A. (2011). The antecedent factors on trust and commitment in supply chain relationship. *Computer Standards & Interfaces*, 33(3), 262-270.

- Chen, J., Cheng, C., & Huang, B. (2013). Supply chain management with lean production and RFID application: A case study. *Expert Systems with Applications*, 40(9), 3389-3397.
- Cheng, J.H. (2011). Inter-organizational relationships and knowledge sharing in green supply chain. Moderating by relational benefits. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 47(6), 837-849.
- Cheng, J.H., & Fu, Y.C. (2013). Inter-organizational relationships and knowledge sharing through the relationship and institutional orientations in supply chains. *International Journal of Information Management*, 33(3), 473-484.
- Cheung, C.F., Cheung, C.M., & Kwok, S.K. (2012). A knowledge-based customization system for supply chain integration. *Expert Systems with Applications*, 39(3), 906–924.
- Choi, T., & Sethi, S. (2010). Innovative quick response programs: A review. *International Journal of Production Economics*, 127(1), 1-12.
- Choo, C.W. (1995). Information management for the intelligent organization: Roles and implications for the information professions. *Proceedings of the digital libraries conference, Singapore*, (pp. 81-99).
- Choo, C.W. (2003). Perspectives on managing knowledge in organizations. *The haworth information press*, 37(1/2), 205-220.
- Chongwatpol, J., & Sharda, R. (2013). Achieving lean objectives through RFID: A simulation-based assessment. *Decisions Sciences*. 44(2), 239-266.
- Chow, H.K., Choy, K.L., Lee, W.B., & Lau, K.C. (2006). Design of an RFID case-based resource management system for warehouse operations. *Expert Systems with Applications*, 30(4), 561–576.
- Chow, H.K. (2007). An RFID based knowledge management systems – An intelligent approach for managing logistics processes. *In proceedings of the 5th IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN), Hong Kong*, (pp. 287-292).

Christiansen, P.E., Herbert K., & Mikkola, J.H. (2007). Coordination and sharing logistics information in lean supply chains. *International Journal of Procurement Management*, 1(1), 79-96.

Christopher, M. (1998). *Logistics and supply chain management: Strategies for reducing cost and improving service* (2nd ed.). London: Pitman Publishing.

Christopher, M. (2010). *Logistics and Supply Chain Management* (4th ed.). London: Financial Times / Pitman.

Chua, A. (2001). Relationship between the types of knowledge shared and types of communication channels used. *Journal of Knowledge Management Practice*, Consulté le 27 Novembre 2012, Tiré de: <http://www.tlinc.com/jkmpv2.htm>.

Chung, J.K.H., Kumaraswamy, M.M., & Palaneeswaran, E. (2009). Improving megaproject briefing through enhanced collaboration with ICT. *Automation in Construction*, 18(7), 966-974.

Chuong, V., Chilamkurti, N., Loke, S., & Torabi, T. (2011). Radio-Mama: An RFID based business process framework for asset management. *Journal of Network and Computer Applications*, 34 (3), 990-997.

Cleveland, H. (1982). Information as Resource. *The Futurist*, 34-39.

Coelho, L.C., & Laporte, G. (2013). The exact solution of several classes of inventory-routing problems. *Computers & Operations Research*, 40(2), 558-565.

Commission de la construction du Québec (CCQa) (2013). *L'industrie en chiffres*. Consulté le 5 Octobre 2012, Tiré de https://www.ccq.org/B_IndustrieConstruction/B02_IndustrieChiffres.aspx?sc_lang=fr-CA&profil=GrandPublic.

Commission de la construction du Québec (CCQb) (2013). *Progression remarquable du volume de travail en 2012*. Consulté le 5 Octobre 2012, Tiré de

http://www.ccq.org/Nouvelles/2013/0129VolumeTravail2012.aspx?sc_lang=fr-CA&profil=GrandPublic.

CRC Press LLC, 2001. *Basics of supply chain*. Consulté le 17 Septembre 2012, Tiré de http://www.ism-journal.com/ITToday/SL1205_01.pdf.

Creswell, J.W. (1998). *Qualitative inquiry and research design: choosing among five traditions* (1st ed.). Thousand Oaks: Sage Publications.

Creswell, J.W. (2012). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (3rd ed.). Thousand Oaks: Sage Publications.

Crum, M.R., Johnson, D. A., & Allen, B. (1998). A longitudinal assessment of EDI use in the U.S. motor carrier industry. *Transportation Journal*, 38(1), 15–28.

Curado, C., & Bontis, N. (2011). Parallels in knowledge cycles. *Computers in Human Behavior*, 27, 1438-1444.

Currall, S.C., & Inkpen, A.C. (2002). A multilevel approach to trust in joint ventures. *Journal of International Business Studies*, 33(3), 479–495.

Curtin, J., Kauffman, R.J., & 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), 87–110.

Daoudi, J., & Bourgeaut, M. (2012). Discontinuity and Collaboration in Technological Projects. *The XXIII ISPIM Conference – Action for Innovation: Innovating from Experience*, Barcelona, Spain, (pp.1-19).

Das, T.K., & Teng, B.S. (1998). Between trust and control: Developing confidence in partner cooperation in alliances. *Academy of Management Review*, 23(3), 491-513.

Davenport, T.H. (1993). *Process Innovation: Re-engineering Work through Information Technology*. Boston: Harvard Business School Press.

Davenport, T.H., & Prusak, L. (2000). *Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know* (1st ed.). Boston: Harvard Business School Press.

Davenport, T.H., Short, J.E. (1990). The new industrial engineering: Information technology and business process redesign. *Sloan Management Review*, 31(4), 1-31.

David, A. (2000). Logique, épistémologie et méthodologie en sciences de gestion: Trois hypothèses revisitées. In : *Les nouvelles fondations des sciences de gestion*. (pp. 83-109). Paris: FNEGE-Vuibert.

De Burca, S., Fynes, B., & Marshall, D. (2005). Strategic technology adoption: extending ERP across the supply chain. *Journal of Enterprise Information Management*, 18(4), 427-440.

De Kok, A., Van Donselaar, K., & Van Woensel, T. (2008). A break-even analysis of RFID technology for inventory sensitive to shrinkage. *International Journal of Production Economics*, 112(2), 521-531.

DeLuzio, M.C. (1993). The tools of just-in-time. *Journal of Cost Management*, 13-20.

DeMarcellis-Warin, N., Peignier, I., DesGagnés, B. S. (2003). *L'inspection des installations dangereuses; les expériences aux États-Unis et en France* (Cirano, pp.1-77). Tiré de : <http://www.cirano.qc.ca/pdf/publication/2003RP-08.pdf>.

Den Hengst, M., & Sol, H.G. (2001). The impact of information and communication technology on inter-organizational coordination: Guidelines from theory. *Informing Science*, 4(4), 129-138.

Dennis, A. (2001). Relevance in information systems research. *Communications of the Association for Information Systems*, 6(1), 40-42.

Denzin, N. & Lincoln Y. (1994). *Handbook of Qualitative Research*. London: Sage Publications.

Denzin, N., & Lincoln, Y. (2011). *The SAGE handbook of qualitative research* (3rd ed.). Thousand Oaks: Sage Publications.

- Devaraj, S., Wei, J., & Krajewski, L. (2007). Impact of eBusiness technologies on operational performance: The role of production information integration in the supply chain. *Journal of Operations Management*, 25(6), 1199–1216.
- Dewan, M., Meier, F., Aditjandra, P., Zunder, T., & Pace, G. (2013). Logistics and supply chain management. *Research in Transportation Economics*, 41(1), 3-16.
- Dick, B. (2009). Action research literature 2006—2008 Themes and trends. *Action Research*, 7(4), 423-441.
- DiMaggio, P., & Powell, W. (1983). The iron cage revisited: Institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. *American Sociological Review*, 48, 147–160.
- Disney, S.M., & Towill, D.R. (2003). The effect of vendor managed inventory (VMI) dynamics on the Bullwhip Effect in supply chains. *International Journal of Production Economics*, 85(2), 199-215.
- Doghbegah, R., Owusu-Manu, D., & Omoteso, K. (2011). A principal component analysis of project management competencies for the Ghanaian construction industry. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, 11(1), 26–40.
- Donath, S., Mutke, S., Roth, M., Ludwig, A., & Franczyk, B. (2010). *RFID-based business process improvements - Case study results and recommendations* (University of Leipzig, Germany, 206-217). Tiré de : <http://subs.emis.de/LNI/Proceedings/Proceedings177/210.pdf>
- Downe-Wamboldt, B. (1992). Content analysis: Method, applications, and issues. *Health Care for Women International*, 13, 313-321.
- Dul, J., & Hak, T. (2012). *Case Study Methodology in Business Research*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Dumas, M., Van der Aalst, W., Ter Hofstede, A. (2005). *Process Aware Information Systems: Bridging People and Software Through Process Technology*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Dyer, J.H. (1996). *How Chrysler Created an American Keiretsu*. Boston: Harvard Business Review.

Dyer, J.H., & Chu W. (2003). The Role of trustworthiness in reducing transaction costs and improving performance: Empirical evidence from the United States, Japan, and Korea. *Organization Science*, 14(1), 57-68.

Edwards, D. J., & Holt, G. D. (2010). The case for “3D triangulation” when applied to construction management research. *Construction Innovation: Information, Process, Management*, 10(1), 25-41.

Eikebrokk, T., Iden, J., Olsen, D., & Opdahl, A. (2011). Understanding the determinants of business process modelling in organisations. *Business Process Management Journal*, 17(4), 639-662.

Eisenhardt, K.M. (1989). Building theories from case study research. *Academy of Management Review*, 14(4), 548–549.

Ellram, L.M., & Cooper, M.C. (1990). Supply chain management, partnership, and the shipper - third party relationship. *International Journal of Logistics Management*, 1(2), 1–10.

Ellram, L.M. (1991). Supply chain management: the industrial organisation perspective. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 21(1), 13-22.

Ergen, E., Akinci, B., East, B., & Kirby, J. (2007). Tracking components and maintenance history within a facility utilizing radio frequency identification technology. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 21(1), 11-20.

Ermine, J.-L., Moradi, M., & Brunel, S. (2012). A knowledge value chain. *International Management*, 16, 29-40.

Eunni, V.R, Kasuganti, R.R., & Kos, JA. (2006). Knowledge management process in international business alliances: a review of empirical research. *International Journal of Management*, 23(1), 34-42.

Evrard, K.S., Goury, M., Gunasekaran, A., & Spalanzani, A. (2011). Knowledge management in supply chain: An empirical study from France. *Journal of Strategic Information Systems*, 20(3), 283-306.

Fabbe-Costes, N., & Lancini, A. (2009). Gestion inter-organisationnelle des connaissances et gestion des chaînes logistiques: enjeux, limites et défis. *Management & Avenir*, 4, 123-145.

Fawcett, S.E., & Magnan, G.M. (2001). *Achieving world-class supply chain alignment: Benefits, barriers, and bridges* (Center for Advanced Purchasing Studies). Tiré de http://websterold.engr.pitt.edu/freshman/academic/study_abroad/pdf/AchievingSCAlignment.pdf

Fawcett, S.E., Jones, S.L., & Fawcett, A.M. (2012). Supply chain trust: The catalyst for collaborative innovation. *Business Horizons*, 55(2), 163-178.

Fernie, S., Green, S.D., Weller, S.J., & Newcombe, R. (2003). Knowledge sharing: context, confusion and controversy. *International Journal of Project Management*, 21(3), 177-187.

Ferrer, G., Dew, N., & Apte, U. (2010). When is RFID right for your service? *International Journal of Production Economics*, 124(2), 414–425.

Fisher, M.L. (1997). *What is the right supply chain for your product?* Boston: Harvard Business Review.

Fleisher, C.S., & Bensoussan, B.E. (2003). *Strategic and competitive analysis: methods and techniques for analyzing business competition*. Westport: Praeger.

Forcada, N., Fuertes, A., Gangolells, M., Casals, M., & Macarulla, M. (2013). Knowledge management perceptions in construction and design companies. *Automation in Construction*, 29, 83-91.

Fosso Wamba, W., & Boeck, H. (2008). Enhancing information flow in a retail supply chain using RFID and the EPC network: A proof-of-concept approach. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 3(1), 92-105.

Fosso Wamba, S. (2012). Achieving supply chain integration using RFID technology: The case of emerging intelligent B-to-B ecommerce processes in a living laboratory. *Business Process Management*, 18(1), 58-81.

Frappaolo, C. (2006). *Knowledge management*. Oxford: Capstone.

Fredendall, L., & Hill J.E. (2001). *Basics of Supply Chain Management (1st ed.)*. Florida: CRC Press.

Gadd, W., Oakland, J. S. (1995). Re-engineering a total quality organization: A case study of D2D Ltd. *Business Process Re-engineering & Management Journal*, 1(2), 7-27.

Gagnon, Y.C. (2009). L'étude de cas comme methode de recherche : Comment assurer la véracité des résultats. *Actes du 2ème colloque international francophone sur les méthodes qualitatives, Lille, France* (pp. 1-13).

Gagnon, Y.-C. (2012). *L'étude de cas comme méthode de recherche* (2e éd.). Québec: Presses de l'Université du Québec.

Gammelgard, M., Ekstedt, M., & Gustafsson, P. (2006): A categorization of benefits from IS/IT investments. *Proceedings of the 13th European Conference on Information Technology Evaluation, Genoa, Italy*.

García-Dastugue, S., & Lambert, D. (2003). Internet-enabled coordination in the supply chain. *Industrial Marketing Management*, 32(3), 251-263.

Genrich, M., Kokkonen, A., Moormann, J., Muehlen, M., Tregear, R., Mendling, R., & Weber, B. (2007). Challenges for business process intelligence. *Business Process Management International Workshops, Brisbane, Australia* (pp. 5-10).

Ghrayeb, O., Damodaran, P., & Vohra, P. (2011). Art of triangulation: an effective assessment validation strategy. *Global Journal of Engineering Education*, 13(3), 96-101.

Giannakis, M., & Michalis, L. (2011). A multi-agent based framework for supply chain risk management. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 17(1), 23-31.

- Giannoccaro, I., Pontrandolfo, P., & Scozzi, B. (2003). A fuzzy echelon approach for inventory management in supply chains. *European Journal of Operational Research*, 149(1), 185–196.
- Gilad, B., & Gilad, T. (1988). *The business intelligence system: A new tool for competitive advantage*. New York: Amacom books.
- Gilmore, T., Krantz, J., & Ramirez, R. (1985). Action based modes of inquiry and the host-researcher relationship. *Consultation*, 5(3), 160-176.
- Glaser, B.G., & Strauss, A.L. (1967). *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research (1st ed.)*. Chicago: Aldine.
- Glushko, R.J., & McGrath, T. (2005). Document engineering - analyzing and designing the semantics of business service networks. *Proceedings of the IEEE International Workshop on Business Service Networks, New Jersey, USA*, (pp.9-5).
- Godot, P., & Villard, A.S. (1999). Implementation of a computerized maintenance management system. *Computer Standards and Interfaces*, 20(6-7), 427.
- Goebel, C., Tribowski, C., Günther, O., Tröger, R., & Nickerl, R. (2009). RFID in the supply chain to obtain a positive ROI. *International Conference on Enterprise Information Systems, Milan, Italy*, (pp. 95-102).
- Gohier, C. (2004). De la démarcation entre critères d'ordre scientifique et d'ordre éthique en recherche interprétative. *Recherches qualitatives*, 24, 3-17.
- Gorelick, C., & Tantawy-Monsou, B. (2005). For performance through learning, knowledge management is the critical practice. *The Learning Organization*, 12(2), 125-139.
- Griffin, L., & Harrell, A. (1991). An empirical examination of managers' motivation to implement just-in-time procedures. *Journal of Management Accounting Research*, 3, 98-112.
- Grigori, D., Casati, F., Dayal, U., & Shan, M.C. (2001). Improving business process quality through exception understanding, prediction, and prevention. *Proceedings of Proceedings of 27th International Conference on Very Large Data Bases*. San Francisco (159-168).

- Grigori, D., Casati, F., Castellanos, M., Dayal, U., Sayal, M., Shan, M. (2004). Business process intelligence. *Computers in Industry*, 53, 321–343.
- Grover, V., & Davenport, T.H. (2001). General perspectives on knowledge management: Fostering a research agenda. *Journal of Management Information Systems*, 18(1), 5–21.
- Gu, D.-X., Liang, C.-Y., Bichindaritz, I., Zuo, C.-R., & Wang, J. (2012). A case-based knowledge system for safety evaluation decision making of thermal power plants. *Knowledge-Based Systems*, 26, 185-195.
- Gunasekaran, A., Patel, C., & McGaughey, R.A. (2004). A framework for supply chain performance measurement. *International Journal of Production Economics*, 87(3), 333–347.
- Guo, Z.L., Fang, F., & Whinston, A.B. (2006). Supply chain information sharing in a macro prediction market. *Decision Support Systems*, 42(3), 1944–1958.
- Gupta, M., & Kohli, A. (2006). Enterprise resource planning systems and its implications for operations function. *Technovation*, 26 (5-6), 687-696.
- Gushgar, S.K., Francis, P.A., Saklou, J.H. (1997). Skills critical to long-term profitability of engineering firms. *Journal of Management in Engineering*, 13(2), 46–56.
- Haines, M. (2005). Knowledge management definition. Consulté le 15 août 2011, Tiré de http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/knowledge/docs/ABC_of_KM.pdf.
- Hall, D.J., Joseph, B., Skipper, B., Hazen, T., & Hanna, J.B. (2012). Inter-organizational IT use, cooperative attitude, and inter-organizational collaboration as antecedents to contingency planning effectiveness. *International Journal of Logistics Management*, 23(1), 50-76.
- Hammer, M., & Champy, J. A. (1993). *Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution* (1st ed.). New York: Harper Business Books.
- Handfield, R.B., & Bechtel, C. (2002). The role of trust and relationship structure in improving supply chain responsiveness. *Industrial Marketing Management*, 31(4), 367–382.

- Hanhart, D. (2008). *Mobile Computing und RFID in Facility Management*, Berlin: Springer Verlag.
- Hansen, M., Nohria, N., & Tierney, T. (1999). What's your strategy for managing knowledge? *Harvard Business Review*, 77(2), 106-116.
- Harrington, H.J. (1991). Improving business processes. *TQM Magazine*, 3(1), 39-44.
- Harry, K.H.C., Choy, K.L., & Lee, W.B. (2007). A dynamic logistics process knowledge-based system - An RFID multi-agent approach. *Journal Knowledge-Based Systems*. 20(4), 357-372.
- Hauschild, L., Licht, P., & Stein, M. (2001). Creating a Knowledge Culture. *McKinsey Quarterly*, 1, 74-81.
- Hayes, R.H. (1981). *Why Japanese Factories Work*. Boston: Harward Business Review.
- Heckman, R. (1999). Organizing and managing supplier relationships in information technology procurement. *International Journal of Information Management*, 19(2), 141-155.
- Helguson, M., & Kalhori, V. (2012). A conceputal model for knowledge integration in process planning. *Procedia CIRP*, 3, 573-578.
- Hernández, J.E., Poler, R., Mula, J., & Peidro, D. (2008). A collaborative knowledge management framework for supply chains. An UML-based model approach. *Journal of Industrial Engineering Management*, 1(2), 77-103.
- Hevner, A., & Chatterjee, S. (2010). *Design Research in Information Systems: Theory and Practice*. New York: Springer.
- Hill, N., & Swenson, M. (1994). The impact of electronic data interchange on the sales function. *Journal of Personal Selling & Sales Management*, 14(3), 79 – 88.
- Hilton, R.W. (2008). *Managerial accounting* (8th ed.). Ohio: McGraw Hill Education.

- Holmström, J., Framling, K., Kaipia, R., & 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, I.-H., Dang, F., Tsai, Y., Liu, C., Lee, W., Wang, M., & Chen, P. (2011). An RFID application in the food supply chain: A case study of convenience stores in Taiwan. *Journal of Food Engineering*, 106, 119-126.
- Horngren, C., Sundem, G., Stratton, W., Burgstahler, D., & Schatzberg, J. (2007). *Introduction to Management Accounting* (7th ed.). Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall.
- Hosmer, L.T. (1995). Trust: The Connecting Link between Organizational Theory and Philosophical Ethics. *Academy of Management Review*, 20(2), 379-403.
- Hsieh, H., & Shannon, S. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative health research*, 15(9), 1277-1288.
- Huang, C.C., & Hua, S. (2010). Sharing knowledge in a supply chain using the semantic web. *Expert Systems with Applications*, 37(4), 3145-3161.
- Huang, G.Q., Lau, S.K., & Mak, K.L., (2003). The impacts of sharing production information on supply chain dynamics: a review of the literature. *International Journal of Production Research*, 41(7), 1483-1517.
- Huang, Z., & Gangopadhyay, A. (2004). A simulation study of supply chain management to measure the impact of information sharing. *Information Resources Management Journal*, 17, 20-32.
- Hugos, M. (2006). *Essentials of Supply Chain Management* (2nd ed.). New Jersey: John Wiley & Sons.
- Hult, G.T.M., Ketchen, D.J., Cavusgil, S., & Calantone, R.J. (2006). Knowledge as a strategic resource in supply chains. *Journal of Operations Management*, 24(5), 458–475.

Hult, G.T.M., Ketchen, D.J., & Slater, S.F. (2004). Information processing, knowledge development, and strategic supply chain performance. *Academy of Management Journal*, 47, 241-254.

Humphreys, P. K., Lai, M. K., & Sculli, D. (2001). An inter-organizational information system for supply chain management. *International Journal of Production Economics* 70(3), 245-255.

Hung, S.-Y., Tang, K., Chang, C., & Ke, C. (2009). User acceptance of intergovernmental services: An example of electronic document management system. *Government Information Quarterly*, 26(2), 387-397.

Hwang, B.-G., & Wei J. N., (2013). Project management knowledge and skills for green construction: Overcoming challenges. *International Journal of Project Management*, 31(2), 272-284.

Indulska, M., Green, P., Recker, J., & Rosemann, M. (2009). Business process modeling: perceived benefits. In *Proceedings of the 28th International Conference on Conceptual Modeling*, Gramado, Brazil.

Intensecomp Pte Ltd. (2004). *Construction Material Tracking System: Bringing Complex Tasks to Simple Routine*, Consulté le 17 Avril 2011, Tiré de <http://www.intensecomp.com.sg/download/Construction%20Material%20Tracking%20System.pdf>.

Ireland, R.D., & Webb, J.W. (2007). Strategic entrepreneurship: creating competitive advantage through streams of innovation. *Business Horizons*, 50, 49–59.

Iwase, M., & Ohno, K. (2011). The performance evaluation of a multi-stage JIT production system with stochastic demand and production capacities. *European Journal of Operational Research*, 214 (2), 216-222.

Jacob, R., Ouellet, P. (2001). *Globalisation, économie du savoir et compétitivité : Une synthèse des tendances et enjeux stratégiques pour la PME québécoise*. (Université du Québec à Trois-Rivières), tiré de http://zonecours.hec.ca/documents/A2005-P1-490960.pme-rapp_synth.pdf.

Jakkhupan, W., Arch-int, S., & Li, Y. (2011). Business process analysis and simulation for the RFID and EPCglobal network enabled supply chain: a proof-of-concept approach. *Journal of Network and Computer Applications*, 34(3), 949-957.

Jan, A. (2010). A multi-dimensional knowledge management systems planning approach. *Journal of Information and Knowledge Management (JIKM)*, 9(3), 291-302.

Janz, B. D., Pitts, M. G., & Otondo, R. F. (2005). Information systems and health care II: back to the future with RFID: lessons learned—some old, some new. *Communications of the Association for Information Systems*, 15, 132-148).

Jennex, M.E. (2008). *Knowledge management: Concepts, methodologies, tools, and applications*. Hershey: Information Science Reference.

Jharkharia, S., & Shankar, R. (2000). Information technology: A competitive weapon in supply chain management. *Proceedings of International Conference on Flexible System Management, New Delhi, India* (pp. 599-610).

Sinur, J., Schulte, W., Hill, J., & Jones, T. (2012). *Magic Quadrant for Intelligent Business Process Management Suites* (Gartner Group). Consulté le 9 Novembre 2012, Tiré de <http://ninja.typepad.com/files/gartner-magic-quadrant-for-intelligent-business-process-management-software.pdf>.

Jingquan, R. T., Sikora, M., & Shaw, J. (2001). *The Effects of Information Sharing Strategies on Supply Chain Performance* (University of Illinois at Urban-Champaign), Tiré de: http://pdf.aminer.org/000/327/043/the_relationship_between_demand_product_and_information_sharing_strategies.pdf.

Johansson, O., & Palsson, H. (2009). The impact of Auto-ID on logistics performance. A benchmarking survey of Swedish manufacturing industries. *Benchmarking: An international Journal*, 16(4), 504–522.

Johnson, P. (1995). Supply chain management: the past, the present and the future. *Manufacturing Engineering*, 74(5), 213-217.

Johnson, E.M., & Davis, T. (1998). Improving supply chain performance by using order fulfilment metrics. *National Productivity Review*, 17(3), 3-16.

Johnson, E., & Pyke, D. (1999). *Supply Chain Management* (The Tuck School of Business) Consulté le 19 Octobre 2012, Tiré de citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/.

Johsnton, P. (1995). Supply Chain Management: Past, the present, and the future. *Manufacturing Engineer*, 74(5), 213-217.

Jolly, D., & Thérin, F. (2007). New venture technology sourcing: Exploring the effect of absorptive capacity, learning attitude and past performance. *Innovation: Management, Policy & Practice*, 9, 235–248.

Jones, P., Clarke-Hill, C., Comfort, D., Hiller, D., & Shears, P. (2005). Radio frequency identification and food retailing in the UK. *British Food Journal*, 107, 356–360.

Kamara, J.M., Augenbroe, C.J., & Anumba, P.M. (2002). Knowledge management in the architecture, engineering and construction industry. *Construction Innovation*, 2, 53–67.

Kamhawi, E.M. (2010). The three tiers architecture of knowledge flow and management activities. *Information and Organization*, 20(3-4), 169-186.

Kanapeckiene, L., Kaklauskas, A., Zavadskas, E.K., & Seniut, M. (2010). Integrated knowledge management model and system for construction projects. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 23(7), 1200-1215.

Kang, Y., & Gershwin, S. (2005). Information inaccuracy in inventory systems: Stock loss and stockout. *IIE Trans.*, 37, 843-859.

Kankanhalli, A., & Tan, B.C.Y. (2005). Knowledge management metrics: A review and directions for future research, *International Journal of Knowledge Management* 1(2), 20-32.

Kannan, V.R., & Tan, K.C. (2005). Just in time, total quality management, and supply chain management : Understanding their linkages and impact on business performance, *Omega*, 33(2), 153-162.

Kaynak, H., & Hartley, J. L. (2008). A replication and extension of quality management into the supply chain. *Journal of Operations Management*, 26 (4), 468-489.

Kazi, A. (2005). *Knowledge Management in the Construction Industry: A Socio-technical Perspective*. Hershey: Idea Group Publishing.

Kelepouris, T., Pramataris, K., & Doukidis, G. (2007). RFID-enabled traceability in the food supply chain. *Industrial Management and Data Systems*, 107, 183–200.

Kelliher, F. (2005). Interpretivism and the pursuit of research legitimisation: an integrated approach to single case design. *The Electronic Journal of Business Research Methodology*, 3(2), 123-132.

Kerzner, H. (1989). *Project Management: A System Approach to Planning Scheduling and Controlling* (3rd ed). New York: Van Nostrand Reinhold.

Khairul, M., Yatin, S., & Mansor, A. (2008). Knowledge management and competitive intelligence: A synergy for organizational competitiveness in the K-Economy. *Communications of the IBIMA*, 6, 25-34.

Khan, R.A., & Quadri, S.M. (2012). Business intelligence: An integrated approach. *Business Intelligence Journal*, 5 (1), 64-70.

Khotari, A., Bickford J., Edwards, N., Dobbins M., & Mever M. (2011). Uncovering tacit knowledge: A pilot study to broaden the concept of knowledge in knowledge translation. *BMC Health Services Research*, 11(198), 1-27.

Kite, G. (2012). The impact of information technology outsourcing on productivity and output: New evidence from India. *Procedia Economics and Finance*, 1, 239-248.

Kock, N., Gray, P., Hoving, R., Klein, H., Myers, M., & Rockart, J. (2002). IS relevance revisited: Subtle accomplishment, unfulfilled promise, or serial hypocrisy. *Communications of the Association for Information Systems*, 8(1), 330-346.

Koellinger, P. (2006). *Technological Change - An Analysis of the Diffusion and Implications of e-Business Technologies* (Humboldt-Universität zu Berlin, pp. 1-235). Tiré de <http://ideas.repec.org/p/wpa/wuwpdc/0507008.html>

Kohli, R., & Devaraj, S. (2003). Measuring information technology payoff: A meta-analysis of structural variables in firm-level empirical research. *Information Systems Research* 14(2), 127-145.

Kostova, T., & Roth, K. (2002). Adoption of an organizational practice by subsidiaries of multinational corporations: Institutional and relational effects. *Academy of Management Journal*, 45(1), 215-233.

Koskinen, K., & Pihlanto, P. (2008). *Knowledge management in project-based companies: An organic perspective*. New York: Palgrave Macmillan.

Krippendorff, K.K. & Krippendorff, K.H. (2003). *Content Analysis: An Introduction to its methodology* (2nd ed.). London: Sage Publications.

Krotov, V., & Junglas, I. (2008). RFID as a disruptive innovation. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 3(2), 44-59.

Krueger, R., & Casey, M. (2009). *Focus Groups: A Practical Guide for Applied Research* (4th ed.). Thousand Oaks: Sage Publications.

Kruger, C.J., & Johnson, R.D. (2010). Information management as an enabler of knowledge management maturity: A South African perspective. *International Journal of Information Management*, 30(1), 57-67.

Kumar, S., & Thondikulam, G. (2006). Knowledge management in a collaborative business framework. *Information Knowledge Systems Management*, 5, 171-187.

Kumar, S., Kadow, B., & Lamkin, M. (2011). Challenges with the introduction of radio-frequency identification systems into a manufacturer's supply chain-a pilot study. *Enterprise Information Systems*, 5(2), 235, 253.

- Lambert, D. (2008). *Supply chain management: processes, partnerships, performance (3rd ed.)*. Sarasota: Supply Chain Management Institute.
- Lambert, D.M., & Cooper, M.C. (2000). Issues in supply chain management. *Industrial Marketing Management*, 29, 65-83.
- Lancioni, R.A., Smith, M., & Oliva, T.A. (2000). Role of the internet in supply chain management. *Industrial Marketing Management*, 29, 45–56.
- Lau, F. (1997). A Review on the use of action research in information systems studies, In Lee, J. (dir.), *Information Systems and Qualitative Research* (Chapman and Hall, London, pp. 31-68).
- Lawrence, F.B. (2003). *The management of construction: A project life cycle approach*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Lee, C.Y. (1997). JIT adoption by small manufacturers in Korea. *Journal of Small Business Management*, 35(3), 98-108.
- Lee, H., & Ozer, O. (2007). Unlocking the value of RFID. *Production and operations management*, 16(1), 40–64.
- Lee, H.L., & Billington, C. (1992). Managing supply chain inventory: pitfalls and opportunities. *Sloan eManagement Review*, 33(3), 65-73.
- Lee, H.L., & Billington, C. (1993). Material management in decentralized supply chain. *Operations Research*, 41(5), 835-847.
- Lee, H.L., & Whang, S. (2000). Information sharing in a supply chain. *International Journal of Manufacturing Technology and Management*, 1(1), 79-93.
- Lee, H.L., & Whang, S. (2005). Higher supply chain security with lower cost: Lessons from total quality management. *International Journal of Production Economics*, 96(3), 289-300.
- Lee, H.L., Padmanabhan, V., & Whang, S. (1997). The Bullwhip Effect in Supply Chains. *Sloan Management Review*, 38(3), 93–102.

- Lee, J., Palekar, U.S., & Qualls, W. (2011). Supply chain efficiency and security: Coordination for collaborative investment in technology. *European journal of operational research*, 210(3), 568-578.
- Lefebvre, L.A., Lefebvre, É., Bendavid, Y., Fosso Wamba, S., & Boeck, H. (2006). The potential of RFID in warehousing activities in a retail industry supply chain. *Journal on Chain and Network Science*, 5(2), 101-111.
- Leo, R.V. (2010). An investigation of moderators of the link between technology use in the supply chain and supply chain performance. *Information & Management*, 47(7-8), 364-371.
- Leonardi, P.M., & Treem, J.W. (2012). Knowledge management as a stage for strategic self-presentation: Implications for knowledge sharing in organisations. *Information and Organisation*, 22(1), 37-59.
- Leung, J., Chu, S.C., & Cheung, W. (2013). Design research guidelines for mindful IT innovations: The case of RFID innovation in supply chain management. *Proceedings of the 46th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, Maui, Hawaii, (pp. 3727-3736).
- Li, G.H., Yang, L., & Sun, A. (2009). The impact of IT implementation on supply chain integration and performance. *International Journal of Production Economics*, 120(1), 125-138.
- Li, L. (2011). Assessing the relational benefits of logistics services perceived by manufacturers in supply chain. *International Journal of Production Economics*, 132, 58-67.
- Li, S., Lin, B. (2006). Accessing information sharing and information quality in supply chain management. *Decision Support Systems*, 42, 1641-1656.
- Li, T., & Calantone, R. (1998). The impact of market knowledge competence on new product advantage: Conceptualization and empirical examination. *Journal of Marketing*, 62, 13 - 29.
- Li, W., Humphreys, P.K., Yeung, A.C.L., & Cheng, T.C.E. (2007). The impact of specific supplier development efforts on buyer competitive advantage: An empirical model. *International Journal of Production Economics*, 106, 230-247.

- Liao, S.H. (2003). Knowledge management technologies and applications. Literature review from 1995 to 2002. *Expert Systems with Applications*, 25(2), 155-164.
- Liebowitz, J. (1999). *The Knowledge Management Handbook*. Boca Raton: CRC Press.
- Lin, D. (2007). Challenges in RFID enabled supply chain management. *Engineering Management Review*, IEEE, 35(2), 23-28.
- Lin, L.C. (2009). An integrated framework for the development of radio frequency identification technology in the logistics and supply chain management. *Computers and Industrial Engineering*, 57(3), 832-842.
- Lin, T.C., & Huang, C.C. (2008). Understanding knowledge management system usage antecedents: An integration of social cognitive theory and task technology fit. *Information and Management*, 45(6), 410-417.
- Lin, Y., Wang, L., & Tseng, H.P. (2006). Enhancing knowledge exchange through web map based knowledge management system in construction: lessons learned in Taiwan. *Automation in Construction*, 15, 693–705.
- Lin, Y.-C., & Lee, H.-Y. (2012). Developing project communities of practice-based knowledge management system in construction. *Automation in Construction*, 22, 422-432.
- Lindner, F., & Wald, A. (2011). Success factors of knowledge management in temporary organizations. *International Journal of Project Management*, 29(7), 877-888.
- Ling, J.U. (2003). The project manager's personal characteristic, skills and roles in local construction industry. Published Master's dissertation, Faculty of Civil Engineering, University Technology Malaysia.
- Liu, H., Ke, W., Wei, K. K., Gu, J., & Chen, H. (2010). The role of institutional pressures and organizational culture in the firm's intention to adopt internet-enabled supply chain management systems. *Journal of Operations Management*, 28(5), 372-384.

- Ljungberg, A. (2002). Process measurement. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 32(4), 254-287.
- Lohtia, R., Xie, T., & Subramaniam, R. (2004). Efficient consumer response in Japan: Industry concerns, current status, benefits, and barriers to implementation. *Journal of Business Research*, 57(3), 306-311.
- Lopez-Nicolas, C., & Soto-Acosta, P. (2010). Analyzing ICT adoption and use effects on knowledge creation: An empirical investigation in SMEs. *International Journal of Information Management*, 30, 521-528.
- Love, P.E.D., Irani, Z., & Edwards, D.J. (2004). A seamless supply chain management model for construction. *Supply Chain Management: An International Journal*, 9(1), 43-56.
- Lowenthal, J. (1994). *Reengineering the Organization: A Step-By-Step Approach to Corporate Revitalization*. Milwaukee: ASQC Quality Press.
- Lummus, R.R., & Vokurka, R.J. (1999). Defining supply chain management: a historical perspective and practical guidelines. *Industrial Management & Data Systems*, 99 (1), 11-17.
- Madhok, A., (1995). Opportunism and trust in joint venture relationships: an exploratory study and a model. *Scandinavian Journal of Management*, 11(1), 57-74.
- Madison, D. (2005). *Process Mapping, Process Improvement, and Process Management*. Chico: Paton Press.
- Magal, S., Simha, R., Feng, M., & Essex, P. (2001). An exploratory study of web-based electronic commerce applications. *Journal of Information Technology Theory and Application*, 3(5), 139-149.
- Mangan, J., Lalwani, C., & Butcher, C.T. (2008). *Global logistics and supply chain management*. Sussex: John Wiley & Sons, Ltd.
- Maqsood, T., Finegan, A.D. & Walker, D.H.T. (2003). Extending knowledge management across the supply chains in the construction industry: Knowledge sharing in construction supply chains.

2nd International Conference on Construction in the 21st Century (CITC-II), Hong Kong, (pp. 121-126).

Marshall, C., & Rossman, G.B. (2010). *Designing qualitative research* (5th ed.). Thousand Oaks: Sage Publications.

Marra, M., Ho, W., & Edwards, J.S. (2012). Supply chain knowledge management: A literature review. *Expert Systems with Applications*, 39 (5), 6103–6110.

Marshall, C., & Rossman, G. (2010). *Designing qualitative research* (5th ed.). Thousand Oaks: Sage Publications.

Martin-de-Castro, G., Lopez-Saez, P., & Navas-Lopez, J. (2008). Processes of knowledge creation in knowledge-intensive firms: Empirical evidence from Boston's Route 128 and Spain. *Technovation*, 28, 222-230.

Martineau, S. (2007). L'éthique en recherche qualitative: quelques pistes de réflexion. *Recherches qualitatives*, 5, 70-81.

Masli, A., Richardson, V., Sanchez, J., & Smith, R. (2011). Return to IT excellence: Evidence from financial performance around information technology excellence awards. *International Journal of Accounting Information Systems*, 21(3), 189-205.

Mason, D., & Pauleen, D.J. (2003). Perceptions of knowledge management: A qualitative analysis. *Journal of Knowledge Management*, 7(4), 38-48.

Mason-Jones, R., & Towill, D.R., (2000). Coping with uncertainty: Reducing "Bullwhip" behaviour in global supply chains. *Supply Chain Forum*, 1, 40–44.

Mayring, P. (2000). Qualitative content analysis. *Qualitative Social Research*, 1(2), 1-10.

McAllister, DJ. (1995). Affect and cognition based trust as foundations for interpersonal cooperation in organizations. *Academic Management Journal*, 38(1), 24–59.

McInerney, C. (2002). Knowledge management and the dynamic nature of knowledge. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 53(12), 1009-1018.

- Mearns, M. (2012). Knowing what knowledge to share: Collaboration for community, research, and wildlife. *Expert Systems with Applications*, 39(10), 9892-9898.
- Melville, N., Kraemer, K., & Gurbaxani, V. (2004). Review: Information technology and organizational performance: An integrative model of IT business value. *MIS Quarterly*, 28(2), 283-322.
- Ménard, J.-P., (2005). *Concept: le Juste-à-Temps (JAT)* (AMCEQ). Consulté le 24 avril 2008, tiré de [http://www.amceq.org/docs/5-JAT_article_aout2005_\(ps2\).pdf](http://www.amceq.org/docs/5-JAT_article_aout2005_(ps2).pdf)
- Mentzer, J.T., DeWitt, W., Keebler, J.S., Min, S., Nix, N.W., Smith, C.D., & Zacharia, Z.G. (2001). Defining supply chain management. *Journal of Business Logistics*, 22(2), 1-25.
- Mettler, T., Pinto, R., & Raber, D. (2012). An Intelligent Supply Chain Design for Improving Delivery Reliability. *International Journal of Information Systems and Supply Chain Management (IJISSCM)*, 5(2), 1-20.
- Metzger, C., Thiesse, F., Gershwin, S., & Fleisch, E. (2013). The impact of false-negative reads on the performance of RFID-based shelf inventory control policies. *Computers and Operations Research*, 40(7), 1864-1873.
- Meyer, J., & Rowan, B. (1977). Institutionalized organizations: Formal structure as myth and ceremony. *American Journal of Sociology*, 83, 340–363.
- Milam, J. (2005). Organizational Learning through Knowledge Workers and Infomediaries. *New Directions for Higher Education*, 131, 61-73.
- Miles, M.B., & Huberman, A.M. (2003). *Analyse des données qualitatives* (2nd ed.). Bruxelles : De Boeck Université.
- Miles, R.E., & Snow, C. (1992). Causes of failure in network organizations. *California Management Review*, 34(4), 53-72.
- Mills, E. (1993). Efficient lighting programs in Europe: Cost effectiveness, consumer response, and market dynamics, *Energy*, 18(2), 131-144.

- Mithas, S., Ramasubbu, N., & Sambamurthy, V. (2011). How information management capability influences firm performance, *MIS Quarterly*, 35(1), 237–256.
- Mitra, S. (2012). Inventory management in a two-echelon closed-loop supply chain with correlated demands and returns. *Computers and Industrial Engineering*, 62 (4), 870-879.
- Mo, M., & Szewczak, E. (1999). *Measuring Information Technology Investment Payoff: Contemporary Approaches*. Hershey: Idea Group Publishing.
- Monczka, R., Handfield R., & Giunipero L. (2008). *Purchasing and supply chain management* (4th ed.), Ohia: Cengage Learning.
- Morgan, D. (1996). *Focus groups as qualitative research* (2nd ed.). Thousand Oaks: Sage Publications.
- Morgan, R.M., & Hunt, S.D. (1994). The Commitment-Trust Theory of Relationship Marketing. *Journal of Marketing*, 58, 20-38.
- Morita, H., & Nakahara, H. (2004). Impacts of the information-technology revolution on Japanese manufacturer-supplier relationships. *Journal of the Japanese and International Economies*, 18(3), 390-415.
- Muller, G. & Mandelartz, J. (2007). Optimizing maintenance process with RFID and related knowledge management (Fraunhofer institute for factory operation and automation, Magdberg, Germany). Tiré de <http://www.delta3n.hu/world-congress-on-maintenance-2008/session1/09-optimizing-maintenance-processes-with-rfid-and-related-knowledge-management.pdf>.
- Muzio, D., Brock, D., & Suddaby, R. (2013). Professions and institutional change: Towards an institutionalist sociology of the professions. *Journal of Management Studies*.
- Nadeau, M., & Fisher, C. (2011). Les connaissances implicites et explicites en grammaire : quelle importance pour l'enseignement ? Quelles conséquences? *Journal of Teaching and Learning Language and Literature*, 4(4), 1-31.

- Näslund, D., Kale, R., & Paulraj, A. (2010). Action research in supply chain management—a framework for relevant and rigorous research. *Journal of Business Logistics*, 31(2), 331-355.
- Nativi, J., & Lee, S. (2012). Impact of RFID information-sharing strategies on a decentralized supply chain with reverse logistics operations. *International Journal of Production Economics*, 136 (2), 366-377.
- Nechita, E., & Timofti, I.-C. (2011). Increasing independence versus increasing collaboration with ICT support. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 29, 1508-1517.
- Negash, S. (2004). Business intelligence. *Communications of the Association for Information Systems*, 13(1), 177-195.
- Neuman, W.R. (1991). *The Future of the Mass Audience*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ngai, E. W. T., Cheng, T. C. E., Lai, K. H., Chai, P. Y. F., Choi, Y. S., & Sin, R. K. Y. (2007). Development of an RFID-based traceability system: Experiences and lessons learned from an aircraft engineering company. *Production and Operations Management*, 16(5), 554-568.
- Ngai, E.W.T., Chau, D.C.K., & Chan, T.L.A. (2011). Information technology, operational, and management competencies for supply chain agility: Findings from case studies. *The Journal of Strategic Information Systems*, 20(3), 232–249.
- Nienhaus, J., (2002). What is the Bullwhip Effect caused by? *Proceedings of the supply chain world Europe*, Amsterdam, Netherland.
- Nix, N., Zacharia, Z.G., Lusch R.F., Bridges W.R., & Thomas, A. (2004). A Special Report from the Collaborative Practices Research Program (The M. J. Neeley School of Business, 1-19).
- Nonaka, I & Takeuchi, H. (1995). The knowledge creating company. *How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. New York: Oxford University Press.
- Nonaka, I. (1991). *The Knowledge-Creating Company*. Boston: Harvard Business Review.

Nonaka, I. (1994). A dynamic theory of organizational knowledge creation. *Organization Science*, 5(1), 14-37.

Nonaka, I., & Konno, N. (1998). The concept of 'ba': building a foundation for knowledge creation. *California Management Review*, 40(3), 40-54.

Nonaka, I., & Peltokorpi, V. (2006). Objectivity and subjectivity in knowledge management: A review of 20 top articles. *Knowledge and Process Management*, 13(2), 73–82.

Nonaka, I., Takeuchi, H., & Umemoto, K. (1996). A Theory of Organisational Knowledge Creation. *International Journal of Technology Management*, 11(7/8), 833–845.

Nonaka, I., Toyama, R., & Konno, N. (2000). SECI, Ba and leadership: A unified model of dynamic knowledge creation. *Long Range Planning*, 33(1), 5-34.

Nonaka, I., & Toyama, R. (2007). Why do firms differ? The theory of the knowledge creating firm. In Ichijo, K. (dir.), *Knowledge creation and management* (Oxford University Press, New York, pp. 13-31).

Noor, K. (2008). Case study: a strategic research methodology. *American Journal of Applied Sciences*, 5(11), 1602-1604.

Ntayi, J., & Eyaa, S. (2010). Collaborative Relationships, Procurement Practices and Supply Chain Performance: The Case of Small and Medium Enterprises in Uganda (Makerere University Business School, pp. 1-17). Tiré de

<http://orsea.net/pastpapers/2008/Collaborative%20Relationships,%20Procurement%20Practices%20and%20Supply%20Chain%20Performance.pdf>

Nunamaker, J. F., & Chen, M. (1990). Systems development in information systems research. In *Proceedings of the Twenty-Third Annual Hawaii International Conference on Systems Sciences, Maui, Hawaii*, (3, pp. 631-640).

Nürnberg, A., Hoppe, A., Seising, R., & Wenzel, C. (2011). Wisdom-the blurry top of human cognition in the DIKW-model? *Proceedings of the EUSFLAT conference, Aix-Les-Bains, France*, (1, pp. 584–591).

O'Donoghue, C.D., & Prendergast, J.G. (2004). Implementation and benefits of introducing a computerised maintenance management system into a textile manufacturing company. *Journal of Materials Processing Technology*, 153–154 (10), 226-232.

O'Neill, P., Sohal, A. (1999). Business process reengineering. A review of recent literature. *Technovation*, 19, 571–581.

Odusami, K.T. (2002). Perceptions of construction professionals concerning important skills of effective project leaders. *Journal of Management in Engineering*, 18(2), 61–67.

Oke, A., & Gopalakrishnan, M. (2009). Managing disruptions in supply chains: A case study of a retail supply chain. *International Journal of Production Economics*, 118(1), 168-174.

Oliveira, T., & Martins, M. F. (2011). Literature review of information technology adoption models at firm level. *The Electronic Journal Information Systems Evaluation*, 14(1), 110-121.

Organisation de coopération et développement économique (OCDE) (2008). *Competition in the construction industry*. Consulté le 19 Janvier, 2012, Tiré de <http://www.oecd.org/dataoecd/32/55/41765075.pdf>

Orlikowski, W., & Baroudi, J. (1991). Studying information technology in organizations: Research approaches and assumptions. *Information systems research*, 2(1), 1-28.

Palvia, P., Jacks, T., Schilhavy, R., & Wang, L. (2009). IT's impact on organizational performance: a meta-analysis. *Proceedings of AMCIS* (673, pp. 673-673).

Pan, Y., Nam, T., Ogara, S., & Lee, S. (2013). Adoption model of mobile-enabled systems in supply chain. *Industrial Management & Data Systems*, 113(2), 171-189.

Panayides, P.M., & Lun, Y.H. (2009). The impact of trust on innovativeness and supply chain performance. *International Journal of Production Economics*, 122(1), 35-46.

- Park, T., & Hyoungkwan K. (2013). A data warehouse-based decision support system for sewer infrastructure management. *Automation in Construction*, 30, 37-49.
- Paton, R.A., & Laughlin, M.C. (2008). Services innovation: Knowledge transfer and the supply chain. *European Management Journal*, 26(2), 77–83.
- Patterson, K., Curtin M., & Thomas M. (2004). Diffusion of supply chain technologies. *Transportation Journal*, 43(3), 5-23.
- Patton, M. Q. (2001). *Qualitative Research & Evaluation Methods*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Pedersen, P. E., Methlie, L. B., & Thorbjornsen, H. (2002, January). Understanding mobile commerce end-user adoption: a triangulation perspective and suggestions for an exploratory service evaluation framework. *Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, Maui, Hawaii, (pp. 1-8).
- Pedroso, M.C., & Nakano, D. (2009). Knowledge and information flows in supply chains: A study on pharmaceutical companies. *International Journal of Production Economics*, 122 (1), 376–384.
- Peppard, J., & Rowland, P. (1995). *The Essence of Business Process Reengineering*. London: Prentice Hall.
- Pereira, J.V. (2009). The new supply chain's frontier: Information management. *International Journal of Information Management*, 29, 372–379.
- Perry, M., Sohal, A., & Rumpf, P. (1999). Quick response supply chain alliance in the Australian textiles, clothing and footwear industry. *International Journal of Production Economics*, 62(1-2), 119-132.
- Peters, M. & Robinson, V. (1984). The origins and status of action research. *Journal of Applied Behavioral Science*, (20)2, 113-124.

Piccoli, G., Spalding, B., & Ives, B. (2001). The customer-service life cycle: a framework for improving customer service through information technology. *The Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly*, 42(3), 38-45.

Pigni, F., & Ravarini, A. (2008). RFID in the fashion industry: Evidences and lessons learnt from an anti-counterfeiting project. *In Proceedings of the 14th Americas conference on information systems, Toronto, Canada*, (6, pp. 1-8).

Polanyi, M. (1966). *La Dimension Tacite*. London: Routledge & Kegan Paul.

Polanyi, M. (1967). *The Tacit Dimension*. New York: Doubleday.

Pollack, J. (2012). Transferring knowledge about knowledge management: Implementation of a complex organisational change programme. *International Journal of project Management*, 30(8), 877-886.

Porter, S. (2000). Qualitative Research. In: Cormack, D. (dir.), *The Research Process in Nursing* (Blackwell Science Ltd., Oxford, pp.141-151).

Prajogo, D., & Olhager, J. (2012). Supply chain integration and performance: The effects of long-term relationships, information technology and sharing, and logistics integration. *International Journal of Production Economics*, 135(1), 514-522.

Prasad, B., & Harker, P. (1997). *Examining the contribution of information technology toward productivity and profitability in U.S. retail banking* (University of Pennsylvania, pp. 1-38). Tiré de <http://fic.wharton.upenn.edu/fic/papers/97/9709.pdf>.

Préfontaine, L. (1997). Relation entre compétences organisationnelles et nouvelles technologies informatiques. *Revue canadienne des sciences de l'administration*, 14(4), 372-385.

Préfontaine, L., Drouin, N., & Ben Mansour, J. (2009). Les sept jalons d'une gestion du savoir efficace. *Revue française de gestion*, 197, 15-33.

Premkumar, G.P. (2000). *Inter-organization systems and supply chain management: an information processing perspective* (Iowa State University, pp. 1-8). Tiré de <http://csrc.lse.ac.uk/asp/aspecis/20000177.pdf>

Project Management Institute (PMI) (2008). *A guide to Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)*. Newton Square: Project Management Institute.

Prusak, L., & Weiss, L. (2007) Knowledge in organisational settings. In: Ichijo, K. (dir.), *Knowledge creation and management* (Oxford University Press, New York, pp. 32-43).

Punch, M. (1994). Politics and ethics in qualitative research. In: Denzin, N. & Lincoln, Y., *Handbook of qualitative research* (Thousand Oaks, Sage Publications, pp. 83-97).

Qureshi, M.N., Kumar, D., & Kumar, P. (2007). Modeling the logistics outsourcing relationship variables to enhance shippers' productivity and competitiveness in logistical supply chain. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 56(8), 689–714.

Rabhi, F., Yu, H., Dabous, F., & Wu, S. (2007). A service-oriented architecture for financial business processes: A case study in trading strategy simulation. *Information Systems and E-Business Management*. 5(2), 185-200.

Ranganathan, C., Thompson, S.H., & Dhaliwal, J. (2011) Web-enabled supply chain management: Key antecedents and performance impacts. *International Journal of Information Management*, 31(6), 533-545.

Rech, J., Decker, B., & Ras, E. (2008). *Emerging Technologies for Semantic Work Environments: Techniques, Methods, and Applications*. Hershey: Idea Group Inc (IGI).

Reves, P., Raisinghani, M., & Singh, M. (2002). Global supply chain management in the telecommunications industry: The role of information technology in integration of supply chain entities. *Journal of Global Information Technology Management*, 5(2), 48–67.

Rexhausen, D., Pibernik, R., & Kaiser, G. (2012). Customer-facing supply chain practices: The impact of demand and distribution management on supply chain success. *Journal of Operations Management*, 30(4), 269-281.

Rezgui, Y., Boddy, S., Wetherill, M., & Cooper G. (2011). Past, present and future of information and knowledge sharing in the construction industry: Towards semantic service-based e-construction? *Computer-Aided Design*, 43 (5), 502-515.

Rolphe, G. (1998). The theory-practice gap in nursing: from research based practice to practitioner-based research. *Journal of Advanced Nursing*, 28, 672-679.

Rouach, R., Santi, P. (2001). Competitive intelligence adds value: Five intelligence attitudes. *European Management Journal*, 19 (5), 552-559.

Rowley, J. (2001). Knowledge organisation in a web-based environment. *Management Decision*, 39(5), 355-361.

Rowley, J. (2007). The wisdom hierarchy: representations of the DIKW hierarchy. *Journal of Information Science*, 33(2), 163-180.

Rubio, S., & Corominas, A. (2008). Optimal manufacturing-remanufacturing policies in a lean production environment. *Computer and Industrial Engineering*, 55(1), 234-242.

Russell, D., Hoag, A. (2004). People and Information Technology in the Supply Chain: Social and Organizational Influence on Adoption. *International Journal of Physics Distribution and Logistics Management*, 34(2), 102-22.

Ryu, K., Moon, I., Oh, S., & Jung, M. (2012). A fractal echelon approach for inventory management in supply chain networks. *International Journal of Production Economics*, In Press, Corrected Proof.

Sabbaghi, A., & Vaidyanathan, G. (2008). Effectiveness and Efficiency of Rfid Technology in Supply Chain Management: Strategic Values and Challenges. *Journal of Theoretical & Applied Electronic Commerce Research*, 3, 71-81.

Sabherwal, R., & Sabherwal, S. (2007). How do knowledge management announcements affect firm value? A study of firms pursuing different business strategies. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 54(3), 409-422.

Sacks, R., Radosavljevic, M., & Barak, R. (2010). Requirements for building information modeling based lean production management systems for construction. *Automation in Construction*, 19(5), 641-655.

Sako, M. (1992). *Prices, Quality and Trust: Inter-firm Relations in Britain and Japan*. Cambridge: Cambridge University Press.

Sanchez, R. (2005). *Knowledge management and organizational learning: Fundamental concepts for theory and practice* (Lund Institute of Economic Research, 1-32). Tiré de <http://www.lri.lu.se/kontakt/2005-3.p>

Sarac, A., Absi, N., & Dauzère-Pérès, S. (2010). A literature review on the impact of RFID technologies on supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 128(1), 77-95.

Sari, K. (2008). On the benefits of CPFR and VMI: A comparative simulation study. *International Journal of Production Economics*, 113(2), 575-586.

Sari, K. (2010). Exploring the impacts of radio frequency identification (RFID) technology on supply chain performance. *European Journal of Operational Research*, 207(1), 174-183.

Saygin, C., Sarangapani, J., & Grasman, S. (2007). A systems approach to viable RFID implementation in the supply chain.. In Hosang J. (dir.) *Trends in Supply Chain Design and Management: Technologies and Methodologies*, (Springer London, London, pp. 3 – 27)

Scott, J., (1999). The FoxMeyer Drugs' Bankruptcy: Was it a Failure of ERP? *Proceedings of AMCIS 1999 Americas Conference on Information Systems, Milwaukee, Wisconsin*, (pp. 223-225).

Sein, M., Henfridsson, O., Purao, S., Rossi, M., & Lindgren, R. (2011). Action design research. *MIS Quarterly*, 35(1), 37-56.

Severin, V., Stewart A., & Bai L. (2001). Risks and Controls in the Implementation of ERP Systems. *The International Journal of Digital Accounting Research*, 1(1), 47-68.

- Sharma, P., (2004). *Knowledge Management* (1st ed.). India: APH Publishing Corp.
- Sharma, A., & Citurs, A. (2005). Radio Frequency Identification (RFID) Adoption Drivers - A radical Innovation Adoption Perspective. *Proceedings of the 11th Americas Conference on Information Systems, Omaha, USA*, (pp. 1213-1218).
- Shaw, N.C., Meixell, M.J., & Tuggle F.D. (2003). A Case Study of Integrating Knowledge Management into the Supply Chain Management Process. *In Proceedings of the 36th Hawaii International Conference on System Sciences, Maui, Hawaii*, (4, 118.1-118.1)
- Sheick, K. (2003). *Manufacturing Resource Planning (MRP II) with introduction to ERP, SCM, and CRM*. New York: McGraw-Hill.
- Shervais, S., Shannon, T., & Lendaris, G. (2003). Intelligent supply chain management using adaptive critic learning. *Systems, Man and Cybernetics*, 33(2), 235-244.
- Shiau, J., & Ming-Chang L. (2010). A warehouse management system with sequential picking for multi-container deliveries. *Computers and Industrial Engineering*, 58(3), 382-392.
- Shih, S.C., Hsu, S.H.Y., Zhu, Z., & Balasubramanian, Z. (2012). Knowledge sharing – A key role in the downstream supply chain. *Information and Management*, 49 (2), 70-80.
- Shin, S.K., Ishman, M., & Sanders, G.L. (2007). An empirical investigation of sociocultural factors of information sharing in China. *Information & Management* 44, 165–174.
- Shingo, S. (2009). *Fundamental Principles of Lean Manufacturing*. Vancouver: PCS Press.
- Siajadi, H., Ibrahim, R.N., Lochert, P.B., & Chan, W.M. (2005). Joint replenishment policy in inventory-production systems. *Production Planning & Control*, 16, 255–262.
- Simatupang, T.M., & Sridharan, R. (2002). The collaborative supply chain. *International Journal of Logistics Management*, 13(1), 15-30.
- Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., & Simchi-Levi, E. (2008). *Designing and Managing the Supply Chain: concepts, strategies, and case-studies*. New York: McGraw-Hill.

Siurdyban, A., & Møller, C. (2012). Towards intelligent supply chains: A unified framework for business process design. *International Journal of Information Systems and Supply Chain Management (IJISSCM)*, 5(1), 1-19.

Skjoett-Larsen, T., Thernøe, C., & Andresen, C. (2003). Supply chain collaboration: Theoretical perspectives and empirical evidence. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 33(6), 531-549.

Song, J., Carl, T. H., & Carlos, H. C. (2007). A proximity-based method for locating RFID tagged objects. *Advanced Engineering Informatics*, 21, 367–376.

Sparx Systems (2004). *The Business Process Model*. Consulté 24 Novembre 2009, tiré de http://www.sparxsystems.com/downloads/whitepapers/The_Business_Process_Model.pdf

Spekman, R.E. (1988). Strategic supplier selection: Understanding long-term buyers relationship. *Business Horizon*, 31(4), 75-81.

Stake, R. (1995). *The art of case study research*. Thousand Oaks, London, New Delhi: Sage Publications.

Statistique Canada, (2012a). *Produit intérieur brut aux prix de base, industries de la construction et manufacturières*. Consulté le 17 Novembre 2012, tiré de <http://www.statcan.gc.ca/tables-tableaux/sum-som/l02/cst01/manuf10-fra.htm>.

Statistique Canada, (2012b). *Produit intérieur brut aux prix de base, par industrie (mensuel)*. Consulté le 17 Novembre 2012, tiré de <http://www.statcan.gc.ca/tables-tableaux/sum-som/l02/cst01/gdps04a-fra.htm>.

Statistique Canada, (2012c). *Investissements privés et publics*. Consulté le 17 Novembre 2012, tiré de <http://www.statcan.gc.ca/daily-quotidien/120229/dq120229a-fra.htm>

Steensma, H. (1996). Acquiring technological competencies through inter-organizational collaboration: An organizational learning perspective. *Journal of Engineering and Technology Management*, 12(4), 267–286.

Steinberg, J. (2003). Information technology and development beyond “either/or.” *The Brookings Review*, 21(2), 45–48.

Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory*. Thousand Oaks: Sage Publications.

Strüker, J., & Gille, D. (2010). RFID adoption and the role of organisational size. *Business Process Management Journal*, 16(6), 972-990.

Stump, R., & Sriram, V. (1997). Employing information technology in purchasing: Buyer-supplier relationships and size of the supplier base. *Industrial Marketing Management*, 26(2), 127-136.

Sundaram, D., Zhou W., Piramuthu, S., & Pienaar, S. (2010). Knowledge-based RFID enabled Web Service architecture for supply chain management. *Expert Systems with Applications*, 37(12), 7937–7946.

Susman, G.I., & Evered, R.D. (1978). An assessment of the scientific merits of action research. *Administrative Science Quarterly*, 23, 582–603.

Switzer, C. (2008). Time for change: empowering organisations to succeed in the knowledge economy. *Journal of Knowledge Management*, 12, 18–28.

Taghaboni-Dutta, F., & Amy, T. (2010). An XML based supply chain integration hub for green product lifecycle management. *Expert Systems with Applications*, 37(11), 7319-7328.

Tah, J.H., & Carr, V. (2001). Knowledge-Base approach to construction project risk management. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 15(3), 170-177.

Tajima, M., (2007). Strategic value of RFID in supply chain management. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 13, 261–273.

Takase, H., McKinley, I. G., West, J.M., Kumagai, T., & Akai, M. (2011). Advanced KMS for knowledge sharing and building confidence in CCS. *Energy Procedia*, 4, 6202-6209.

- Takeuchi, H., & Nonaka, I. (2004). *Hitotsubashi on Knowledge Management, The Knowledge Creating Company*. Singapore: John Willey & Sons.
- Taylor, J.E., Dossick, C.S., & Garvin, M. (2010). Meeting the burden of proof with case-study research. *Journal of Construction Engineering and Management*, 137(4), 303-311.
- Teller, C., Kotzab, D., Grant, B. (2012). Improving the execution of supply chain management in organizations, *International Journal of Production Economics*, 140(2), 713-720.
- Thierauf, R.J. (1999). *Knowledge Management Systems*. Westport: Quorum Books.
- Thiesse, F. (2007). RFID, privacy and the perception of risk: A strategic framework. *Journal of Strategic Information Systems*, 16, 214-232.
- Thompson, J. (1967). *Organizations in Action*. New York: McGraw-Hill.
- Thonemann, U.W. (2002). Improving supply-chain performance by sharing advance demand information. *European Journal of Operational Research*, 142(1), 81-107.
- Tsai, M.C., Lai, K.H., & Hsu, W.C. (2013). A study on the institutional forces influencing the adoption intention of RFID by suppliers. *Information & Management*. 50(1), 59-65.
- Tsao, Y.-C., Mangotra, D., Lu, J.-C., & Dong, M. (2012). A continuous approximation approach for the integrated facility-inventory allocation problem. *European Journal of Operational Research*, 222(2), 216-228.
- Tseng, M.-L., Wu, K.-J., & Nguyen, T.T. (2011). Information technology in supply chain management: A case study. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 25, 257-272.
- Tseng, S.M. (2008). The effects of information technology on knowledge management systems. *Expert Systems with Applications*, 35 (1-2), 150-160.
- Tupenaite, L., Kanapeckiene, L., & Naimaviciene, J. (2008). Knowledge management model for construction projects. In *Proceedings of the 8th International Conference on Reliability and Statistics in Transportation and Communication (RelStat'08)*, Riga, Latvia, (pp.313-320).

Turban, E., & Frenzel, L.E. (1992). *Expert Systems and Applied Artificial Intelligence*. New York: Macmillan Publishing.

Tzeng, S-F, Chen W-H, & Pai F-Y. (2008). Evaluating the business value of RFID: evidence from five case studies. *International Journal of Production Economics*, 112, 601–613.

Ustundag, A., & Ugurlu, S. (2013). Evaluating RFID investments: A real options approach. In: Ustundag, A. (dir.), *The Value of RFID, Benefits vs. Costs* (Springer-Verlag, London, pp.35-51).

Uher, T.E., & Loosemore, M. (2003). *Essentials of Construction Project Management*. Sydney: NewSouth Publishing.

Vahedi, M., Nejad F., & Irani H.A. (2011). Information technology (IT) for knowledge management. *Procedia Computer Science*. 3, 444-448.

Van der Spek, R., & Spijkervet, A. (1997). Knowledge Management: Dealing Intelligently with Knowledge. In Liebowitz J. (dir.), *Knowledge Management and its Integrative Elements* (CRC Press, Boca Raton).

Van der Togt, R., Bakker, P., & Jaspers, M. (2011). A framework for performance and data quality assessment of Radio Frequency Identification (RFID) systems in healthcare settings. *Journal of Biomedical Informatics*, 44(2), 372-383.

Verwijmeren, M., Van der Vlist, P., & Van Donselaar, K. (1996). Networked inventory management information systems: materializing supply chain management. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 26(6), 16–31.

Vollmann, T.E., Berry, W., & Whybark, D.C. (1997). *Manufacturing Planning and Control Systems* (4th ed.). New York: Irwin/McGraw-Hill.

Wacker, J.G. (1998). A definition of theory: research guidelines for different theory-building research methods in operations management. *Journal of Operations Management*, 16(4), 361-385.

- Wadhwa, S., & Saxena, A. (2006). Supply chain flexibility and knowledge management: A decision knowledge sharing focus. *Studies in Informatics and Control*, 15(1), 31-50.
- Wang, Y. M., Wang, Y. S., & Yang, Y. F. (2010). Understanding the determinants of RFID adoption in the manufacturing industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(5), 803-815.
- Wagner, S.M. (2005). An empirical investigation of knowledge-sharing in networks. *The Journal of Supply Chain Management*, 41(4), 17-31.
- Waheed, Z. (2010). Building on knowledge: Developing expertise, creativity and intellectual capital in the construction professions. *Facilities*, 28(10), 495-496.
- Walley, P. (2009). The redesign practices and capabilities of NHS trusts in England: A snapshot study. *International journal of healthcare technology and management*, 10(4-5), 340-359.
- Walsham, G. (1995). Interpretive case studies in ICT research: Nature and method. *European Journal of Information Systems*, 4(2), 74-81.
- Wang, S., Liu, S., & Wang, W. (2008). The simulated impact of RFID-enabled supply chain on pull-based inventory replenishment in TFT-LCD industry. *International Journal of Production Economics*, 112(2), 577-586.
- Wang, L., Lin, Y., & Pao, H. (2007). Dynamic mobile RFID-based supply chain control and management system in construction. *Advanced Engineering Informatics*, 21(4), 377-390.
- Warkentin, M., Bapna, R., & Sugumaran, V. (2001). E-knowledge networks for inter-organizational collaborative e-business. *Logistics Information Management*, 14(1-2), 149-163.
- Westland, J. (2007). *The Project Management Life Cycle: A Complete Step-by-step Methodology*. London: Kogan Page Publishers.
- White, A., Daniel, E.M., & Mohdzain, M. (2005). The role of emergent information technologies and systems in enabling supply chain agility. *International journal of information management*, 25(5), 396-410.

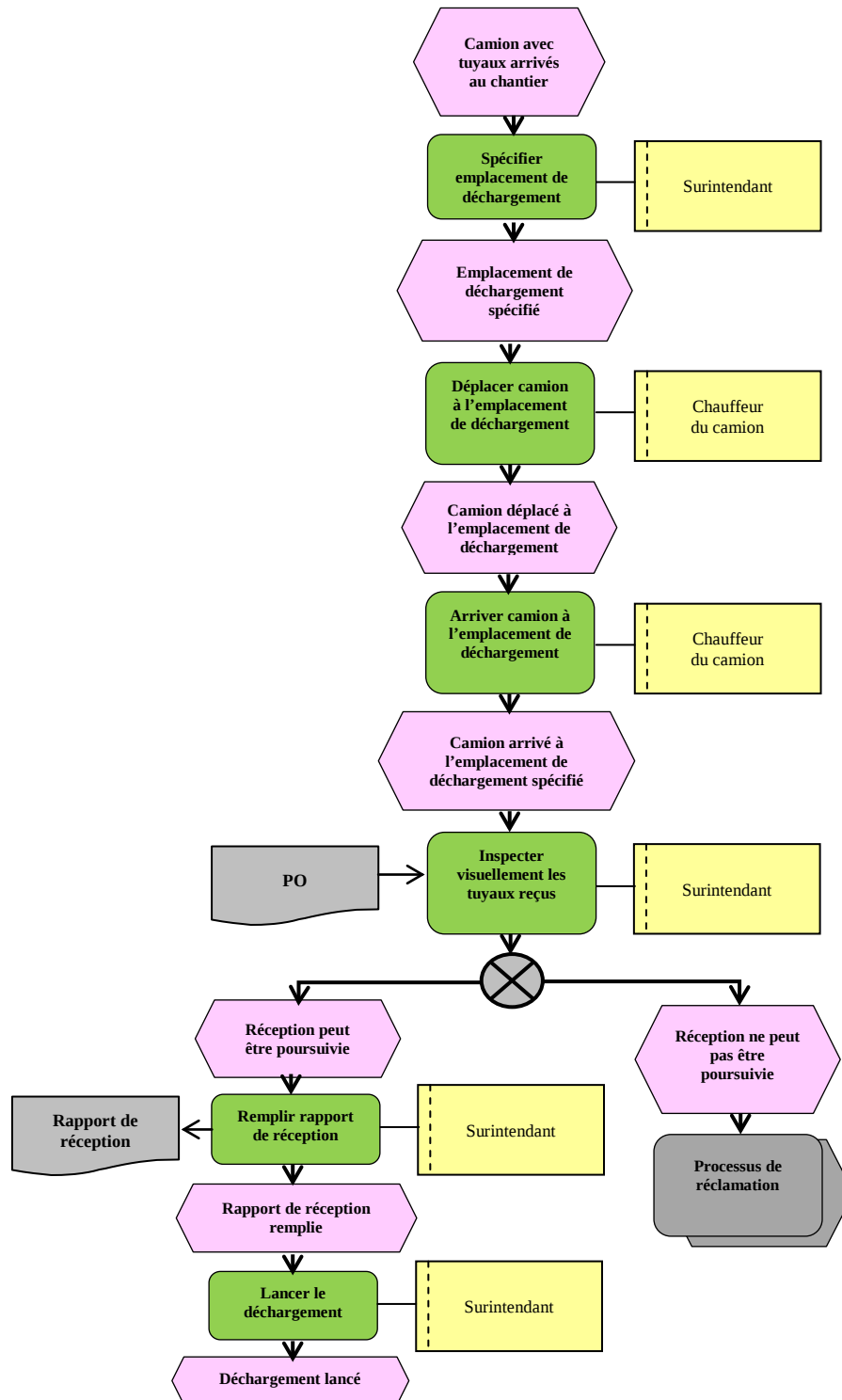
- Williams, M., Dwivedi, Y., Lal, B., & Schwarz, A. (2009). Contemporary trends and issues in IT adoption and diffusion research. *Journal of Information Technology*, 24(1), 1-10.
- Williamson, E., Harrison, D., & Jordan, M. (2004). Information systems development within supply chain management. *International Journal of Information Management*, 24(5), 375-385.
- Wong, A., & Kanji, G.K. (1998). Quality culture in construction industry. *Total Quality Management*, 9(4-5), 133-140.
- Wong, C.Y., McFarlane, D., Zaharudin, A., & Agarwal, V. (2002). *The intelligent product driven supply chain* (University of Cambridge, pp. 1-6). Tiré de <http://www2.ifm.eng.cam.ac.uk/automation/publications/papers/SMC02-INV-170.pdf>
- Wong, W., Cheung, S., Yiu, T., & Pang, H. (2008). A framework for trust in construction contracting. *International Journal of Project Management*, 26, 821-829.
- Wood-Harper, A.T. (1985). Research methods in information systems: Using action research. In Mumford, E. (dir.), *Research Methods in Information Systems* (North-Holland, Amsterdam, pp.169-191).
- Wright, D., & Yuan, X. (2008). Mitigating the bullwhip effect by ordering policies and forecasting methods. *International Journal of Production Economics*, 113, 587–597.
- Wu, F., Yeniyurt, S., Daekwan, K., & Cavusgil, S. (2006). The impact of information technology on supply chain capabilities and firm performance: A resource-based view. *Industrial Marketing Management*, 35(4), 493-504.
- Wu, J.W., Judy, C.R., Tseng, W., Yu, J., Yang, S., & Wen-Nung T. (2012). An integrated proactive knowledge management model for enhancing engineering services. *Automation in Construction*, 24, 81-88.
- Wycisk, C., McKelvey, B., & Hülsmann, M. (2008). Smart Parts' Supply Networks as Complex Adaptive Systems: Analysis and Implications. *The International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 38(2), 108–125.

- Xia, B.C. (2011). A comprehensive decision-making model for risk management of supply chain. *Expert Systems with Applications*, 38(5), 4957-4966.
- Xue, X., Xiaodong L., Qiping, S., & Wang, Y. (2005). An agent-based framework for supply chain coordination in construction. *Automation in Construction*, 14(3), 413-430.
- Yang, C.-C., Marlow, P.B., & Lu, C. (2009). Assessing resources, logistics service capabilities, innovation capabilities and the performance of container shipping service. *International Journal of Production Economics*, 122(1), 4-20.
- Yang, L.R., Chen, J.H., & Wang, H.W. (2012). Assessing impacts of information technology on project success through knowledge management practice. *Automation in Construction*, 22, 182-191.
- Yao, L., Liu, C., & Chan, S.H. (2010). The influence of firm specific context on realizing information technology business value in manufacturing industry. *International Journal of Accounting Information Systems*, 11(4), 353-362.
- Yeung, J.H.Y., Selen, W., Zhang, M., & Huo, B. (2009). The effects of trust and coercive power on supplier integration. *International Journal of Production Economics*, 20 (1), 66-78.
- Yin, R.K. (2009). *Case study research: Design and methods* (4th ed.). London: Sage Publications.
- Yin, R.K. (1982). Studying the Implementation of Public Programs. In: Williams, W. (dir.), *Studying Implementation: Methodological and Administrative Issues* (Chatham House: Chatham NJ, 36-72).
- Yin, R.K. (1994). *Case study research: design and methods* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Yu, M.M., Ting, S., & Chen, M. (2010). Evaluating the cross-efficiency of information sharing in supply chains. *Expert Systems with Applications*, 37(4), 2891-2897.
- Yuen, K., Wen, Y., & Zhou, Q. (2012). A mode of combined ERP and knowledge management system construction. *Physics Procedia*, 25, 2228-2234.

- Zaheer, A., McEvily, B., & Perrone, V. (1998). Does Trust Matter? Exploring the Effects of Interorganizational and Interpersonal Trust on Performance. *Organization Science*, 9(2), 141-159.
- Zairi, M. (1997). Business process management: a boundaryless approach to modern competitiveness. *Business Process Management Journal*, 3(1), 64-80.
- Zaklan, A., Cullmann, A., Neumann, A., & Von Hirschhausen, C. (2012). The globalization of steam coal markets and the role of logistics: An empirical analysis. *Energy Economics*, 34(1), 105-116.
- Zanoni, S., Jaber, M.Y., & Zavanella, L.E. (2012). Vendor managed inventory (VMI) with consignment considering learning and forgetting effects. *International Journal of Production Economics*, 120(2), 721-730.
- Zeleny, M. (1987). Management support systems: Towards integrated knowledge. *Human Systems Management*, 7, 59-70.
- Zhang, X. (2009). Evolution of business information systems on the integration and intelligence dimensions. *International Conference on Management and Service Science (MASS'09)*, Wuhan, China, (pp.1-5).
- Zhao, W., Durkalski, V., Pauls, P., Dillon, C., Jaemyung, K., Kolk, D., Silbergleit, R. Stevenson, V., & Palesch, Y. (2010). An electronic regulatory document management system for a clinical trial network. *Contemporary Clinical Trials*, 31(1), 27-33.
- Zheng, Z., Fader, E., & Padmanabhan, B. (2012). From business intelligence to competitive intelligence: Inferring competitive measures using augmented site-centric data. *Information Systems Research*, 23(3), 698-720.
- Zhu, X., Mukhopadhyay, S.K., & Kurata, H. (2012). A review of RFID technology and its managerial applications in different industries. *Journal of Engineering and Technology Management*, 29(1), 152-167.
- Zuckerman, A. (2002). *Supply Chain Management*. Oxford: Capstone Publishing Ltd.

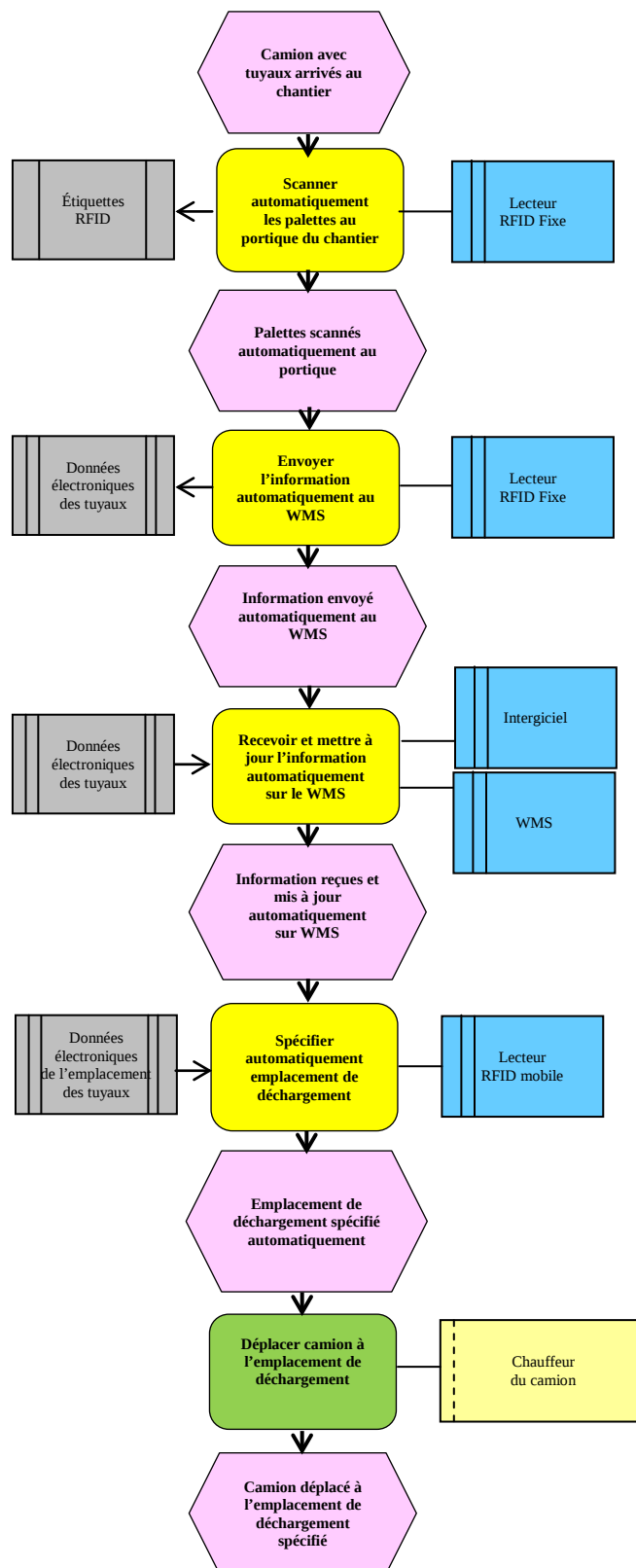
ANNEXES

ANNEXE A – EXEMPLE DE PROCESSUS “AS-IS”

Réception des tuyaux préfabriqués au chantier de construction

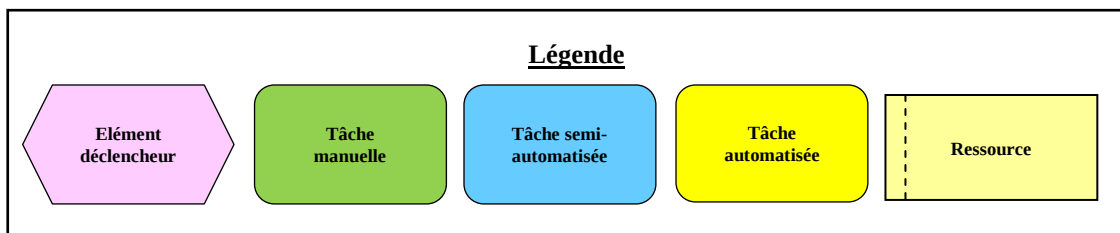
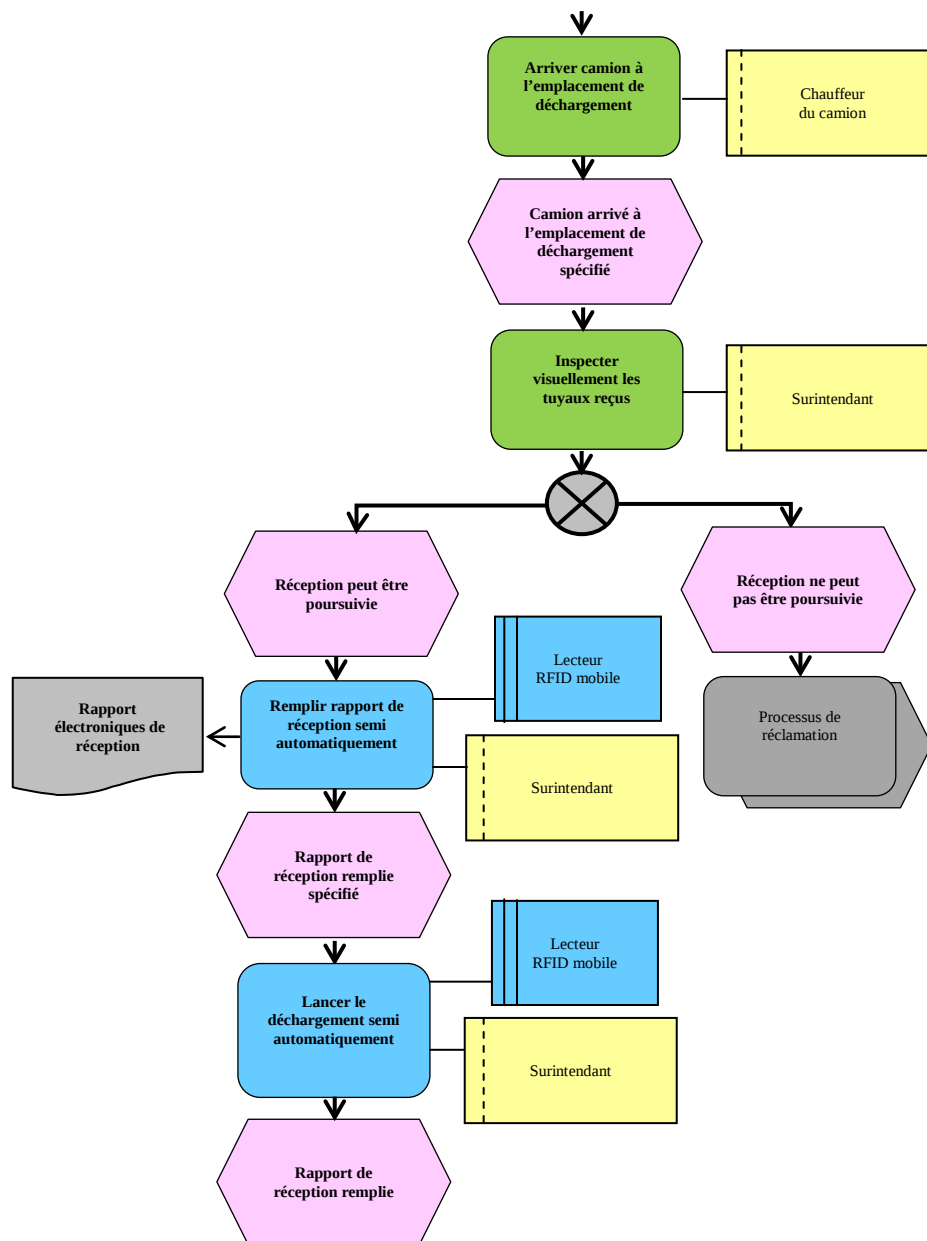
ANNEXE B – EXEMPLE DE PROCESSUS “TO-BE” (SUITE)

Réception des tuyaux préfabriqués au chantier de construction



ANNEXE B – EXEMPLE DE PROCESSUS “TO-BE” (SUITE ET FIN)

Réception des tuyaux préfabriqués au chantier de construction



ANNEXE C – EXTRAITS DES GUIDES D'ENTREVUE

Extraits du guide d'entrevue concernant le processus actuel de fabrication

Objectifs:

Comprendre les processus d'une activité précise, soit celle de la fabrication des systèmes ; dégager divers problèmes ou défis reliés à cette activité; obtenir et documenter les informations nécessaires pour pouvoir cartographier les processus associés à cette activité, en particulier les éléments déclencheurs, les tâches effectuées et les ressources et technologies affectées à chaque tâche.

Exemples de questions:

1. En quoi consiste l'activité de fabrication ? Quelles sont les principales activités qui la précèdent et la succèdent ? Quels sont les matériaux généralement utilisés au niveau de cette activité? D'où proviennent ces matériaux?
2. Quels sont les principaux processus liés à l'activité de fabrication ? Qui sont les principaux intervenants liés à chacun des processus ? Quelles tâches spécifiques doivent être réalisées pour chaque processus? Comment ces tâches sont réalisées ? Qui est responsable pour chaque tâche? Quelles sont les ressources affectées à chaque tâche (ressources humaines et autres ressources? Quels sont les principaux documents utilisés au niveau de chaque processus?
3. Quelles technologies d'information et de communication et quels systèmes d'information sont utilisés dans le processus actuel de fabrication? Les utilisez-vous personnellement ? Utilisez-vous les documents générés par ces technologies ? Dans quelle façon?
Quels sont d'après vous les problèmes et défis rencontrés au niveau du processus actuel de fabrication ? des principaux processus liés à l'activité de fabrication ? des technologies et systèmes utilisés? Êtes-vous d'accord avec l'ensemble du processus de fabrication? Est-ce cela reflète réellement la manière dont les tâches sont effectuées? Si non, que faudrait-il changer, modifier ou ajouter ?
4. Quelles sont ces technologies/systèmes et à quel niveau interviennent-ils au niveau de chacun des processus ? Si non, pensez-vous en adopter à court ou moyen terme ?
5. Est-ce que les processus sont-ils efficaces? Peuvent-ils être améliorés? Comment?
6. Comment détectez-vous un défaut de fabrication? Quelles sont les procédures? Ces procédures sont-elles adéquates?
7. Comment procédez-vous en cas d'une commande importante? Quelles sont les procédures? Les procédures sont-elles différentes dans le cas d'une plus petite commande? Ces procédures sont-elles adéquates? Quels sont les délais? Respectez-vous l'échéancier du client? Comment pouvez-vous améliorer la situation?

Principaux extraits:

Cartographie du processus de fabrication : La cartographie issue de cette entrevue sera itérativement validée lors des entrevues semi-dirigées subséquentes (détails plus précis, points de divergence, etc.) pour être acceptée de façon consensuelle par les groupes de discussion dans sa forme finale.

Liste des problèmes et défis qui sera également validée par des entrevues semi-dirigées subséquentes pour être ensuite relativisée (des problèmes et défis les plus importants à ceux les moins importants) et acceptée de façon consensuelle par les groupes de discussion dans sa forme finale.