POLYPUBLIE

Modèle de représentation de la chaîne logistique de matières dangereuses : un essai de représentation plus précise pour la gestion des risques

Sébastien Favre

Document en libre accès dans PolyPublie
Open Access document in PolyPublie

Date	2006
Type	Mémoire ou thèse / Dissertation or Thesis Mémoire de maîtrise/Master's thesis
URL de PolyPublie PolyPublie URL	https://publications.polymtl.ca/7882/
Conditions d'utilisation Terms of use	© Tous droits réservés / All rights reserved
Référence Citation	Favre, S. (2006). Modèle de représentation de la chaîne logistique de matières dangereuses : un essai de représentation plus précise pour la gestion des risques [Mémoire de maîtrise, École Polytechnique de Montréal]. PolyPublie. https://publications.polymtl.ca/7882/

Détails de la thèse
Thesis details

Directeurs de recherche Advisors	Nathalie De Marcellis-Warin, & Martin Trépanier
Programme Program	Non spécifié

Ce fichier a été téléchargé à partir de PolyPublie, le dépôt institutionnel de Polytechnique Montréal
This file has been downloaded from PolyPublie, the institutional repository of Polytechnique Montréal
https://publications.polymtl.ca

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

MODÈLE DE REPRÉSENTATION DE LA CHAÎNE LOGISTIQUE DE MATIÈRES DANGEREUSES : UN ESSAI DE REPRÉSENTATION PLUS PRÉCISE POUR LA GESTION DES RISQUES

SÉBASTIEN FAVRE
DÉPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES ET DE GÉNIE INDUSTRIEL
ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

MÉMOIRE PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLÔME DE MAÎTRISE ÈS SCIENCES APPLIQÉES
(GÉNIE INDUSTRIEL)
JUIN 2006

© Sébastien Favre, 2006.

Library and Archives Canada

Published Heritage Branch

395 Wellington Street
Ottawa ON K1A 0N4
Canada

Bibliothèque et Archives Canada

Direction du Patrimoine de l'édition

395, rue Wellington
Ottawa ON K1A 0N4
Canada

Your file Votre référence
ISBN: 978-0-494-19299-3
Our file Notre référence
ISBN: 978-0-494-19299-3

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

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

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

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

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

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

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

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

Canada

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

Ce mémoire intitulé :

MODÈLE DE REPRÉSENTATION DE LA CHAÎNE LOGISTIQUE DE MATIÈRES DANGEREUSES : UN ESSAI DE REPRÉSENTATION PLUS PRÉCISE POUR LA GESTION DES RISQUES

présenté par : FAVRE Sébastien
en vue de l'obtention du diplôme de : Maîtrise ès sciences appliquées
a été dûment accepté par le jury d'examen constitué de :

Mme BEAUDRY Catherine, D. Phil., présidente
Mme DE MARCELLIS-WARIN Nathalie, Doctorat, membre et directrice de recherche
M. TRÉPANIER Martin, ing., Ph.D., membre et codirecteur de recherche
M. SINCLAIR-DESGAGNÉ Bernard, Ph.D., membre

Je souhaiterais juste saluer simplement à la fois mes parents pour leur soutien sans retenue, ainsi que Marie-Anne, Julie et Amy pour n'avoir jamais failli dans leur aide durant un an et demi.

REMERCIEMENTS

Hors du cadre de la dédicace j'aimerais également adresser un grand merci à ma directrice de recherche, Nathalie De Marcellis-Warin, ainsi qu'à mon codirecteur, Martin Trépanier pour toute l'aide logistique, financière et intellectuelle qu'ils ont su m'apporter tout au long du projet et également à Suzanne Guindon ainsi que les autres personnes de l'École Polytechnique qui m'ont aidé.

J'en profiterais aussi pour remercier l'ensemble de l'équipe de recherche du projet GLOBAL qui m'a permis de mener à bien cette étude : Ingrid Peignier, ainsi que l'ensemble de l'équipe de l'INERIS qui m'a accueilli durant l'été 2005, et en particulier Brigitte Nédelec et Emmanuel Rufin.

Enfin je tiens à remercier l'ensemble des interlocuteurs ministériels et industriels qui m'ont aidé durant cette étude, et en particulier M. Boies, M. Frattollilo et M. Brunelle.

RÉSUMÉ

La recherche de réduction des coûts, et l'augmentation du service aux consommateurs ont fait prendre à la logistique une part importante dans les activités industrielles actuelles. Ainsi la recherche de l'efficacité est devenue primordiale. De nombreuses études cherchent alors à optimiser cette logistique en formulant des stratégies de sous-traitance, d'entreposages temporaires, de réduction des délais, ...

D'autre part les autorités publiques tentent continuellement de réduire l'exposition de leurs citoyens aux risques. Dans le domaine de la logistique ce contrôle se traduit par des réglementations imposant des normes de conformités du matériel utilisé, des procédures d'opérations, des quantités maximales d'entreposage, ... Toutes ces règles influent alors sur les possibilités qui s'ouvrent aux industriels pour tenter d'optimiser leur chaîne logistique et continuer à maintenir des prix et un service compétitifs.

On constate alors que les entreprises transportant ou entreposant des matières dangereuses tentent de s'aligner sur la même ligne d'optimisation de leur chaîne logistique que les entreprises transportant ou entreposant des matières non dangereuses. Cependant ces stratégies logistiques pour matières non dangereuses sont élaborées sans prise en compte du paramètre « risque ». Aussi l'application de ces stratégies par des industriels travaillant avec des matières dangereuses, suscite des inquiétudes sur l'augmentation du risque que cela peut générer.

Face à cela cette étude réinsère la variable « risque » dans la représentation des chaînes logistiques.

Pour cela elle propose tout d'abord un rapide bilan des types de représentations actuellement utilisées pour représenter les chaînes logistiques et analyse les avantages et inconvénients de chaque type en vue d'en rechercher par la suite la meilleure combinaison. L'étude propose également un bilan des méthodes d'analyses de risques industriels actuellement utilisées.

Par la suite l'étude établie la situation de la réglementation québécoise concernant les activités logistiques mettant en œuvre des matières dangereuses. Ce bilan permet alors de constater la complexité de la réglementation dans ce domaine et de noter l'importance de la distinction qu'effectue la réglementation entre les responsabilités de la personne qui gère une activité mettant en œuvre une matière dangereuse et les responsabilités du propriétaire de la matière.

Elle tente ensuite de comprendre les particularités du concept de risque industriel dans le cadre d'une chaîne logistique et propose notamment une nouvelle représentation conceptuelle du modèle de risque industriel dans le cadre d'une chaîne logistique de matières dangereuses. Cette nouvelle conceptualisation fait notamment ressortir l'importance de paramètres particuliers (telle que la quantité), à la fois internes mais modifiables par des agents extérieurs.

Enfin l'étude propose des modifications à effectuer dans les outils actuels de représentation graphiques des chaînes logistiques pour y insérer la problématique du risque. Elle présente une nouvelle représentation graphique qui amène notamment une prise en compte identique d'une activité de transport ou d'entreposage, et également qui met en exergue les phases de manutention et les liens par contrat de la chaîne représentée. L'étude termine par un essai d'application de la nouvelle représentation sur un cas réel d'une chaîne logistique de matières dangereuses.

Pour conclure, cette étude montre donc que les outils actuellement utilisés pour représenter les chaînes logistiques ne sont pas assez précis pour bien prendre en compte les problématiques de risque et nécessitent d'intégrer certains paramètres actuellement peu ou pas représentés du tout

ABSTRACT

The reduction of costs and the increase of consumer services gave logistics a very important place in today's industrial activities. Thus the efficiency of this became vital. Many studies try to optimize logistical solutions for enterprise, formulating strategies of sub-contracting, temporary stocking, crushing down delays etc.

On the other hand, public authorities keep trying to reduce the exposure of their citizens to risk. In the field of logistics this is driven by introducing regulations to impose standards on devices used, processing standards, maximum limits on storage quantities etc. All of these rules impact on the range of choices that firms have to continue optimizing their supply chain and maintain low costs and competitive services for customers.

So it can be seen that enterprises carrying, stocking or handling hazardous goods try to follow the same methods of optimization for their supply chain as enterprises dealing with non-hazardous goods. Nevertheless, these logistical strategies to optimize non-harmful supply chains don't take into account the parameter of "risk" into their management of the supply chain. Thus, this direct application of logistical strategies coming from enterprises dealing with harmless goods to the activities of hazardous goods based enterprises raises some concerns.

Hence, the aim of this study is to introduce the variable of risk in graphical representations of supply chains, to take the first step forward in the introduction of it into the management of the supply chain as a whole.

To do this the study firstly puts forward a brief statement of the types of representations used to show supply chains today and analyzes the advantages and the drawbacks of each in order to obtain the best combination of them. The study also presents a statement of methods of industrial risk assessment currently in use.

In its second phase this study analyzes the state of French Canadian regulation in the area of logistics with hazardous goods. This statement allows us to understand how the

regulation in this area is complex and to notice the important difference the regulations impose between the responsibilities owed for undertaking a logistical activity involving hazardous goods and the responsibilities due to the ownership of a hazardous good.

Then the study aims to understand the special features of the concept of risk in the context of a supply chain and proposes a new representation for modeling industrial risk in the environment of a hazardous goods supply chain. This new conceptualization especially highlights the importance of special parameters (like quantity), which are simultaneously internal and modifiable by external actors.

Finally the study proposes modifications to apply to current tolls used to represent supply chains, in order to introduce the consideration of risk. It presents a new graphical representation which principally brings an equal representation of transport and storage phases, and also emphasizes phases of handling and contractual links. Then the study applies a test of the new representation on a real case of a hazardous goods supply chain.

To conclude, this study shows how current tools to represent supply chains in logistics are not precise enough to well take into account risk's problems and need to have to introduce some other parameters currently poorly or not at all represented.

TABLE DES MATIÈRES

DÉDICACE ..... **iv**
REMERCIEMENTS ..... **v**
RÉSUMÉ ..... **vi**
ABSTRACT ..... **viii**
TABLE DES MATIÈRES ..... **x**
LISTE DES TABLEAUX ..... **xiv**
LISTE DES FIGURES ..... **xvi**
LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS ..... **xviii**
LISTE DES ANNEXES ..... **xxi**
CHAPITRE 1 : INTRODUCTION **1**
CHAPITRE 2 : CONTEXTE DE L'ÉTUDE **4**
2.1 L'évolution des activités logistiques liées à des matières dangereuses 4
2.2 Les accidents liés aux matières dangereuses 7
2.3 Problématique du risque 9
2.4 Le projet GLOBAL 10
2.5 Problématique de l'étude 11
2.6 Méthodologie 12
CHAPITRE 3 : REVUE DE LITTÉRATURE **14**
3.1 Les matières dangereuses 14
3.1.1 Définition des matières dangereuses 14
3.1.2 Classification onusienne 16
3.2 La chaîne logistique : concept et représentation 18
3.2.1 Définition de la logistique 18
3.2.2 La chaîne logistique 19
3.2.3 Intégration de la chaîne logistique 20
3.2.4 Le *Lean Management* 22
3.2.5 Représentation graphique de la chaîne logistique 25

3.3 La gestion des risques 37
3.3.1 La conceptualisation du risque 37
3.3.2 Les outils de maîtrise du risque industriel 46
3.3.3 Les outils de traitement et de gestion des risques industriels 51
3.3.4 La gestion autonome des risques 53
3.4 Conclusion : « Les spécificités de la logistique des matières dangereuses » 57
CHAPITRE 4 : LE CADRE RÉGLEMENTAIRE : « UNE CONTRAINTE FORTE DE LA LOGISTIQUE DES MATIÈRES DANGEREUSES » 59
4.1 Historique de la réglementation canadienne 59
4.2 Lois fédérales 60
4.2.1 Loi de 1992 sur le TMD 61
4.2.2 Loi sur le transport de marchandises par la mer 63
4.2.3 Loi canadienne sur la protection de l'environnement de 1999 63
4.2.4 Loi sur les produits dangereux 64
4.2.5 Loi sur les explosifs 65
4.3 Lois provinciales 65
4.3.1 Code de la sécurité routière 66
4.3.2 Loi sur la sécurité civile 66
4.3.3 Loi sur la qualité de l'environnement 68
4.3.4 Loi sur les produits et les équipements pétroliers 68
4.3.5 Loi sur les explosifs 69
4.3.6 Code municipal du Québec et loi sur les cités et villes 69
4.3.7 Loi sur la santé et la sécurité du travail 70
4.3.8 Loi sur les pesticides 71
4.4 Loi américaine sur le transport 71
4.5 Organismes internationaux de réglementation 72
4.6 Schéma de l'architecture de la réglementation québécoise 74
4.7 Conclusion 75

CHAPITRE 5 : MODÈLE DU RISQUE SUR UNE CHAÎNE LOGISTIQUE 77

5.1 Principe d'une gestion des risques intégrant l'ensemble des parties d'une chaîne logistique 78

5.2 Liens contractuels entre les acteurs de la chaîne logistique 79

5.3 Modèle de risque adapté à la structure de chaîne logistique 84

5.4 Présentation des facteurs 87

5.4.1 Présentation des facteurs internes 87

5.4.2 Présentation des facteurs externes 87

5.4.3 Présentation des facteurs pseudo internes 88

5.4.4 Évaluation des facteurs 92

5.5 La fonction de « risque » 96

5.6 Conclusion 97

CHAPITRE 6 : LA REPRÉSENTATION BINIVEAU : UN ESSAI DE REPRÉSENTATION PLUS PRÉCIS POUR LA GESTION DES RISQUES 100

6.1 Prérequis du point de vue graphique 100

6.2 Les apports de cette nouvelle représentation « biniveau » 102

6.2.1 Justification du schéma dual 102

6.2.2 Angle d'observation du modèle 103

6.2.3 Homogénéisation de la représentation du transport et de l'entreposage 103

6.2.4 Mise en évidence des phases de transition 104

6.2.5 Représentation des niveaux de pilotage 105

6.2.6 Mise en évidence des externalisations 105

6.2.7 L'objet « Contrat » 106

6.2.8 Parcours physique, parcours administratif 107

6.3 Les éléments graphiques du modèle « dual » 107

6.3.1 Les objets stratégiques 107

6.3.2 Les objets physiques 113

6.3.3 Exemples de représentation avec le modèle dual 118

CHAPITRE 7 : ILLUSTRATION PAR UN CAS RÉEL 123
7.1 Méthodologie de l'étude de cas 124
7.2 Entreprises retenues 127
7.3 Modèle 128
7.4 Aspect réglementaire 132
7.5 Analyse 134
CHAPITRE 8 : CONCLUSION 137
BIBLIOGRAPHIE 140
ANNEXES 155

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1 - Statistiques du transport intérieur de marchandises en France en milliards de Tonnes-Kilomètres de 1990 à 2004 4
Tableau 2.2 – Évolution de 1990 à 2003 des Tonnes-Kilomètres (en milliards) de marchandises transportées au Canada par train 5
Tableau 2.3 – Évolution de 1988 à 2003 des Tonnes-Kilomètres (en milliards) des marchandises transportées au Canada par camion pour compte d'autrui 6
Tableau 2.4 - Statistiques des accidents de transport à déclaration obligatoire mettant en cause des matières dangereuses au Canada entre 1998 et 2003 8
Tableau 3.1 - Classification onusienne des matières dangereuses et symboles associés. 17
Tableau 3.2 – Lise de différents modèles de prise en compte du risque en transport 49
Tableau 3.3 - Principaux logiciels servant aux modèles à scénario 51
Tableau 4.1 - Caractéristiques de la loi fédérale de 1992 sur le TMD 61
Tableau 4.2 - Caractéristiques de la loi fédérale sur le transport de marchandises dangereuses par la mer 63
Tableau 4.3 - Caractéristiques de la loi fédérale sur la protection de l'environnement de 1999 63
Tableau 4.4 - Caractéristiques de la loi fédérale sur les produits dangereux 64
Tableau 4.5 - Caractéristiques de la loi fédérale sur les explosifs 65
Tableau 4.6 - Caractéristiques du code provincial de la sécurité routière 66
Tableau 4.7 - Caractéristiques de la loi provinciale sur la sécurité civile 66
Tableau 4.8 - Caractéristiques de la loi provinciale sur la qualité de l'environnement 68
Tableau 4.9 - Caractéristiques de la loi provinciale sur les produits et équipements pétroliers 68
Tableau 4.10 - Caractéristiques de la loi provinciale sur les explosifs 69
Tableau 4.11 - Caractéristiques du code municipal du Québec et de la loi provinciale sur les cités et les villes 69
Tableau 4.12 - Caractéristiques de la loi provinciale sur la santé et la sécurité au travail 70

Tableau 4.13 - Caractéristiques de la loi provinciale sur les pesticides 71
Tableau 4.14 - Caractéristiques de la loi américaine 49CFR 71

LISTE DES FIGURES

Figure 3.1 - Illustration des niveaux de pilotage d'une chaîne logistique 21
Figure 3.2 - Exemple de représentation VSM 24
Figure 3.3 - Exemple de schéma de communication (représentation de la problématique de la logistique) 27
Figure 3.4 – Exemple de schéma de communication (représentation imagée d'une chaîne logistique) 28
Figure 3.5 - Exemple de schéma de communication (représentation du modèle SCOR) 29
Figure 3.6 - Exemple de représentation d'une chaîne logistique par un schéma générique de représentation 30
Figure 3.7 - Représentation d'une chaîne logistique amont et aval d'un fabricant par un schéma d'étude de cas 31
Figure 3.8 - Exemple de schéma de stratégie de type "multi graphiques concaténés" 33
Figure 3.9 - Exemple de schéma de stratégie de type "mixte générique" 34
Figure 3.10 - Exemple de schéma d'optimisation 35
Figure 3.11 - Représentation du modèle générique de risque 40
Figure 3.12 - Représentation du modèle de risque industriel majeur 41
Figure 3.13 - Représentation du modèle de risque contractuel 44
Figure 3.14 - Représentation d'un système de management de la sécurité (SMS) 52
Figure 4.1 - Organigramme du TMD 62
Figure 4.2 - Structure de la réglementation TMD Québécoise 74
Figure 5.1 - Exemple de représentation d'une chaîne logistique d'entreprise 79
Figure 5.2 - Représentation graphique du modèle complet de risques d'une entreprise maillon d'une chaîne logistique 80
Figure 5.3 - Représentation graphique de liens entre les modèles de risques de deux entreprises appartenant à une chaîne logistique 83
Figure 5.4 - Représentation graphique du modèle de risque industriel modifié 85

Figure 5.5 - Représentation graphique des liens entre les modèles de risques modifiés de deux entreprises d'une chaîne logistique 86
Figure 5.6 - Illustration de la logique d'intégration des analyses de risques par utilisation des résultats des niveaux inférieurs 98
Figure 6.1 - Symbole de représentation graphique d'une entreprise 108
Figure 6.2 - Symbole de représentation graphique d'un contrat 111
Figure 6.3 - Exemple d'utilisation des objets "Entreprise" et "Contrat" 113
Figure 6.4 - Symboles de représentation des objets de type "Logistique" 114
Figure 6.5 - Symbole de représentation d'un objet "Flux physique" 116
Figure 6.6 - Symbole de représentation d'un objet "Flux physique d'extrémité" 118
Figure 6.7 - Représentation de l'Exemple 1 à l'aide d'une représentation logistique classique 118
Figure 6.8 – Représentation de l'Exemple 1 à l'aide du modèle dual 119
Figure 6.9 - Représentation de l'Exemple 2 à l'aide d'une représentation logistique classique 119
Figure 6.10 – Représentation de l'Exemple 2 à l'aide du modèle dual 121
Figure 7.1 - Chronogramme méthodologique de l'étude de cas 124
Figure 7.2 - Représentation sous forme classique du cas d'étude 128
Figure 7.3 - Représentation "biniveau" de l'entreprise Coastal 130
Figure 7.4 - Représentation "biniveau" de l'entreprise Interquisa Canada 131
Figure 7.5 - Représentation "biniveau" de l'entreprise Canadian National (CN) 131
Figure 7.6 - Représentation "biniveau" de l'entreprise PTTpolycanada 132

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

ACFPC	Association Canadienne de Fabricants de Produits Chimiques
ADN	Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par voies de navigations intérieures
ADNR	Accord pour le transport des marchandises dangereuses sur le Rhin
ADR	Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par Route
AIEM	Association Industrielle de l'Est de Montréal
AIMS	Association Internationale de Management et Stratégie
ALOHA	*Aerial Locations of Hazardous Atmospheres*
AMDE	Analyse de Modes de Défaillances et de leurs Effets
AMDEC	Analyse de Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité
APR	Analyse Préliminaire des Risques
AQTR	Association Québécoise des Transports et des Routes
ATP	Acide Téréphtalique Purifié
CAMO-Route	Centre d'Adaptation de la Main d'Œuvre du transport routier
CANUTEC	*Canadian Transport Emergency Centre*
CCPS	*Center for Chemical Process Safety*
CEFIC	Conseil Européen des Fédérations de l'Industrie Chimique
CERDI	Centre d'études et de recherche sur le développement international
CFR	*Code of Federal Regulation*
CIRANO	Centre Interuniversitaire de Recherche en ANalyse des Organisations
CIS	*International occupational safety and health information center*
CLM	*Council of Logistics Management*
CMMI	Comité Mixte Municipal Industries
CN	Canadian National
CNISF	Conseil National des Ingénieurs et des Scientifiques de France

CRAIM	Conseil pour la Réduction des Accidents Industriels Majeurs
CSCMP	*Council of Supply Chain Management Professionals*
CSST	Commission de la Santé et Sécurité au Travail
DOT	Department Of Transports
DREIF	Direction Régionale de L'Équipement d'Ile-de-France
EC	*European Commission*
ERP	*Entreprise Ressources Planning*
FMEA	*Failure Mode and Effects Analysis*
GRESI	Groupe de Recherche En Systèmes d'Information
HAZOP	*HAZard and OPerability*
ICSC	*International Chemical Safety Card*
ILO	*International Labor Organisation*
IIJCan	Institut Canadien d'Information Juridique
IMDG	*International Maritime Dangerous Goods*
INERIS	Institut National de l'Environnement Industriel et des RISques
IRMa	Institut des Risques Majeurs
ISO	*International Standards Organization*
LCPE	Loi Canadienne sur la Protection de l'Environnement
LIS	Liste Intérieure des Substances
LOPA	*Layer Of Protection*
LSIP	Liste des Substances d'Intérêt Prioritaire
MFET	Ministère Français de l'Équipement et de Transports
MRP	*Manufacturing Resources Planning*
OACI	Organisation de l'Aviation Civile Internationale
OMI	Organisation Maritime Internationale
ONU	Organisation des Nations Unies
OSHA	*Occupational Safety and Health Administration*
PSM	*Process Safety Management*
PTA	Acide Téréphtalique Purifié

PTT	PolyTriméthylène Téréphtalate
RID	Règlement concernant le transport International ferroviaire de marchandises Dangereuses
RTMD	Règlement pour le Transport de Matières Dangereuses par chemin de fer
RUE	Règlement sur les Urgences Environnementales
SDEIR	Service de Documentation en Etudes et Interventions Régionales
SES	Service Économique et Statistique
SGS	Système de Gestion de la Sécurité
SIG	Système d'Information Géographique
SMS	Système de Management de la Sécurité
SMS	*Safety Management System*
SQAS	*Safety and Quality Assessment System*
SIMDUT	Système d'Information sur les Matières Dangereuses Utilisées au Travail
SNCF	Société Nationale de Chemin de Fer
STAN	*Strategic Transport ANalysis*
tm	tonnes métriques
TMD	Transport de Matières Dangereuses
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe
US	*United States*
VNF	Voies Navigables de France
VSM	*Value Stream Mapping*

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : SYNOPTIQUE DE LA MÉTHODOLOGIE 156
ANNEXE 2 : AUTORISATION D'UTILISATION POUR LA FIGURE 3.14..... 157
ANNEXE 3 : REPRÉSENTATION GÉNÉRALE DU CAS ÉTUDIÉ AU CHAPITRE 7
..... 158

CHAPITRE 1 : INTRODUCTION

Les activités humaines entraînent quotidiennement une demande en produits considérés comme intrinsèquement dangereux. L'*International Labor Organisation* (ILO) annonce le chiffre de 50% des matières transportées comme pouvant être classifiées comme dangereuses (CIS 2004). Les risques alors générés par de telles matières et les conséquences qu'elles peuvent entraîner en cas d'accident incitent à porter un intérêt particulier aux problématiques qui leurs sont rattachées. Cependant parallèlement à ce problème de risque, il réside toujours le problème de l'activité économique que génèrent ces catégories de chaînes logistiques.

Dans un schéma d'entreprise qui prend en charge l'ensemble de ses activités du début à la fin, la prise en compte du risque représente déjà une difficulté supplémentaire à laquelle doivent faire face les entreprises manipulant, transportant ou entreposant ces matières par rapport à celles qui utilisent uniquement des matières non classifiées comme dangereuses. Quand on replace cela dans le contexte logistique actuel où les entreprises opèrent couramment des externalisations, souvent en ayant recours à des intermédiaires divers pour organiser leur chaîne logistique, la prise en compte du risque devient alors très difficile et l'intégration de ce dernier dans des techniques de gestion de chaînes logistiques classiques, quasiment impossible à réaliser.

Ce problème amène notamment certaines entreprises à essayer autant que possible de se dégager d'une partie de leurs responsabilités. Ceci n'abonde que rarement dans le sens de l'intérêt de la sécurité du public, ou dans celui des finalités réglementaires imposées par les états.

Cependant l'ampleur des conséquences sur une entreprise, des suites d'un accident chez l'un de ses sous-traitants amène de plus en plus les entreprises à tenter de maîtriser le risque sur l'ensemble de leur chaîne logistique. Elles convergent alors « dans une certaine mesure » vers les mêmes objectifs que les autorités réglementaires.

Un certain nombre d'études ont déjà été réalisées sur les domaines de la gestion des risques ou sur le pilotage des chaînes logistiques, et même sur la convergence des deux problématiques comme le font par exemple les études de Erkut et Verter (1995 et 1996). Cette étude tente alors maintenant d'aborder le problème sous un angle nouveau. Elle se veut différente des études de recherches opérationnelles qui calculent un chemin minimisant les risques pour un transport, ou bien qui essaient d'optimiser une chaîne d'approvisionnement de marchandises dans le cadre d'une chaîne logistique sans dangers particuliers.

Elle vise à poser les bases d'une réflexion nouvelle sur la gestion des risques industriels sur les chaînes logistiques. C'est notamment pourquoi elle se positionne spécifiquement sur les chaînes logistiques des matières dangereuses, car présentant intrinsèquement un danger important. Cette nouvelle réflexion tente notamment de prendre en compte d'une manière forte la structure de chaîne logistique à laquelle elle s'intéresse. Bien souvent les études oublient de prendre en compte la nature fragmentée de cette chaîne et l'importance des relations qui lient ces différents fragments (maillons de la chaîne). Il en résulte bien souvent des problèmes de ségrégation telle que la focalisation sur une activité de transport ou d'entreposage en particulier, ou bien encore la non prise en compte de l'importance des relations donneur d'ordre / sous-traitant dans la gestion des risques. Toute cette intégration représente un vaste sujet de réflexion pour une approche plus homogène de la gestion des risques sur des structures relationnelles telles que des chaînes logistiques.

Cette étude tente alors de poser les résultats d'une réflexion plus globale, sur cette problématique. Le principal but est notamment de comprendre quelles contraintes doivent être prises en compte pour être en mesure d'exposer convenablement un cas de gestion des risques sur une chaîne logistique. Plus particulièrement l'étude propose des modifications sur la base des représentations graphiques actuellement utilisées en logistique classique, afin d'aboutir à une représentation graphique apte à présenter toutes les contraintes précédemment citées.

L'étude comporte trois phases :

La partie 2 représente la première phase. Elle rappelle le contexte des activités logistiques liées aux matières dangereuses sur lequel l'étude s'est concentrée.

Les trois parties qui suivent contribuent à la deuxième phase. Celle-ci dresse un bilan sur la définition d'une matière dangereuse, sur la représentation graphique des chaînes logistiques, sur la gestion des risques (partie 3 REVUE DE LITTÉRATURE), et également sur la réglementation québécoise des matières dangereuses, afin de faire ressortir les variables essentielles qui y sont associées (partie 4). Enfin la partie 5 analyse le modèle de conceptualisation du risque industriel de De Marcellis-Warin et al. dans le contexte particulier d'une structure de chaîne logistique et propose une adaptation possible de ce modèle.

Puis la troisième phase comprend les deux dernières parties. La partie 6 propose une adaptation du modèle de représentation *Value Stream Mapping* (VSM) afin de représenter les paramètres importants pour exposer une situation de chaîne logistique sur laquelle doit être géré le risque industriel. La partie 7 confronte alors ce nouveau modèle de représentation à l'étude de cas réels, et analyse les problèmes rencontrés lors de la mise sa en œuvre.

CHAPITRE 2 : CONTEXTE DE L'ÉTUDE

La partie qui suit présente le contexte de la problématique abordée par cette étude. Premièrement, elle explique pourquoi le contexte des chaînes logistiques de matières dangereuses devient de plus en plus une préoccupation. Elle présente tout d'abord l'évolution durant ces dernières années des activités logistiques mettant en œuvre des matières dangereuses, ainsi que l'évolution des accidents qui leurs sont liés. Elle explique ensuite les problèmes qu'engendre, pour les entreprises concernées, la prise en compte du facteur « risque ». Puis dans un second temps, cette partie présente la problématique du projet GLOBAL duquel est inspirée cette étude. Et enfin elle présente la problématique spécifique de cette étude, ainsi que la méthodologie suivie.

2.1 L'évolution des activités logistiques liées à des matières dangereuses

Les activités économiques mondiales actuelles sont très demandeuses de produits classifiés comme dangereux. Bien que dans certains cas les entreprises tentent de remplacer l'utilisation de matières dangereuses par d'autres composés moins dangereux, la croissance des activités industrielles est telle que l'utilisation de matières dangereuses risque de poser de plus en plus de problèmes à l'avenir. On peut par exemple constater cela par la quantité totale transportée qui donne un indice des quantités véhiculées sur l'ensemble des chaînes logistiques de transport et d'entreposage réunis.

Tableau 2.1 - Statistiques du transport intérieur de marchandises en France en milliards de Tonnes-Kilomètres de 1990 à 2004

	1990	1995	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Fer	49,7	46,6	52,7	52,1	55,4	50,4	50	46,8	45,1
Route	193,9	227,1	246,5	260,3	266,5	273,7	276,6	278,8	295,6
Voies d'eau	7,2	5,9	6,2	6,8	7,3	6,7	6,9	6,9	7,3
Oléoducs	20,5	22,3	21,6	21,4	21,7	22,1	20,9	22,2	20,5
Total	271,3	301,9	327	340,6	350,9	352,9	354,4	354,7	368,5

Source : VNF, SNCF,SES (voir la liste des acronymes)

Le Tableau 2.1 qui provient des statistiques du Ministère Français de l'Équipement et des Transports (MFET 2005) donne un bilan de l'évolution générale à la hausse du volume de marchandises (tous types confondus) transportées chaque année en France

durant les 15 dernières années. Cette hausse est particulièrement visible pour le transport par route. Or ce mode de transport représente 80% des Tonnes-Kilomètres. De plus le ministère des transports français estime à 5%[1] la part annuelle moyenne représentée par les matières dangereuses dans le transport routier. En l'absence de statistiques disponibles plus exactes on peut raisonnablement supposer que le volume de Tonnes-Kilomètres de matières dangereuses transporté chaque année sur les routes de France est en augmentation. On peut prudemment supposer que d'une manière générale tous modes confondus la tendance des activités de transport mettant en cause des matières dangereuses est à la hausse.

En ce qui concerne la situation au Canada, de la même manière qu'en France il est très difficile d'obtenir des statistiques précises sur ce domaine. Pour évaluer le niveau d'activité de transport intérieur des matières dangereuses on peut toutefois se baser sur les deux principaux modes de transport intérieur : le train (47 %) et le camion (26 %)[2].

Tableau 2.2 – Évolution de 1990 à 2003 des Tonnes-Kilomètres (en milliards) de marchandises transportées au Canada par train[3]

Type de chemain de fer	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Classe I	224,7	236,9	228,3	234,4	262,8	254,1	256,9	278,6	268,7	271,4	291,6	292,9	292,1	293,8
Chemins de fer régionaux	22	22,1	20,9	20,5	23	23,9	23	23,9	23,7	21,2	23,2	20,8	19,7	16,6
Chemins de fer d'intérêt local	1,5	1,2	1,2	1	1,1	1,4	1,8	4,4	7,7	8,6	8,6	8,7	9,9	7,3
Total	248,2	260,2	250,4	255,9	286,9	279,4	281,7	306,9	300,1	301,2	323,4	322,4	321,7	317,7

Le Tableau 2.2 donne l'évolution de 1990 à 2003 des Tonnes-Kilomètres annuelle transportés au Canada par chemin de fer. On constate que cette évolution est en quasi constante augmentation. D'autre part M. Provencher donne dans son rapport de 2004

[1] Ministère français de l'équipement et des transports, Bilan social annuel du transport routier de marchandises, mars 2006, p. 56, [En ligne], http://www.transports.equipement.gouv.fr/dttdocs2/932_nomPDF.pdf

[2] Pourcentages du total des Tonnes-Kilomètres de transport de marchandises au Canada durant l'année 2002, selon les statistiques du rapport de M. Povencher (2004), en ne considérant que les transports par bateau, camion et train.

[3] Source : Ministère des Transports du Canada 2003 et 2004

(Provencher 2004) le pourcentage de 16% des marchandises transportées par fer comme dangereuses.

Tableau 2.3 – Évolution de 1988 à 2003 des Tonnes-Kilomètres (en milliards) des marchandises transportées au Canada par camion pour compte d'autrui[4]

Année	*Intraprovincial*	*Interprovincial*	*International*	*Total*
1988	27,88	30,01	26,3	84,19
1989	24,35	30,05	23,7	78,11
1990	23,85	30,85	23,07	77,77
1991	19,74	27,98	22,91	70,62
1992	20,93	26,82	25,19	72,95
1993	22,64	29,33	32,64	84,61
1994	25,84	34,31	41,73	101,87
1995	27,22	38,59	44,21	110,01
1996	29,38	42,13	49,63	121,13
1997	29,06	43,18	58,61	130,85
1998	29,62	47,08	61,4	138,09
1999	33,47	49	76,18	158,66
2000	33,11	51,63	80,23	164,97
2001	34,16	53,35	83,42	170,93
2002	34,2	52,72	90,29	177,21
2003	34,2	54,04	96,00	184,96

Le Tableau 2.3 montre l'évolution à la hausse de 1988 à 2003 des Tonnes-Kilomètres annuelles des marchandises transportées au Canada par camion pour le compte d'autrui. D'autre part M. Provencher dans son rapport de 2004 cite comme résultat d'une enquête menée en 1999 que 69,5 % du tonnage des marchandises comptabilisées lors de cette enquête étaient transportées pour compte d'autrui. Il cite d'autre part que 8,2% de ces mêmes marchandises étaient des marchandises dangereuses. Ce même rapport précise également que, aussi bien pour le transport par bateau que pour le transport par camion, même si la tendance n'est pas très marquée, l'évolution de ces pourcentages semble être à la hausse (Provencher 2004). Ainsi, en l'absence de statistiques plus précises il est tout de même raisonnablement possible, à la vue de toutes ces augmentations sur les volumes globaux d'activités de transport, de supposer une augmentation du volume des activités mettant en cause des marchandises dangereuses.

Cette tendance d'évolution semble être suffisamment observable à l'échelle de la planète et se confirmer depuis assez longtemps pour que dès 1992 un comité d'experts des Nations Unies se soit penché sur la problématique des activités liées aux matières

[4] Source : Ministère des Transports du Canada 2004

dangereuses lors d'une conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement. À l'issu de cette conférence ont notamment été lancés six programmes considérés comme prioritaires dans le domaine des matières dangereuses (UNECE 2005) :

- Accélération du développement d'un système international d'évaluation des risques chimiques;
- Harmonisation de la classification et de l'étiquetage des produits chimiques;
- Échange d'informations sur les produits chimiques et les risques qui leur sont liés ;
- Établissement d'un programme de réduction des risques;
- Renforcement des capacités des états à contrôler les produits chimiques;
- Prévention du trafic international illégal de produits chimiques.

Ceci montre bien l'intérêt international qui est porté à la problématique de la sécurité et de la sûreté des activités liées aux matières dangereuses.

2.2 Les accidents liés aux matières dangereuses

Le but de tous ces programmes internationaux, repris ensuite aux niveaux nationaux est de réduire le nombre d'accidents et leur gravité. En effet, la particularité des matières dangereuses est qu'elles représentent un danger en tant que telles. Ainsi, un accident impliquant une ou plusieurs de ces matières, qu'il arrive sur la route ou sur un site fixe, peut dégénérer d'un simple accident à une catastrophe. Selon la matière mise en cause, selon le type de danger présent : une explosion, un incendie, une dispersion de gaz toxiques, un déversement de produit, un simple accident ou incident peut potentiellement dégénérer en une catastrophe écologique et humaine.

Tableau 2.4 - Statistiques des accidents de transport à déclaration obligatoire mettant en cause des matières dangereuses au Canada entre 1998 et 2003[5]

Année	Transport routier	Transport ferroviaire	Transport aérien	Transport maritime	Total partiel	Non en cours de transport	Total
1990	183	17	2	0	202	194	396
1991	155	27	4	2	188	251	439
1992	140	25	0	1	166	228	394
1993	103	25	1	0	129	113	242
1994	114	30	1	0	145	145	290
1995	109	19	3	0	131	205	336
1996	239	35	9	1	284	237	521
1997	166	16	6	1	189	194	383
1998	178	11	4	0	193	239	432
1999	184	18	3	0	205	274	479
2000	234	18	4	3	259	215	474
2001	182	11	6	3	202	234	436
2002	170	16	8	1	195	244	439
2003	101	5	5	1	112	244	356
2004	108	9	5	0	122	257	379
1995 -1999 moyenne	159	23	3	1	185	210	395
1996-2000 moyenne	200	19	5	1	225	232	457
1997-2001 moyenne	200	19	5	1	225	232	457
1998-2002 moyenne	190	15	5	1	211	241	452
1999-2003 moyenne	174	14	5	2	195	242	437

Les statistiques montrent une légère tendance à la baisse ces dernières années du nombre total d'accidents de transport de matières dangereuses au Canada, cependant l'analyse est un peu plus complexe. Comme le montre le Tableau 2.4, même si le nombre total d'accidents durant le transport montre une tendance à diminuer, le nombre d'accidents n'arrivant pas pendant la phase de transport (lors du chargement et déchargement au sens du Ministère des Transports du Canada) montre une tendance à la stabilité, voire à la hausse. Un autre constat qu'il est possible de faire est que la mise en commun des données d'accidents n'ayant commencé que dans les 20 dernières années, il est encore difficile d'obtenir des évolutions long terme, ainsi, compte tenu de cette faible étendue temporelle des statistiques, la nature « rebondissante » des données empêche de dégager des tendances pertinentes. En effet, notamment si l'on prend en compte la gravité des accidents mettant en cause des matières dangereuses, un tel évènement pouvant entraîner plusieurs morts, il suffit alors d'un accident pour faire passer une tendance à la baisse en

[5] Source : Ministère des Transports du Canada (2003 et 2004), chapitre : « Addenda » ; également les autres rapports annuels de 1999 à 2003 disponibles sur : http://www.tc.gc.ca/pol/fr/anre/menu.htm.

une tendance à la hausse[6]. Il subsiste également le problème du recensement des accidents avec les problèmes de la coordination entre les déclarations d'accidents de transport et celle de l'entreposage, ou encore le problème du recensement des accidents ayant été évités, qui représenteraient des sources d'enseignement mais qui sont rarement recensés pour être mis en commun.

On constate également une évolution du comportement du public face à des accidents des matières dangereuses. Le développement de l'importance des médias dans la société, de même que le développement d'internet ont permis un très fort développement de la tribune publique. Tout cela contribue à la médiatisation des accidents et renforce l'importance de la réaction sociale face au risque déjà mis en évidence par Burns (1991). Cette pression du public se fait notamment sentir pour s'opposer au développement de nouvelles infrastructures d'activités liées aux matières dangereuses. C'est par exemple le cas sur l'implantation de nouvelles autoroutes risquant de véhiculer des matières dangereuses. L'exemple au Canada du projet d'enfouissement de déchets nucléaires dans les roches du bouclier canadien auquel le public s'oppose depuis de nombreuses années malgré l'assurance des experts de l'absence de risques, d'un tel projet, montre bien l'effet de la pression du public.[7] Ce changement de mentalité amène alors les entreprises à établir de nouvelles stratégies sur ce domaine et à étudier sous un nouvel angle leur problématique du risque (Bernard Sinclair Desgagné 2005).

2.3 Problématique du risque

Les évolutions aussi bien sur le plan des autorités internationales et nationales, mais également l'augmentation de la pression des pouvoirs publics amènent les entreprises à

---

[6] Dans son rapport annuel pour l'année 2004 Transport Canada met notamment un bémol sur ses statistiques de conséquences d'accidents en termes de blessés en citant par exemple un accident survenu à Windsor (Ontario) ayant mis en cause plusieurs véhicules, et ayant eu pour conséquence sept morts et 45 blessés. Dans ce cas Transport Canada précise en plus que bien que l'accident mette en cause des matières dangereuses les conséquences ne sont pas directement liées à ces dernières (Source : Ministère des transports du Canada 2004, page internet du rapport concernant les statistiques du nombre de victimes d'accidents mettant en cause de matières dangereuses :
http://www.transport-canada.org/pol/fr/rapport/anre2004/add/taba420c.htm).

[7] Benoit Robert, PhD, séance de cours IND6126 du 6 février 2006.

prendre de plus en plus sérieusement en compte la gestion des risques qu'elles génèrent sur leur milieu environnant. Cependant, ces dernières se retrouvent alors emprisonnées entre la gestion de leurs contraintes financières et logistiques et la gestion des risques qu'elles génèrent. Elles doivent en effet s'insérer dans un tissu urbain et social local tout en s'insérant également dans un tissu d'entreprises nationales et internationales où la compétitivité met à mal l'efficacité de leur stratégie logistique. C'est ainsi que les entreprises sont à l'heure actuelle forcées d'intégrer la gestion des risques qu'elles génèrent au reste de leurs activités, afin de répondre à la pression de leur environnement local qui s'oppose à cette exposition non volontaire aux risques. Mais elles doivent également intégrer cette prise en compte du risque dans leur logique de rentabilité économique et d'avantage concurrentiel afin de pouvoir survivre au sein des autres entreprises. La recherche de la meilleure stratégie répondant à l'ensemble de ces contraintes devient alors des plus complexes.

2.4 Le projet GLOBAL

Le projet GLOBAL a été lancé par l'INERIS, un laboratoire de recherche français spécialisé dans l'étude et la gestion des risques industriels. Sa problématique correspond en réalité à la convergence des inquiétudes et des interrogations provenant à la fois de gestionnaires de risques, de pouvoirs publics, du public et des industriels. Il a été constaté que beaucoup de restrictions étaient imposées notamment sur la partie entreposage des chaînes logistiques de matières dangereuses, aussi une répercussion sur les stratégies logistiques s'est faite sentir. En effet, il semble qu'un changement de comportement soit apparu dans la gestion logistique des entreprises. En vue de faciliter leurs activités commerciales et d'optimiser leur logistique, elles auraient tendance à réduire leur partie entreposage sur site en utilisant des transports plus fréquents ou bien des entreposages en transit (par exemple en faisant attendre une citerne de produit chimique dans une gare de triage ferroviaire). Alors l'inquiétude est née du transfert de risques, voire de la création de risques générés par ce changement de comportement. Les outils anciennement développés pour la gestion des risques sur les différentes parties de

la chaîne logistique ne sont alors plus capables de suivre la vision globale, telle que les entreprises la prennent en compte dans leurs stratégies, l'INERIS a alors lancé ce projet avec pour objectif de réaliser un outil de prise en compte homogénéisé des risques sur l'ensemble de la chaîne logistique. Afin de prendre en compte l'aspect stratégique de cette gestion des risques pour les entreprises, le partenaire du Centre Interuniversitaire de Recherche en ANalyse des Organisations (CIRANO) s'est associé à l'INERIS. Le but est ainsi de comprendre comment les stratégies logistiques des entreprises peuvent interagir avec leur gestion des risques, et tenter à la fois de synchroniser ces deux gestions en une seule, qui de plus s'étendrait sur l'ensemble de l'étendue de la chaîne logistique.

2.5 Problématique de l'étude

Tous les facteurs précédemment cités amènent à penser que la logistique des matières dangereuses est sur le point de changer, tout au moins qu'elle est prête à s'orienter vers un changement .Cette étude reprend alors l'idée du projet GLOBAL précédemment explicité, mais en s'intéressant principalement à la représentation graphique des chaînes logistiques. Cette représentation constitue en effet l'élément de base de la gestion et est le symbole de la perception qu'ont les décideurs de la situation à traiter. L'étude essaie notamment de comprendre quelle est la particularité des risques liés aux activités d'entreprises travaillant avec des matières dangereuses et s'intégrant dans une chaîne logistique. L'étude tente de montrer que les outils actuellement utilisés pour la représentation de ces situations ont atteint leurs limites, que ces outils ne représentent pas un certains nombre de facteurs qui pourtant s'avèrent importants et doivent être pris en compte dans une logique de gestion des risques, et également que ces outils amènent souvent à une vision ségrégationniste de la gestion des risques sur les chaînes logistique. Le but principal de l'étude étant de formuler les bases d'une nouvelle représentation graphique qui explicite sur un unique schéma les facteurs importants concernant les problématiques de la logistique classique, mais également les facteurs réglementaires spécifiques aux matières dangereuses, et également les facteurs spécifiques aux risques

industriels qu'amènent les activités de transport, entreposage et manutention des matières classifiées comme dangereuses.

2.6 Méthodologie

Pour arriver à résoudre cette problématique, et mettre en place une représentation graphique qui puisse répondre aux contraintes précédemment citées, la démarche de recherche a suivi la méthodologie illustrée en ANNEXE 1.On peut voir sur ce diagramme synoptique de la méthodologie que celle-ci est structurée autour de trois grandes branches représentant chacune un des domaines que cette étude tente de se faire rencontrer.

Tout d'abord la branche de gauche représente la partie logistique de l'étude. Le but de cette branche était de faire un bilan sur les représentations logistiques utilisées dans la littérature. Par la suite, avec ce bilan il a été possible d'une part de constater certaines faiblesses dans les représentations, et d'autre part de s'inspirer des objets graphiques rencontrés pour la formulation d'un nouveau modèle de représentation (partie « 3.2 La chaîne logistique : concept et représentation » de la revue de littérature).

La branche du milieu représente la part de gestion des risques de l'étude. Cette partie a consisté premièrement à effectuer un bilan sur les modélisations du risque existantes dans la littérature, ainsi que sur les outils de gestion des risques leur étant associés. Ce bilan est synthétisé dans la partie « 3.3 La gestion des risques » de la revue de littérature. Deuxièmement, cette partie de gestion des risques a également donné lieu à une tentative de réinsertion du modèle de risque de Bernard et al. (2004) (notamment les déclinaisons de ce modèle faites par De Marcellis-Warin et al. (2004) et Bourdeau et al. (2004)) dans le contexte d'une chaîne logistique en vue de son adaptation aux contraintes que présente ce contexte particulier (« CHAPITRE 5 : MODÈLE DU RISQUE SUR UNE CHAÎNE LOGISTIQUE »)

La branche de droite représente quant à elle le contexte spécifique des matières dangereuses dans lequel cette étude est effectuée. Cette partie a consisté d'une part à clarifier la définition des termes « matières dangereuses » (partie « 3.1 Les matières

dangereuses » de la revue de littérature). D'autre part elle a été l'occasion d'étudier le contexte réglementaire qui contraint les activités de logistique avec des matières dangereuses au Québec (« CHAPITRE 4 : LE CADRE RÉGLEMENTAIRE : « UNE CONTRAINTE FORTE DE LA LOGISTIQUE DES MATIÈRES DANGEREUSES » »).

In fine le but de cette étude est de se faire rencontrer ces trois domaines. On peut alors voir que ces trois branches se rejoignent pour aboutir à la proposition d'un nouveau modèle de représentation graphique qui prend en compte l'aspect logistique, la gestion des risques et les spécificités des matières dangereuses (« CHAPITRE 5 : MODÈLE DU RISQUE SUR UNE CHAÎNE LOGISTIQUE »).

CHAPITRE 3 : REVUE DE LITTÉRATURE

La problématique de l'étude recouvre les trois domaines de la prise en compte des spécificités des matières dangereuses, du concept de chaîne logistique et de la gestion des risques. La partie suivante dresse successivement un portrait de l'état actuel de la littérature sur chacun de ces trois domaines. Plus précisément elle s'attache tout d'abord à définir la notion de « matière dangereuse ». Puis dans un second temps elle présente le concept de « chaîne logistique », et fait un bilan des modes de représentation graphique actuellement utilisés pour représenter ces dernières. Enfin, elle tente de détailler succinctement des notions de bases de gestion des risques et de dresser une revue des principaux outils d'analyse et de gestion des risques actuellement usités.

3.1 Les matières dangereuses

La première composante de cette étude est la notion de matière dangereuse. En effet celles-ci constituent des entités particulières dans le domaine des marchandises. Cette section explicite la définition de « matière dangereuse ». Elle présente ensuite la classification qu'il existe au niveau international pour référencer les matières dangereuses.

3.1.1 Définition des matières dangereuses

La définition d'une matière dangereuse peut être très fluctuante. On peut toutefois distinguer deux grands types de définitions. La première contient les définitions qui se réfèrent à des listes de matière classifiées comme dangereuses comme l'exemple de la définition du site internet http://fr.wikipedia.org :

> *« Les matières dangereuses sont des matières ou objets qui présentent un risque pour la santé, la sécurité, les biens ou l'environnement, qui sont énumérés dans la liste des marchandises dangereuses des règlements du transport ou qui, s'ils ne figurent pas sur cette liste, sont classés conformément aux réglementations. »*

Dans cette même catégorie un exemple de définition plus officielle en considérant par exemple la définition présente dans le texte de la loi fédérale du Canada de 1992 sur le transport de matières dangereuses :

> *« marchandises dangereuses : Produits, substances ou organismes appartenant, en raison de leur nature ou en vertu des règlements, aux classes figurant à l'annexe. »*

Ces définitions sont alors dépendantes des listes considérées.

Dans une deuxième catégorie on trouve des définitions plus ouvertes telles que celle du ministère français de l'environnement et du développement durable :

> *« Une matière est classée dangereuse lorsqu'elle est susceptible d'entraîner des conséquences graves pour la population, les biens et/ou l'environnement, en fonction de ses propriétés physiques et/ou chimiques, ou bien par la nature des réactions qu'elle peut engendrer. »*[8]

Mais cette définition laisse une grande part libre d'interprétation.

D'autre part, les accidents tels que celui du tunnel du Mont-blanc en France, le 24 mars 1999 ayant entraîné la mort de 39 personnes ou bien l'accident du tunnel Saint Gothard en Suisse, le 24 octobre 2001 ayant entraîné la mort de onze personnes, rend la définition de matières dangereuses ambiguë. En effet, ces deux accidents meurtriers ont été causés par l'incendie respectivement d'un camion de margarine et de farine et d'un camion de bâches en plastique et de pneumatiques. Or ces matières ne sont habituellement pas considérées comme dangereuses.

Du point de vue international, l'Organisation des Nations Unies a émis une liste de matières considérées comme dangereuses pour le transport, compte tenu de leurs caractéristiques physiques. Cette liste et sa classification en type de matières, servent de définition de référence des matières dangereuses pour les transports internationaux et sont souvent reprises au niveau national.

---

[8] Article de J.-F. Mangin et J. Rafaillac du 7 décembre 2004, « L'évaluation du risque « transport de marchandises dangereuses » par voie routière en Ile de France », publié dans le TPEchange n°32, [En ligne] : http://www.ingenieur-tpe.net/article.php3?id_article=42.

3.1.2 Classification onusienne

L'ONU a mis en place dans le cadre de la gestion des risques liés aux matières dangereuses une liste de plus de 3000 substances. Chaque substance est répertoriée sous la forme d'une *International Chemical Safety Card* (ICSC), puis classée dans une des neuf catégories de substances que comporte cette classification onusienne. On lui attribue également un numéro d'identification à quatre chiffres appelé couramment « numéro d'identification ONU » ou « numéro matière ». On lui attribue également un code à de trois chiffres permettant d'évaluer rapidement les risques en présence.

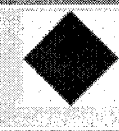
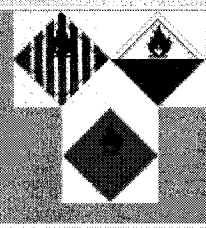
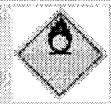
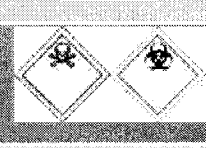
Exemple[9] :

266
1017

Dans cet exemple le code à quatre chiffres, « 1017 », fait référence à la matière du Chlore C12. Le deuxième code « 266 » caractérise le danger. On est alors en présence d'un gaz « 2 », toxique « 6 » et même très toxique car le « 6 » est répété.

[9] Source : Extrait du site internet de la DREIF :
http://www.ile-de-france.equipement.gouv.fr/rubrique.php3?id_rubrique=156

Tableau 3.1 - Classification onusienne des matières dangereuses et symboles associés

Classes	Matières	Symboles
Classe 1	Matières et objets explosibles	
Classe 2	Gaz (inertes, comburants, explosifs, corrosifs ou inflammables)	
Classe 3	Liquides inflammables (hors gaz)	
Classe 4	Solides inflammables	
Classe 5	Matières comburantes Peroxydes organiques	
Classe 6	Matières toxiques	
Classe 7	Matières radioactives	
Classe 8	Matières corrosives	
Classe 9	Matières et objets dangereux divers	

Le Tableau 3.1 [10]présente la classification onusienne à neuf divisions en explicitant le type de matière qui rempli chaque classe et les pictogrammes qui y sont associés.

[10] Source : Extrait du site internet de la DREIF :
http://www.ile-de-france.equipement.gouv.fr/rubrique.php3?id_rubrique=156

3.2 La chaîne logistique : concept et représentation

La section suivante aborde le domaine de la logistique et en particulier celui des chaînes logistiques. C'est en effet dans cette structure organisationnelle que cette étude tente d'insérer une gestion des risques. Cette section présente donc les principes de bases de la logistique et de la chaîne logistique, puis détaille quelques particularités des chaînes logistiques intégrées. Dans un second temps il est question d'étudier des modèles actuels qui sont mise en œuvre pour représenter graphiquement ces chaînes logistiques.

3.2.1 Définition de la logistique

La logistique trouve son origine dans le milieu militaire où elle fut dégagée pour la première fois comme activité à part entière. Ainsi, on trouve des définitions de la logistique telles que celle donnée par le *Webster's New Encyclopedic Dictionary* de Black Dog & Leventhal Publishers (Ballou 1999) :

> *"The branch of military science having to do with procuring, maintaining, and transporting material, personnel, and facilities."*

Cette définition rapproche donc la logistique de la distribution physique de biens et services qui lui est souvent associée. Cependant, depuis ses premières applications dans le domaine militaire, la logistique s'est largement étendue et concerne dans le milieu des entreprises la gestion de l'ensemble des flux physiques et des flux d'informations nécessaires aux activités de ces dernières. Elle a pour objectif de maximiser l'efficacité de ces flux et de répondre aux attentes des clients. Ainsi, le *Council of Logistics Management* (CLM) donnait la définition (Ballou 1999) :

> *"Logistics is the process of implementing, and controlling the efficient, cost-effective flow and storage of row materials, in-processing inventory, finished goods and related information from point of origin to point of consumption for the purpose of conforming to customer requirements."*

3.2.2 La chaîne logistique

Le développement des sciences de la logistique dans les quatre-vingts dernières années, a entraîné l'apparition et le développement de nouvelles pratiques telles les externalisations et le fractionnement des processus de production. La logistique à l'interne est dorénavant supplantée par le concept de chaîne logistique. La preuve en est que le CLM a changé ces dernières années pour devenir le *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP). Sa définition de la logistique est ainsi passée de celle donnée dans le paragraphe précédent à une définition de la logistique comme étant une partie de la chaîne logistique :

> *"Logistics Management is that part of Supply Chain Management that plans, implements, and controls the efficient, effective forward and reverse flow and storage of goods, services and related information between the point of origin and the point of consumption in order to meet customers' requirements."* (Extrait du site internet du CSCMP, http://www.cscmp.org)

La chaîne logistique est donc l'association de l'ensemble des acteurs intervenant sur le trajet des flux de matières et d'informations, qu'ils soient internes ou externes à l'entreprise. Ainsi l'image de la chaîne avec ses maillons imbriqués les uns dans les autres est ici reprise pour montrer comment l'ensemble des acteurs sont liés les uns aux autres par une activité commune et sont intégrés au sein d'une même entité : « la chaîne logistique ». À partir de cela, le concept de logistique s'est étendu à une gestion des problématiques de logistique sur l'ensemble de la chaîne. Le CSCMP donne alors la définition de la gestion de la chaîne logistique comme étant :

> *"Supply Chain Management encompasses the planning and management of all activities involved in sourcing and procurement, conversion, and all Logistics Management activities. Importantly, it also includes coordination and collaboration with channel partners, which can be suppliers, intermediaries, third-party service providers, and customers. In essence, Supply Chain Management integrates supply and demand management within and across companies."*

Cette gestion étendue sur la totalité de la chaîne logistique a ainsi amené au concept de chaîne logistique intégrée, qui consiste comme son nom l'indique à intégrer l'ensemble des acteurs, y compris les intermédiaires et les tierces parties, dans sa gestion logistique.

3.2.3 Intégration de la chaîne logistique

Au delà du concept de chaîne logistique, les logisticiens ont développé le concept de chaîne logistique intégrée, qui a pour but de piloter l'ensemble des acteurs de la chaîne logistique de manière à maximiser les objectifs sur l'ensemble de celle-ci. Cependant cette gestion étendue demande d'avoir une vision large des influences. Il faut alors prévoir de contrôler les variables logistiques sur plusieurs niveaux distincts.

3.2.3.1 Optimum local, optimum global[11]

Les entreprises ont de nos jours tendance à engager des logiques d'intégration de leur chaîne logistique. L'analyse de ces dernières a en effet montré l'existence d'optimums locaux, antagonistes avec l'objectif d'optimum global.

> *« Des ERP aux logiciels traditionnels de gestion de la logistique (SCM), les outils actuellement utilisés fonctionnent en silo, mais ne permettent d'optimiser la supply chain que d'un point de vue local, parfois au détriment du coût global. Or, seule une prise en compte de la supply chain dans son ensemble, de la demande à l'approvisionnement, permet d'optimiser réellement son efficacité et ses coûts globaux. »*[12]

Un exemple simple permet d'illustrer les inconvénients des optimums locaux (Croucher et al 2000, p. 20). Une entreprise fabricant des jouets en plastiques, empaquette ces derniers dans des boîtes en carton à faces renforcées. Ces faces renforcées n'apportant rien au produit, on décide de les supprimer en visant une baisse du prix de revient.

---

[11] Les termes « local » et « global » se réfèrent aux caractéristiques locales ou globales de l'optimum au sens de l'étendue des problématiques auxquelles il répond vis-à-vis de l'ensemble de la chaîne logistique. Ainsi un optimum local sera obtenu par une réponse optimale aux problématiques d'un unique morceau de la chaîne logistique, alors qu'au contraire un optimum global sera une réponse optimale au problème rassemblant la totalité des problématiques de la chaîne. (Inspiré de la page internet http://www.delospartnership.com/fr/quisommesnous/clients/etudes/Snecma.htm :
« De plus, ce manque de visibilité des besoins des clients, combiné avec le carcan budgétaire, avait pour effet de pousser chaque unité à chercher son optimum local, souvent au détriment de l'optimum global. »)

[12] Source : page internet de la compagnie SAS consacrée à la chaîne logistique : http://www.sas.com/offices/europe/france/software/solutions/sci.html, le 23/02/06

Cependant, en faisant cela on ne prend pas en compte que l'on ne pourra plus empiler les boîtes au moment de l'entreposage et que ainsi le prix va d'une manière globale sur la chaîne logistique, augmenter. On comprend par cet exemple comment des optimums locaux, répondant à une bonne décision dans un cadre limité de la chaîne logistique, peuvent en réalité dégénérer les optimums globaux qui sont recherchés.

3.2.3.2 Niveaux de pilotage

Il est important de comprendre que dans une structure telle une chaîne logistique, il existe plusieurs niveaux. La Figure 3.1 illustre l'exemple de l'entreprise fabricant des objets en plastique évoquée dans la partie « Optimum local, optimum global ».

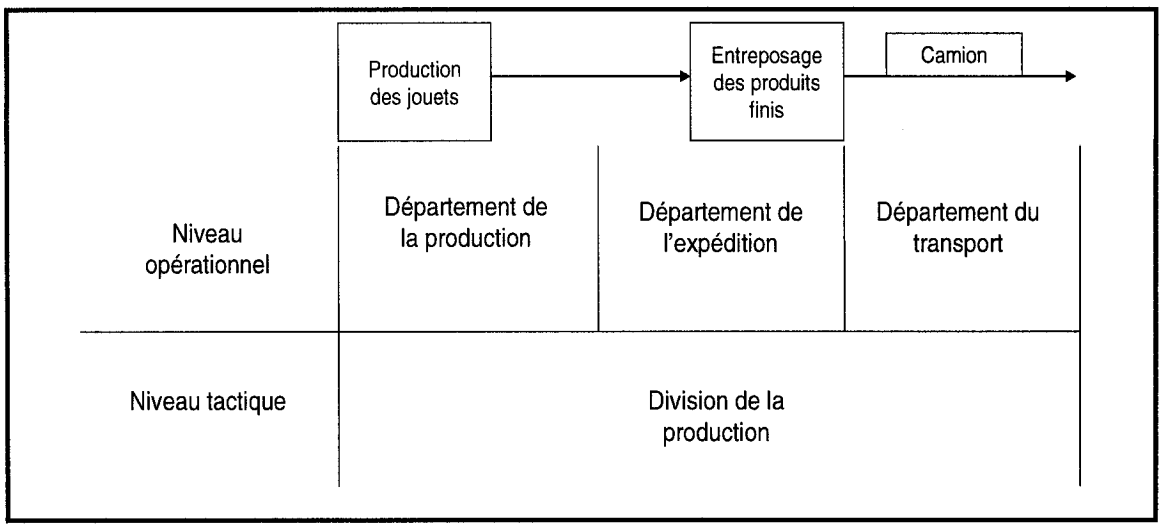


Figure 3.1 - Illustration des niveaux de pilotage d'une chaîne logistique

À la lecture du schéma on comprend bien que la décision de supprimer les faces renforcées des boîtes d'emballage produit un optimum local pour le département de production. Or, en se plaçant au niveau tactique, la division de la production comprend que l'optimum du département de la production est en réalité une gêne pour le département de l'expédition. On constate alors qu'il est de la responsabilité de la division de la production de coordonner les décisions, car sa marge de contrôle comprend les deux départements en compétition d'optimums locaux. On met ainsi en évidence l'importance d'un pilotage à plusieurs niveaux. Chacun de ces niveaux

possèdent ses propres domaines d'actions ; les niveaux supérieurs ont pour but de coordonner les gestions des niveaux inférieurs.

Dans certains ouvrages on peut également trouver un troisième niveau dit « stratégique », qui coordonne le niveau « tactique ». La notion importante à saisir est avant tout celle de la hiérarchisation en niveaux possédant des cloisonnements de plus en plus larges. Le nombre de niveaux à mettre en œuvre est quant à lui discutable. Dans le cadre de ce mémoire il ne sera pas fait de différence entre niveau tactique ou niveau stratégique.[13]

La difficulté non représentée sur la Figure 3.1 est celle de l'externalisation. En effet, la coordination devient dans cette configuration beaucoup plus complexe. Si par exemple le département de transport était externalisé vers une deuxième entreprise, la division de la production perdrait la possibilité de coordonner les contraintes de la production et de l'expédition avec le transport. Ceci reste une des limites de la coordination inter niveaux.

3.2.4 Le *Lean Management*

Le développement du principe de gestion intégrée de la chaîne logistique a vu l'émergence de plusieurs théories et de plusieurs modèles de gestion. La section suivante présente le modèle appelé le « *Lean Management* » qui intéresse actuellement beaucoup d'entreprises. Dans une deuxième sous section il est présenté un modèle de représentation graphique associé au *Lean Management*.

3.2.4.1 Définition

Le concept du *Lean Management*, qui signifie littéralement «Gestion maigre », est de réduire les coûts au plus juste partout où cela n'apporte rien à la production, mais en analysant cet apport avec une vision large, sur l'ensemble du processus de production et de distribution du produit. Ce courant de pensée est né il y a 60 ans dans les usines Toyota. Il consiste à opérer une évaluation constante et scrupuleuse de toutes les opérations de l'entreprise, à tous les niveaux, aussi bien sur le terrain qu'au niveau de la

[13] Dans la partie CHAPITRE 6 : de ce document nous utiliserons le terme « stratégique », plutôt que « tactique », pour désigner le niveau qui coordonne le niveau opérationnel.

direction (Mas 2004). Le but de cette démarche qualité est une recherche drastique et méthodique de toutes les pertes qui peuvent être engendrées dans les activités de l'entreprise. Plus précisément, le but est de produire au plus juste, avec le moins d'entreposage, le moins de délai, et toujours l'objectif de réduire les coûts. Cette logique impose également de travailler avec des partenaires présentant la même logique de gestion de leurs opérations. Ainsi, après avoir appliqué cette logique à l'interne, la suite pour une entreprise est de la faire appliquer à leurs partenaires. On peut alors observer une tendance à réduire le nombre de partenaires et à rechercher des partenariats fortement construits pour œuvrer ensemble vers une meilleure réduction des coûts et une unification du regard de l'utilité des coûts engagés[14]. Dans la même logique, mais en s'attachant à la problématique du risque qui nous intéresse ici, on peut imaginer d'appliquer le même comportement pour les entreprises en activité avec des matières dangereuses. Notamment, la logique de mettre en place un nombre restreint de partenariats forts, avec un partage ouvert des informations critiques telles que celles qui concernent la gestion des risques peut fortement contribuer à une gestion intégrée des risques sur la chaîne logistique. Du reste, on constate qu'un des modules du *Lean Management*, s'appelant *Total Equipement Reliability*, utilise la méthode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) (Burton et Boeder 2003). En réalité FMEA est l'acronyme anglais pour la méthode dénommée Analyse des Modes de Défaillance et de leur Effets (AMDE) qui est évoquée dans la partie « Les outils de maîtrise du risque » de ce document.

3.2.4.2 Le modèle de représentation graphique *Value Stream Mapping* (VSM)

Le VSM est un outil graphique utilisé dans le cadre du *Lean Management*, pour représenter sur le même schéma à la fois les flux de matières et les flux d'informations. La représentation associe également aux différents flux des informations diverses comme la durée des différentes activités représentées, le coût par unité, l'utilisation ou

[14] Ce principe de réduction du nombre de partenaires est notamment illustré par l'exemple du cas de l'entreprise « Niagara » dans l'ouvrage : « Impartition : Fondements et analyses », p. 178-186 (Poitevin 1999, Chapitre 3 (Aubert et al 1999))

non d'outils de gestion intégrée des ressources *Manufacturing Ressource Planning* (MRP), ... Selon Burton et Boeder (2003). Cette représentation présente les avantages suivants :

- Permettre une visualisation des flux physiques et des flux d'informations;
- Fournir un langage commun de communication;
- Rendre apparentes les décisions concernant les flux;
- Mettre en évidence les liens entre les flux d'informations et les flux physiques.

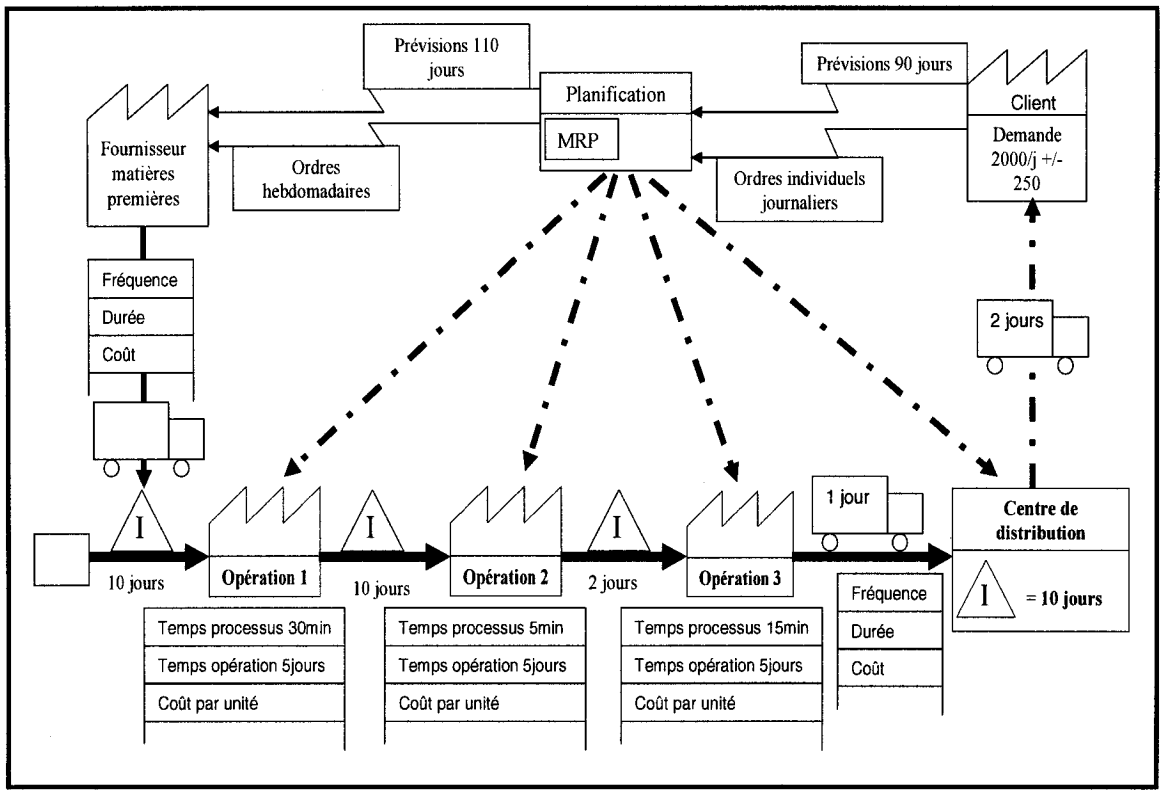


Figure 3.2 - Exemple de représentation VSM[15]

La Figure 3.2 montre comment la représentation VSM combine sur un même dessin une représentation schématique simple, une représentation des flux d'informations, de même qu'une représentation des flux physiques, tout en y associant des valeurs pour certaines

[15] Source : adapté de Burton et Boeder (2003) p 111.

variables importantes. Cette représentation combine ainsi différents avantages qui seront évoqués dans la partie « Typologie des schémas utilisés ».

3.2.5 Représentation graphique de la chaîne logistique

La représentation graphique d'un problème constitue un moyen fort de communication. Cette section présente le résultat d'une revue des différents types de schémas rencontrés dans des ouvrages de logistique divers, spécialisés ou de vulgarisation. La revue a porté sur les schémas utilisés actuellement pour représenter les situations de chaînes logistiques dans des ouvrages traitant de concepts généraux de logistique, de système de gestion de type ERP[16] ou bien même des ouvrages traitant de recherche opérationnelle. La section qui suit présente une typologie de ces différents schémas ainsi que quelques constats concernant leur utilisation, les avantages et inconvénients qu'ils présentent.

3.2.5.1 Typologie des schémas utilisés dans la littérature des chaînes logistiques

Cette typologie comprend cinq types de schéma. On peut déjà faire le constat que selon le type d'ouvrage, initiatique, scientifique, spécialisé ou de communication, les auteurs semblaient avoir leurs préférences pour un type de schéma particulier. Toutefois, ceci ne limite pas les ouvrages à l'utilisation d'un unique type de schéma.

Il est ainsi possible de classifier les schémas utilisés dans les ouvrages avec les cinq types suivants :

- Schéma de communication;
- Schéma générique de représentation;
- Schéma d'étude de cas;
- Schéma de stratégie;
- Schéma d'optimisation.

[16] *Entreprise Ressource Planning*

Ci-après est détaillé plus précisément chaque type de schéma avec des exemples d'applications graphiques. Pour certains de ces types, il est également proposé des subdivisions en sous types dans les cas où cela a semblé pertinent de le faire.

Schémas de communication

Ce type de schéma est en réalité la réponse à un besoin spécifique d'exposition des concepts et de transmission de savoir par l'utilisation d'une technique de communication graphique facile à comprendre. L'utilisation d'image le rend très ergonomique à la lecture et non réservé aux publics spécialisés. On retrouve beaucoup de schémas de ce type suivant deux voies d'utilisation différentes. En effet, les ouvrages plutôt généralistes et visant à une simple initiation à certains concepts utilisent principalement ce type de schéma. Ceci n'empêche pas pour autant de retrouver ce type de schéma dans les ouvrages plus spécialisés, voire très techniques. Dans ce cas, ils sont souvent utilisés en début d'ouvrages, ou de chapitres, en vue de poser les bases de concepts nouveaux.

Ceci amène donc à détailler ce type en deux sous-types. Le premier sous-type de schéma porte la marque de la communication très générale et à très large public, avec un aspect graphique extrêmement simplifié et attractif à l'œil des plus néophytes. Cependant, ceci s'opère au détriment de précisions techniques. Le deuxième sous-type quant à lui est plus tourné vers une exposition de concepts d'une manière simplifiée et plus concise que la description littéraire, sans pour autant entrer dans le cadre du « volontairement attractif au néophyte ».

Exemples :

Trois exemples de ce type de schéma sont ici présentés pour bien comprendre la diversité des schémas regroupés dans cette catégorie.

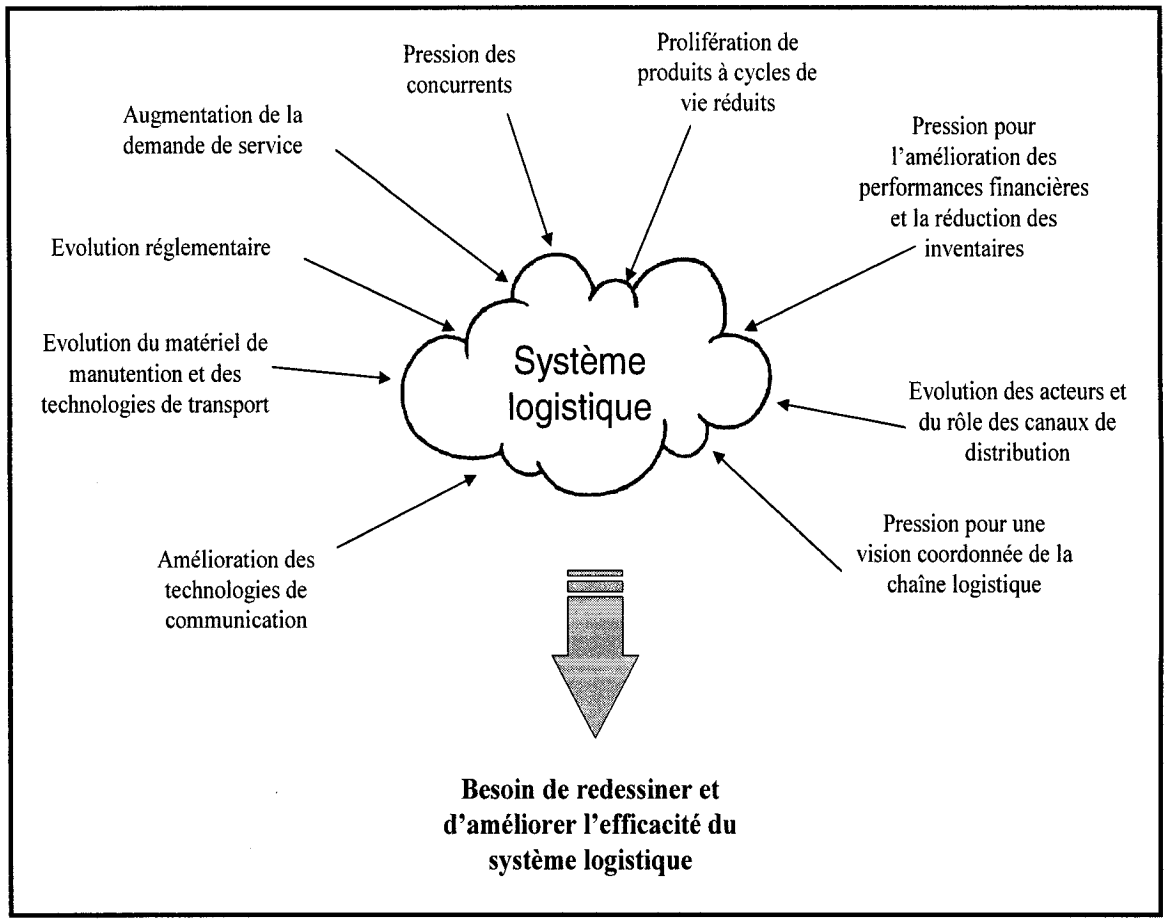


Figure 3.3 - Exemple de schéma de communication (représentation de la problématique de la logistique)[17]

La Figure 3.3 représente les pressions influençant le système logistique et le poussant à sa redéfinition.

[17] Source : Adapté de Croucher et al. (2000), p.84, figure 6.1 (traduction libre).

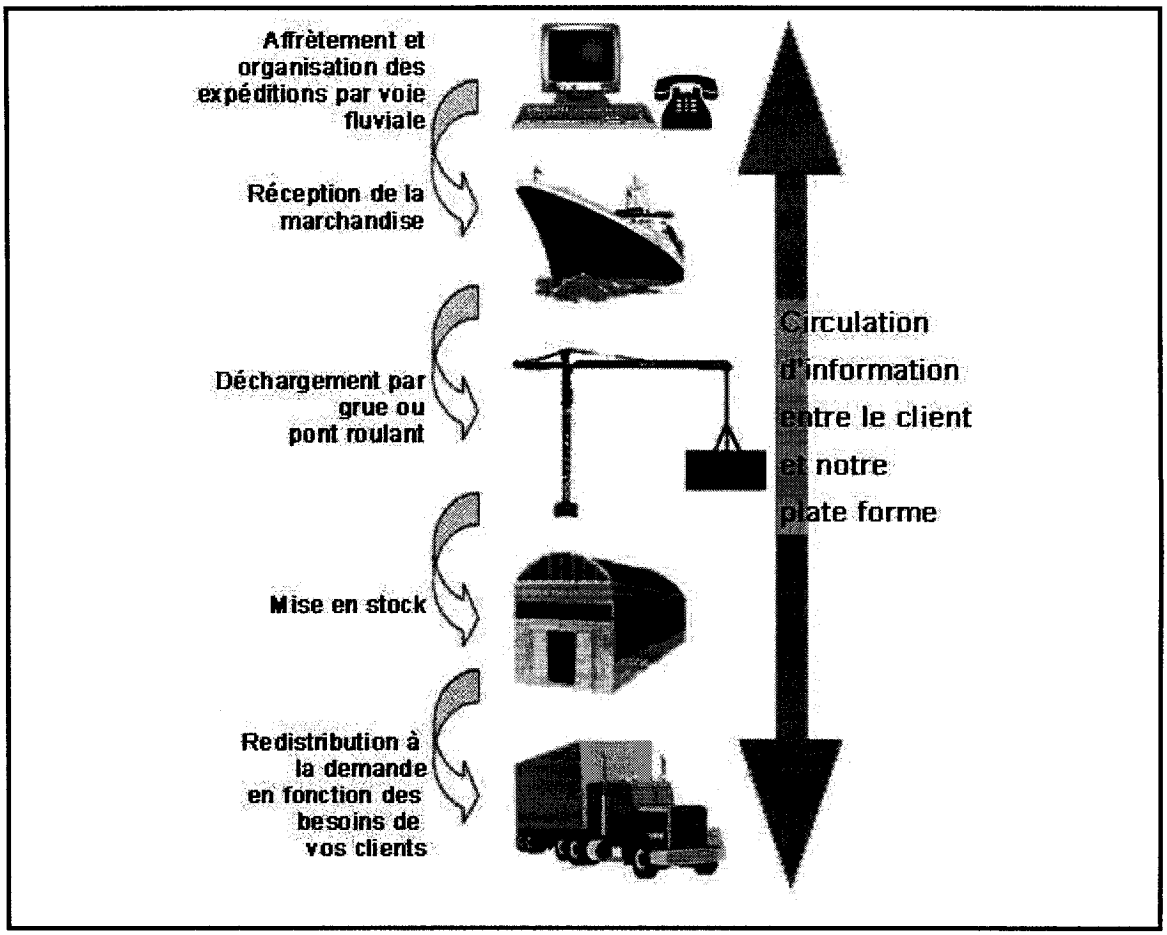


Figure 3.4 – Exemple de schéma de communication (représentation imagée d'une chaîne logistique)[18]

La Figure 3.4 donne une illustration d'une chaîne logistique telle qu'elle est classiquement perçue. On constate sur ce schéma l'utilisation des dessins. Ces derniers, bien que n'apportant que très peu de précisions supplémentaires sur le plan technique, servent à imager la représentation pour en faciliter l'assimilation.

[18] Source : Extrait du site internet de Logistique MAGasinage MANutention : http://www.lomag-man.org/.

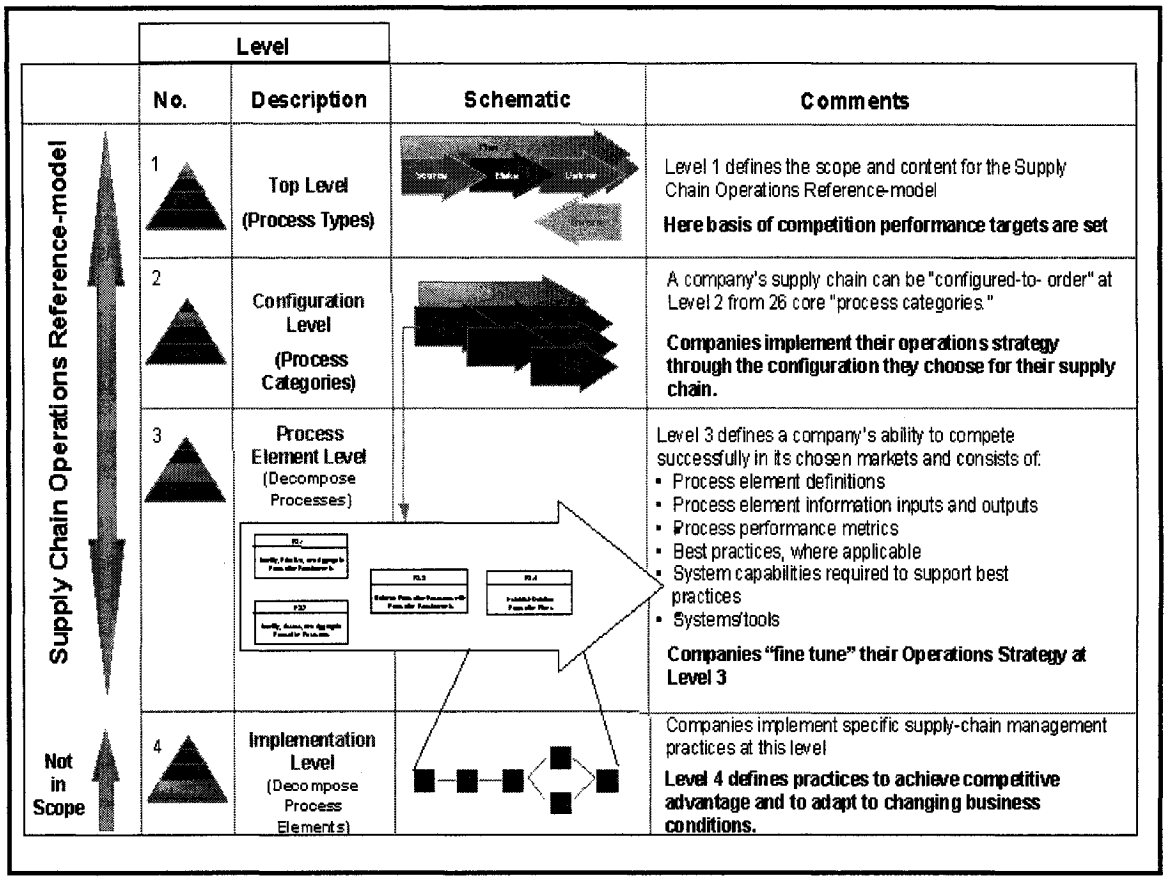


Figure 3.5 - Exemple de schéma de communication (représentation du modèle SCOR)[19]

La Figure 3.5, qui est une représentation du modèle SCOR (une des modélisations existantes d'une chaîne logistique), a l'avantage de montrer comment l'utilisation de dessins (les flèches), en montrant les liens entre eux (imbrications des flèches) et en les replaçant dans un tableau avec des commentaires, peut permettre de réaliser un schéma de communication qui tend à devenir un schéma beaucoup plus scientifique. On se rapproche alors d'un schéma de type « générique de représentation ».

Schémas génériques de représentation

Venant à la suite du deuxième sous-type de schéma exposé dans la partie précédente, ce type de schéma comme son nom l'indique a pour but la représentation d'une situation de

---

[19] Source : Extrait du site internet de l'entreprise iCognitive : http://www.icognitive.com/english/scor/

logistique, sans pour autant qu'il s'agisse de représenter un cas particulier comme on peut notamment être amené à la faire dans une étude de cas. Ce type de schéma se trouve aisément dans les ouvrages d'explication de démarches logistiques, que ce soit de la logistique intégrée ou de la logistique classique. Sa structure « générique » permet une utilisation large et surtout simplifie la représentation graphique par un allègement du schéma. Les noms génériques attribués aux différents blocs leur permettent de grouper en un seul élément une réalité plus complexe où se côtoient plusieurs entités du même type. Leurs facteurs d'utilisation sont souvent liés à cette caractéristique. C'est-à-dire qu'ils représentent par leur aspect générique une situation complexe ; mais ils se trouvent en réalité dans une situation où règne une forte convergence entre les types d'entités à représenter, ce qui permet de les regrouper en une liste réduite d'entités génériques à représenter.

Exemple :

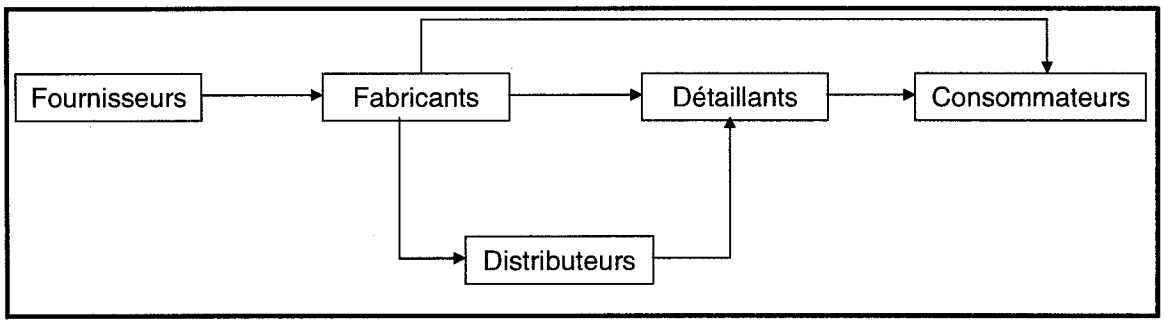


Figure 3.6 - Exemple de représentation d'une chaîne logistique par un schéma générique de représentation[20]

Cet exemple montre la particularité du type « schéma de représentation générique ». Il correspond à la transition entre un schéma de communication, en supprimant les insertions d'images inutiles, et un schéma d'étude de cas qui décrit les entités représentées de manière exhaustive. En effet, on constate ici que tous les noms d'acteurs sont au pluriel et que l'on ne représente l'ensemble des acteurs physiques qui existent en réalité, que sous forme de paquets « opaques ».

[20] Source : Adapté de Ptak et Schragenheim (2003), p.408 Figure 20.1 (traduction libre).

Schémas d'étude de cas

Là encore on poursuit le zoom vers une communication non obligatoirement plus technique, mais plus précise dans le détail. Ce type de schéma n'intervient que lorsque que les contours du problème à étudier ont été strictement définis (le cas d'étude), et surtout quand il a été accepté qu'à l'intérieur de ces contours, les entités peuvent par leurs nombres être représentées d'une manière assez exhaustive et rester assimilables par le lecteur et graphiquement lisibles. Ce type de schéma est souvent la suite d'un schéma de type représentation générique. Dans ce cas, il est question d'exploser les blocs génériques en autant d'entités réelles qu'ils représentent dans le cas étudié. Ainsi, on peut représenter une entreprise centrale avec des blocs représentant ses fournisseurs de premier niveau, alors que précédemment on regroupait ces derniers dans une unique boîte désignée de manière générique par « fournisseurs ».

Exemple :

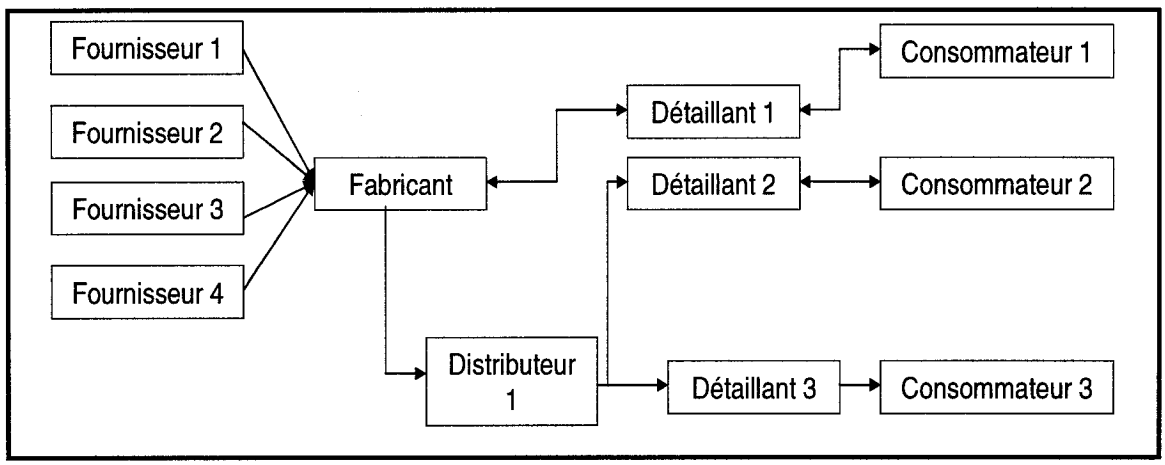


Figure 3.7 - Représentation d'une chaîne logistique amont et aval d'un fabricant par un schéma d'étude de cas

Ce schéma inspiré de l'exemple de la partie « schéma générique de représentation » (Figure 3.6) montre les différences existantes entre ces deux types. En effet, on voit sur la Figure 3.7 que cette fois-ci les acteurs sont détaillés et représentés chacun par une entité propre possédant des liens spécifiques avec les autres acteurs.

Schémas de stratégie

Ce type de schéma diffère complètement de ceux présentés dans les parties précédentes. Cette différence tient au fait qu'il ne s'agit pas ici de représenter une situation qui est actuellement en place, mais bien au contraire, il s'agit de représenter une ou des situations qui peuvent êtres mises en place. L'utilisation de ce type de schéma est restreinte à deux cas. D'une part, on les retrouve dans les ouvrages traitant spécifiquement de stratégies logistiques, d'autre part on les retrouve dans les parties dédiées aux stratégies des ouvrages plus classiques et plus généralistes. Deux sous-types de schémas stratégiques peuvent être discernés. Le premier sous-type que l'on désignera par « multi graphiques concaténés », consiste en la réalisation de plusieurs graphiques distincts représentant les différentes stratégies envisageables, que l'on met côte à côte afin de faire apparaître sur un seul et même schéma les différentes stratégies à départager. Le deuxième sous type, que l'on peut caractériser de « mixte générique » est en réalité la représentation des différents chemins stratégiques pouvant être empruntés, en les représentant de manière générique sur une seule et même structure qui compose le schéma de stratégie. Il est difficile de dégager des conditions particulières d'utilisation d'un sous-type plutôt qu'un autre. En réalité, la structure générique du deuxième contrebalance la structure conceptuelle du premier. Ainsi, la précision des regroupements des entités réelles dans des entités génériques correspondra à la même démarche de changement des niveaux de précisions dans les blocs des « multi graphiques concaténés », comme cela se passe dans le type de schéma de « représentation générique ». L'utilisation d'un sous-type plutôt qu'un autre semble principalement tenir au confort de lecture que certains lecteurs ont à comparer plusieurs schémas séparés, alors que d'autres préfèrent visualiser les différents chemins possibles par eux-mêmes quand ceux-ci sont regroupés sur un seul et même schéma.

Exemple :

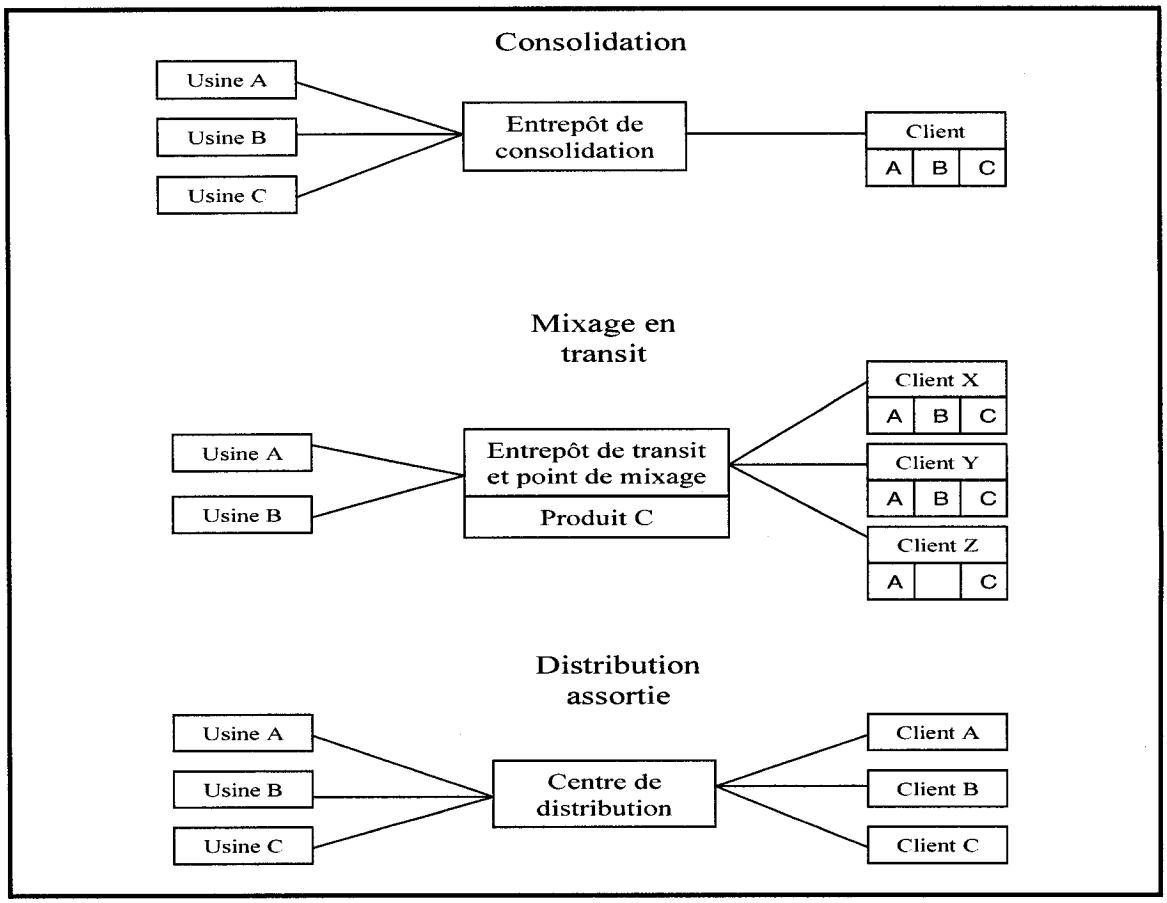


Figure 3.8 - Exemple de schéma de stratégie de type "multi graphiques concaténés"[21]

Schéma stratégique « multi graphiques » des possibilités d'organisation de la chaîne logistique

Sur la Figure 3.8 on peut voir sur un unique schéma les différentes possibilités qui sont offertes pour structurer la chaîne logistique. On constate que le but est ici de mettre côte à côte des schémas représentant des solutions logistiques possibles afin de pouvoir les comparer et en choisir une parmi elles.

[21] Source : Adapté de Bowersox et Closs (1996), p.393 Figure 13-1 (traduction libre).

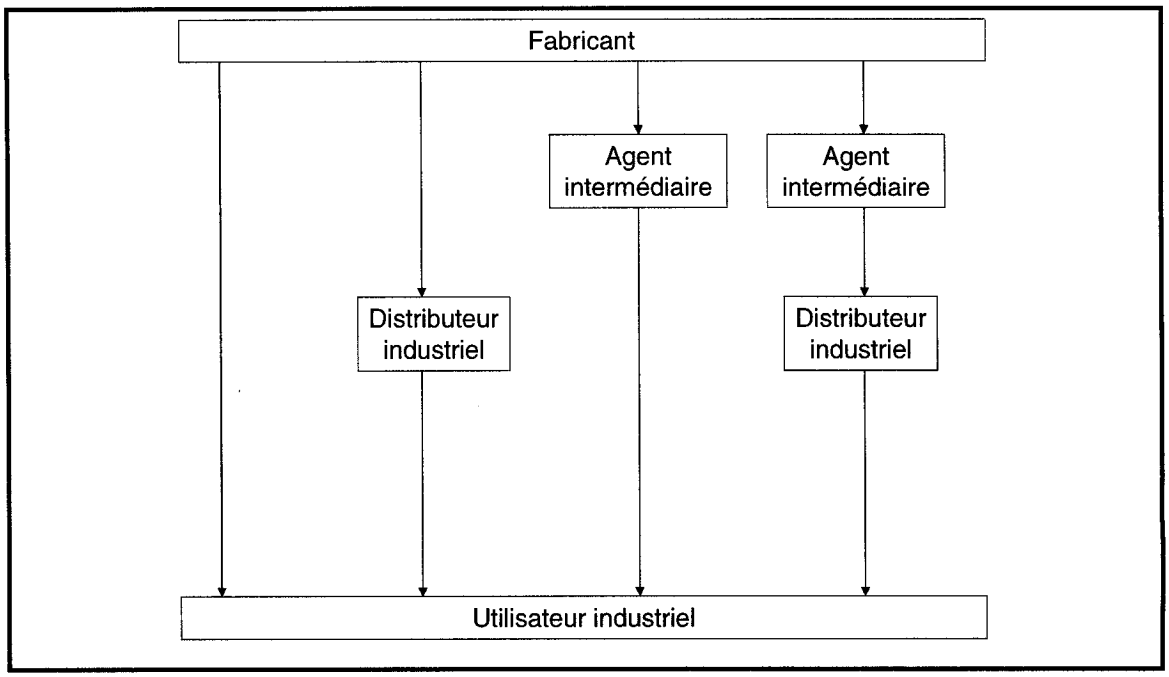


Figure 3.9 - Exemple de schéma de stratégie de type "mixte générique"[22]

Schéma stratégique « mixte générique » représentant la structure des acteurs intermédiaires dans la chaîne de distribution.

Schémas d'optimisation

Ce type de schéma se rapportant souvent à un regard stratégique du problème logistique posé diffère toutefois du type précédent par l'introduction d'informations plus précises. Bien que ces dernières puissent encore parfois rester dans le domaine subjectif, on constate souvent une scientifisation de ces schémas par l'apport de données exclusivement quantitatives, notamment dans le domaine de la recherche opérationnelle souvent associé à la logistique. La différence entre le type de schéma dit stratégique et le type de schéma dit d'optimisation, réside essentiellement dans cet apport d'informations. Ainsi, les schémas d'optimisation nécessitent souvent d'avoir déjà un retour d'expérience pour en analyser les informations et les transmettre dans le schéma sous forme de données.

[22] Source : Adapté de Samii (2004), p.64 Figure 3.1b.

Exemple :

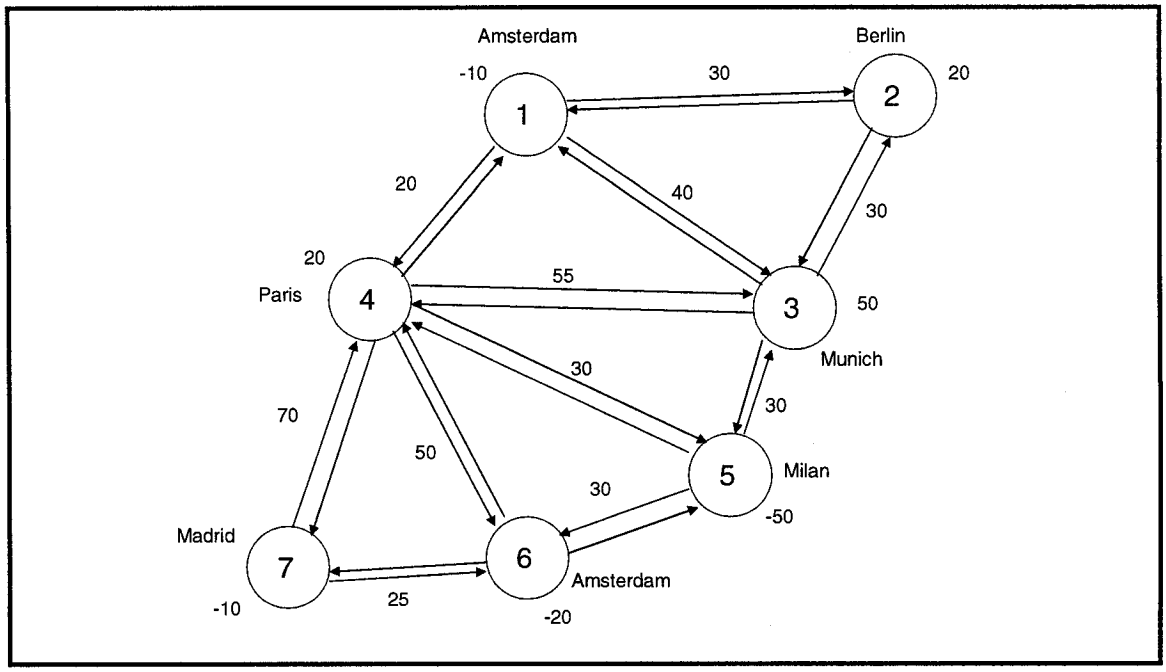


Figure 3.10 - Exemple de schéma d'optimisation[23]

Schéma d'un modèle d'optimisation d'allocation de containeurs vides en Europe

La Figure 3.10 montre comment des attributs sont associés aux objets graphiques. Dans ce cas, cela est fait par concaténation d'une valeur aux objets. Il est à noter que dans ce cas classique de recherche opérationnelle, les attributs sont des valeurs quantitatives chiffrées. Cependant, dans certains cas, les attributs pourront être beaucoup plus qualitatifs et qualifier par exemple une situation d'influence difficilement quantifiable.

3.2.5.2 L'utilisation de ces schémas

La nature des objets graphiques utilisés

Mis à part les schémas de type schémas de communication, où la structure graphique se démarque nettement pour une recherche de « l'esthétisme communicatif », les autres types de schéma sont dans leurs grandes majorités composés d'éléments blocs et flèches. Ces objets de représentation semblent bien adaptés à la représentation des

[23] Source : Adapté de Ghiani et al. (2003), p.213 Figure 6.10.

problématiques de logistique, qui est par définition la gestion des différents flux intervenant dans les activités d'une entreprise. Aussi peut-on noter qu'il semble être une norme tacite mais non moins acceptée par tous, de représenter dans des blocs les éléments comme des acteurs ou des lieux de la chaîne logistique, et de faire porter aux objets flèches la charge de représenter les mouvements de marchandises ou bien d'autres concepts non matériels tels que des informations ou des ordres.

Transmission d'informations à travers les schémas

Dans le domaine de la logistique, les schémas tels que ceux évoqués plus haut, sont très couramment utilisés pour représenter la progression des marchandises. D'autres schémas sont utilisés notamment dans le domaine de l'implantation et de l'élaboration de sites d'entreposage ou de production. Cependant ils ne sont pas traités ici, le but de cette étude étant précisément de ne pas se focaliser sur l'aspect entreposage de la chaîne logistique. On constate également que les schémas utilisés sont souvent aptes à représenter graphiquement la progression d'un flux, mais il est rarement associé des attributs aux différents objets graphiques. En effet, le schéma est souvent là pour donner une image graphiquement assimilable des flux, mais il ne transmet que très rarement des informations sur le statu même de l'objet graphique observable. On constate toutefois une différence dans le domaine des schémas de type « Optimisation », qui par leur finalité propre requièrent cette association d'attributs aux objets représentés. Ces attributs sont certaines fois regroupés dans un tableau lié au schéma. Cela a pour but de transmettre un grand nombre de valeurs d'attributs sans pour autant trop alourdir le schéma. Un dernier constat est le fait que bien que les mouvements de marchandises ou d'informations soient représentés graphiquement, il est rare de voir sur un même schéma les différents niveaux qui existent dans une entreprise et notamment comment se font les liens entre les entreprises au sein d'une chaîne logistique. Il est également rare de voir sur un même schéma les acteurs intermédiaires par lesquels la matière ne passe pas physiquement.

On peut également constater que le modèle VSM présenté à la partie « Le modèle de représentation graphique Value Stream Mapping (VSM) » a su tirer profit de différents avantages de chacun des types de schéma présenté précédemment combinant une représentation de type « étude de cas », en y faisant apparaître des valeurs d'attributs et en y insérant même quelques pictogrammes.

3.3 La gestion des risques

Il est ici question d'aborder le dernier grand aspect de cette étude en faisant état des outils couramment utilisés dans le domaine de la gestion des risques.

Le risque est inhérent à l'humain. Il concerne à fortiori ses activités et encore plus particulièrement quand il s'agit d'activités reconnues comme dangereuses ou liées à des substances dangereuses comme cela est fréquent dans le domaine de l'industrie. La littérature sur le sujet permet de bien comprendre que le risque est partout. Elle reflète toute l'hétérogénéité des activités industrielles que l'homme pratique. La littérature s'aventure tout de même à faire ressortir une typologie des risques, de même qu'elle associe des outils à chaque type.

3.3.1 La conceptualisation du risque

Bien que le risque est une notion souvent trivialement acceptable, dans certains cas son étude méthodique a obligée à le conceptualiser. La section suivante explicite tout d'abord la définition du concept de risque, puis présente différentes conceptualisations du risque suivant le domaine dans lequel il est étudié.

3.3.1.1 Définition du risque

Il est difficile de trouver une définition du risque de manière générale. En effet, le risque étant directement lié à quasiment toutes les activités de la vie. La définition du risque reste liée à sa définition personnelle d'une situation sécuritaire, c'est-à-dire son niveau de risque minimum. Ceci est le problème de toute évaluation subjective du risque qui ramène chaque évaluateur à sa propre définition. D'une manière plus technique on peut trouver des définitions telles que celle donnée par la norme ISO/CEI 73 : « Combinaison

de la probabilité d'un évènement et de ses conséquences ». Cette définition d'association d'une probabilité d'occurrence à un évènement redouté, ainsi que de la prise en compte des dommages potentiels envisageables conséquemment à cet évènement semble assez couramment acceptée. Cependant, de la même manière que chacun possède sa propre définition du risque en ayant sa propre définition d'une situation sécuritaire, chacun décline également sa définition du risque suivant le milieu dans lequel il y est confronté. C'est ainsi que l'on définit différents types de risques.

3.3.1.2 Les types de risques

Afin de s'y retrouver dans l'étendue du concept de risque, la littérature classifie différents types de risques en fonction des caractéristiques de la menace qu'ils présentent. Bernard et al. (2004, p16-28) détaillent six types de risques :

- Financiers / Économiques;
- D'impartition / de contrat;
- De gestion de projets;
- Environnementaux;
- De santé et de sécurité;
- De sécurité industrielle[24].

Il est à noter que bien que l'on puisse effectuer cette division, il est courant de retrouver dans chaque type des subdivisions qui rappellent la diversité des six domaines évoqués ci-dessus. Ainsi, une gestion des risques vis-à-vis de la sécurité industrielle amènera le problème de la sécurité des travailleurs, se rapprochant du type santé et sécurité ; de l'atteinte à l'environnement et des risques financiers pour l'entreprise. Alors il n'est pas rare que ces six domaines s'entrecroisent et leur exclusion réside souvent d'un choix de focalisation de la part des gestionnaires de risques (voir partie « 5.2 Liens contractuels entre les acteurs de la chaîne logistique »). Il est également important de noter que la

[24] Il faut différencier la sécurité liée à des évènements accidentels, de la sûreté lié à de la malveillance et des menaces volontaires.

particularité de la gestion des risques sur une chaîne logistique de matières dangereuses réside dans le fait que les six types de risques sont toujours présents, influant l'un sur l'autre, alors que dans le cas de matières non dangereuses cette imbrication est moins complexe (souvent le risque environnemental ne sera pas en question) et les liens qu'il existe entre les différents types de risques sont beaucoup moins forts (du fait que les conséquences d'un accident sont alors moins importantes).

3.3.1.3 Modèle générique du risque

Malgré la diversité des domaines abordés par la gestion des risques et la classification des risques par type, on peut voir émerger une volonté de conceptualiser le risque autour d'un modèle générique pour favoriser une meilleure intégration de la gestion du risque (Barki et al. 1993). Cela permet aussi d'opérer une gestion efficace alors même que des risques de plusieurs types sont présents sur la même zone à étudier (cet avantage du modèle générique du risque est notamment utilisé dans la partie « 5.3 Modèle de risque adapté à la structure de chaîne logistique »). En effet, un exemple simple permet de comprendre que lors d'une catastrophe consécutive à un accident dans une entreprise, tous les domaines, industriel, que humain, que sanitaire, qu'environnemental peuvent être simultanément touchés.

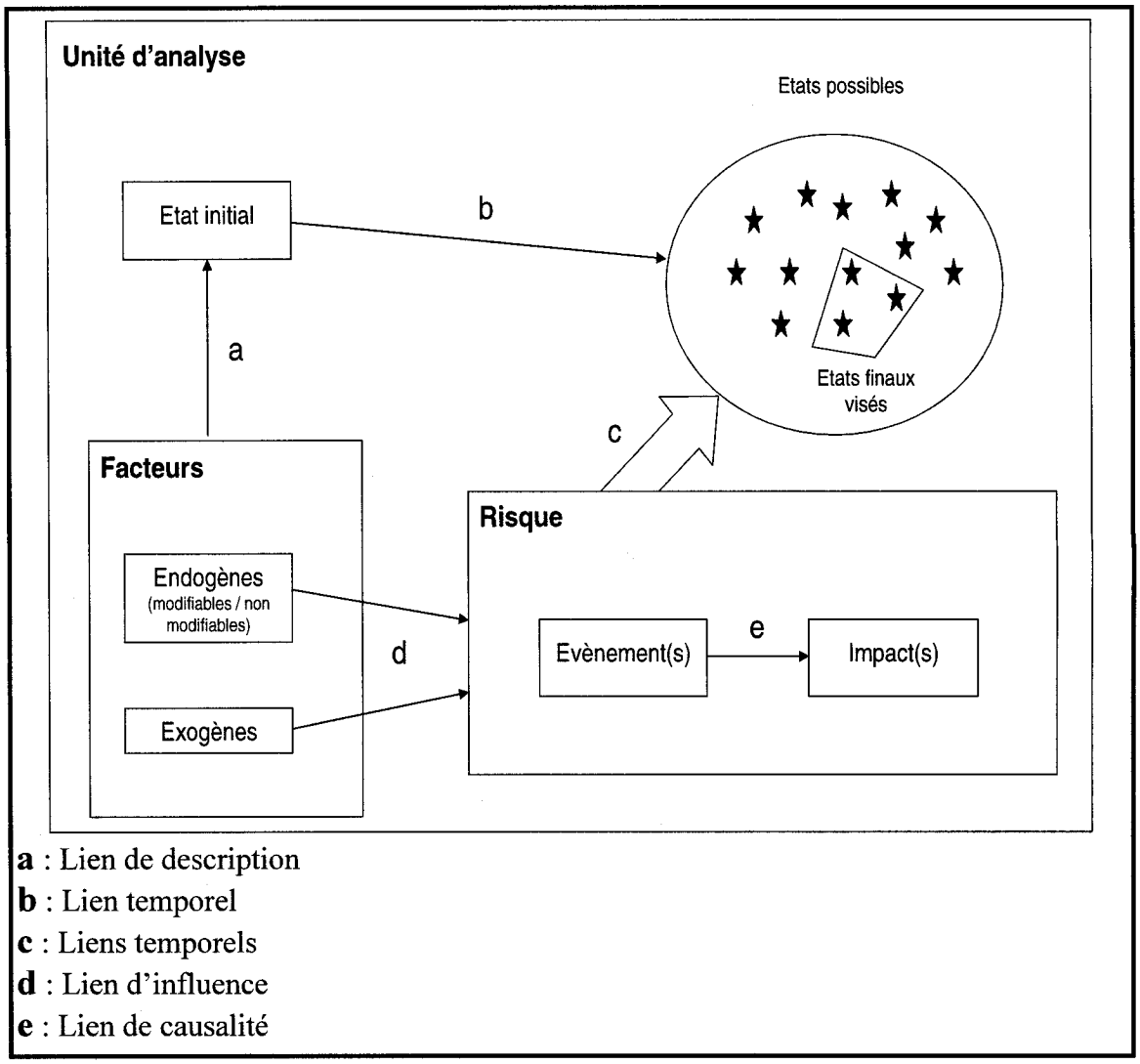


Figure 3.11 - Représentation du modèle générique de risque[25]

Le schéma du modèle générique du risque montre comment à l'intérieur du périmètre du système en question (unité d'analyse), un certain nombre de facteurs, qu'ils soient endogènes ou exogènes, amènent la situation, par l'intermédiaire d'un évènement, à se déplacer d'un état initial vers un état final. Le principe de la gestion des risques est de viser parmi l'ensemble des états finaux possibles, ceux qui semblent être les plus acceptables et alors de tenter d'agir sur les facteurs de risques de manière à viser les états finaux souhaités (Bernard et al. 2004).

[25] Source : Adapté de Bernard et al (2004), p. 32.

3.3.1.4 Le risque industriel

Modèle du risque industriel

Aubert et Bernard (2004) proposent également une adaptation de leur modèle générique du risque pour le domaine de la sécurité industrielle[26], notamment par le modèle du risque industriel majeur présenté Figure 3.12.

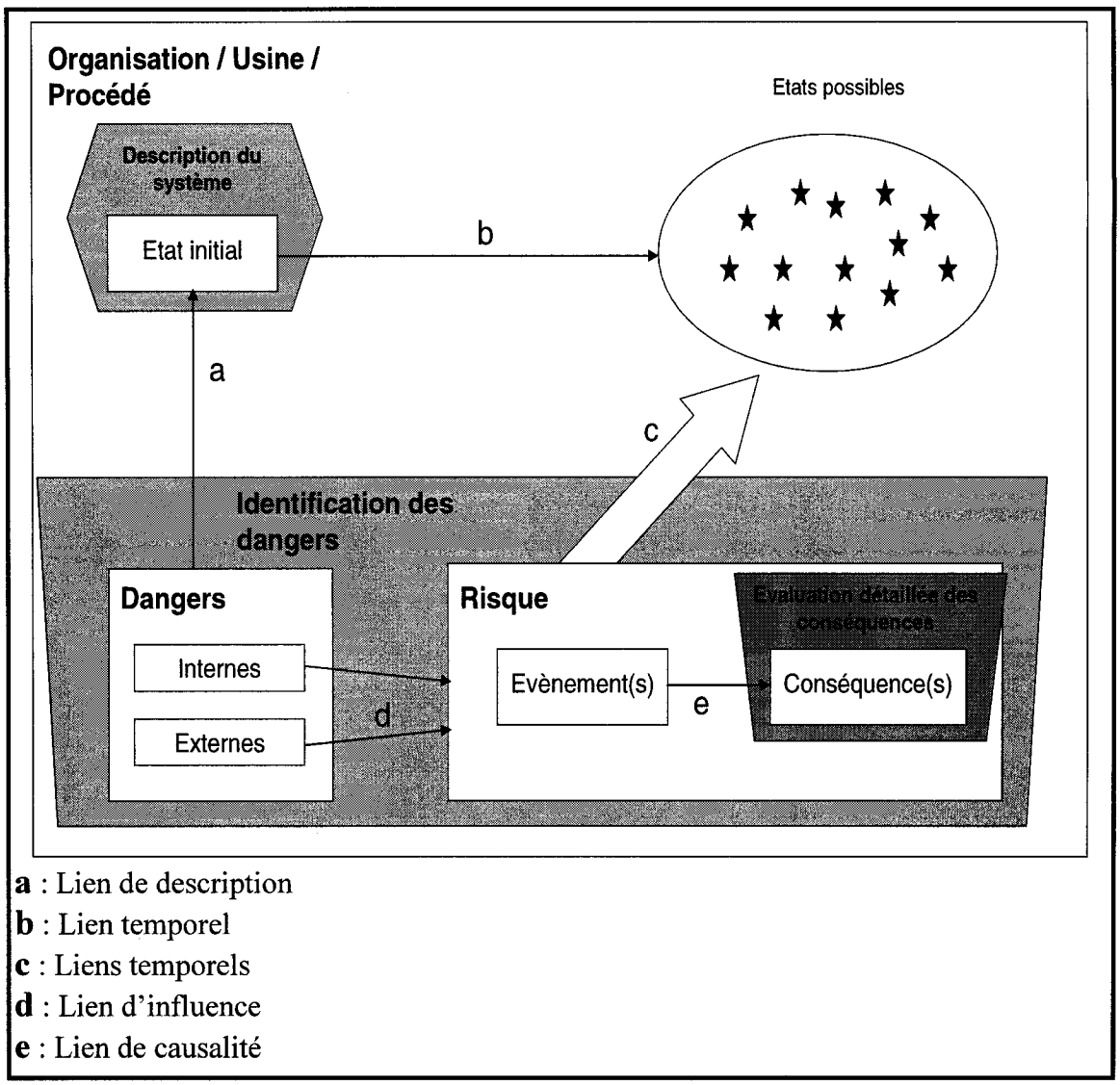


Figure 3.12 - Représentation du modèle de risque industriel majeur[27]

[26] Ici et dans le cadre de l'ensemble de l'étude, le terme sécurité fait référence à la notion d'évènements accidentels. La notion de sûreté qui prend en compte les évènements résultants d'actes de malveillance de la part d'acteurs extérieurs est ici exclue de la définition de sécurité industrielle.

Les concepts utilisés dans le modèle spécifique aux risques industriels majeurs sont les mêmes que dans le modèle générique, Figure 3.11, mais ils portent une déclinaison propre au domaine industriel ; ainsi par exemple l'unité d'analyse devient une usine ou un procédé (De Marcellis-Warin et al. 2004).

Nature des risques industriels

Dans ce domaine, les risques sont liés intrinsèquement à la nature des activités industrielles en question. Les origines des risques industriels peuvent être liées à une matière, à un procédé ou bien à des équipements utilisés dans le cadre des activités industrielles d'une entreprise. Cette source peut également provenir d'un facteur humain ou bien d'autres facteurs externes à l'entreprise, tels que des facteurs climatiques, inondations, feux de forêts, malveillance, ...

On ne peut toutefois établir des différences sur l'objet des conséquences liées aux risques en question. En effet, comme il a déjà été précisé plus haut, on peut différencier plusieurs domaines de conséquences des risques industriels. L'ILO (1993) définit dans sa convention N°174, l'accident industriel majeur comme un évènement pouvant avoir un impact sur :

- Les travailleurs;
- L'environnement de l'entreprise (naturel et humain).

Les faits montrent quant à eux que l'accident industriel majeur a également des conséquences sur :

- Les équipements de l'entreprise;
- Les activités économiques de l'entreprise.

La gestion des risques par les autorités de l'entreprise peut alors se concentrer de manière indépendante sur l'un ou l'autre de ces quatre domaines de conséquences. On

---

[27] Source : Adapté de De Marcellis-Warin et al (2004), p. 168. Le terme « Majeur » évoque le caractère important de l'accident, pour se dissocier d'accidents simples amenant uniquement à des blessures légères et individuelles (mal de dos, coupure à un doigt, ...).

constate que réglementairement les autorités gouvernementales s'attachent essentiellement à obliger les entreprises à une gestion des risques sur la sécurité des travailleurs, ainsi que sur la protection de l'environnement de l'entreprise, laissant plus de liberté sur les deux autres points. Ce contrôle réglementaire représente une contrainte importante pour les entreprises de la chaîne, notamment, comme il est montré dans la partie « LE CADRE RÉGLEMENTAIRE : « UNE CONTRAINTE FORTE DE LA LOGISTIQUE DES MATIÈRES DANGEREUSES » », du fait du grand nombre de lois qui exercent ce contrôle.

Comme le montre la définition de l'ILO, la littérature s'intéresse souvent à la notion d'accident industriel majeur. Dans la suite de cette étude il n'est pas pris en compte la distinction en accident industriel « normal » et accident industriel « majeur ». Cependant le but de cette étude étant de s'attacher particulièrement à la spécificité des matières dangereuses, il est fait la distinction entre accident industriel simple et accident industriel lié aux matières dangereuses ou bien générant des conséquences liées à la nature particulière des matières dangereuses.

3.3.1.5 Le risque contractuel

De la même manière que le modèle de risque générique est décliné pour s'adapter au domaine des risques industriels, Bourdeau et al. (2004) donnent une adaptation au cas des risques contractuels.

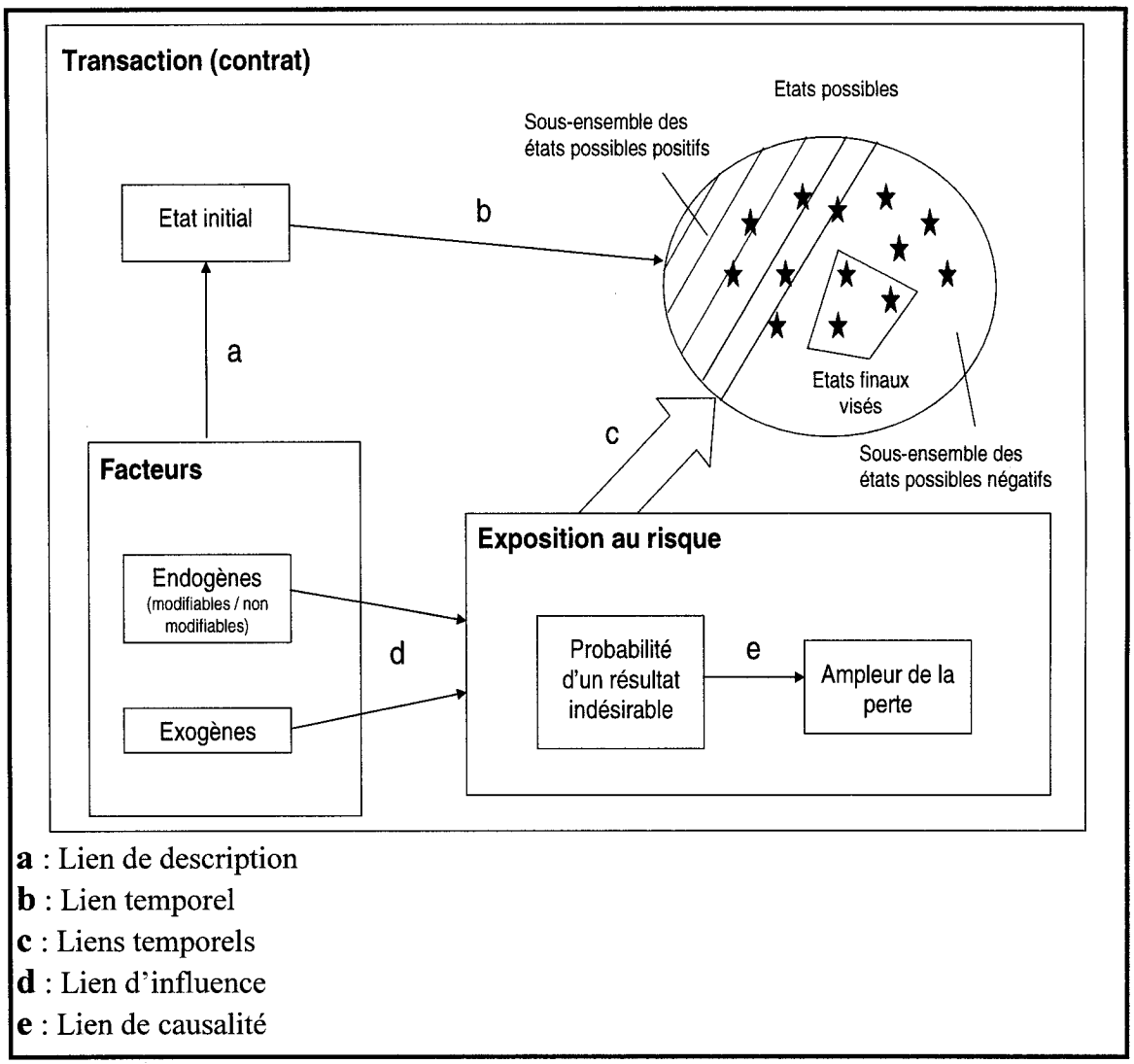


Figure 3.13 - Représentation du modèle de risque contractuel[28]

Contrairement au cas des risques industriels, les conséquences des risques contractuels concernent principalement les activités économiques de l'entreprise.

3.3.1.6 La différence entre maîtrise, traitement et gestion des risques

Dans une grande partie de la littérature consacrée à ce domaine, les termes de gestion des risques, traitement des risques et maîtrise des risques sont très souvent considérés comme faisant référence à des pratiques quasi semblables (Bernard et al. 2004, p. 15).

[28] Source : Adapté de Bourdeau et al. (2004), p. 141.

Pourtant, il est possible d'opérer une scission entre ces trois concepts en se référant à la distinction que fait le *Risk Management AS/NZS 4360 : 1999, Standards Association of Australia*, (1999).

Nous définirons alors la maîtrise des risques par :

L'utilisation d'outils et/ou de procédures visant à réduire de manière concrète la menace d'un risque, aussi bien par la réduction de la probabilité de son occurrence que par la réduction de ses conséquences en cas de réalisation de l'évènement accidentel. La maîtrise des risques comprend donc une partie d'analyse des risques et une partie d'application de mesures de lutte contre les risques.

De même nous définirons le traitement des risques par :

La démarche d'opérer un contrôle sur sa vulnérabilité face aux risques, en décidant de mettre en œuvre des outils et des procédures de maîtrise des risques. Cette partie comprend donc l'élaboration théorique de mesures de lutte contre le risque à prendre suite aux informations résultantes des analyses de risques, et surtout les décisions de mise en œuvre de ces outils.

Finalement nous définirons la gestion des risques comme le processus s'attachant au contrôle des risques, que ce soit dans le cadre de la maîtrise des risques, aussi bien que dans celui du traitement des risques, tels qu'ils sont définis précédemment.

3.3.1.7 Les différents types d'approche du risque

Les différentes approches de la gestion des risques sont orientées suivant deux variables. L'une caractérise la manière dont on aborde le risque en tant que tel, et le jugement que l'on porte sur la nature du concept par lequel on le matérialise (Cooper et Schindler 2000). Ainsi on peut approcher la gestion des risques de manière probabiliste, ou bien déterministe.

Probabiliste : dans cette approche on associe une probabilité d'occurrence à l'évènement redouté, et on étudie uniquement les évènements redoutés associés à une probabilité d'occurrence supérieure à celle considérée comme acceptable (IRMa).

Déterministe : dans cette approche tous les scénarios sont pris en compte d'une manière exhaustive, sans qu'une probabilité d'occurrence leur soit associée. Cela revient à caractériser la menace par rapport aux impacts de l'évènement, sans la pondérer par une probabilité d'apparition (IRMa).

La deuxième variable concerne l'approche que l'on a de la mesure du risque. Ainsi, on peut mesurer le risque de manière quantitative ou qualitative. La première approche attribue des valeurs facilement comparables entre elles à chacun des niveaux de risques. On constate notamment l'émergence d'un certain nombre d'indices numériques mis au point dans différentes méthodes. Chacun de ces indices est propre à caractériser numériquement une vulnérabilité d'un type particulier de risque dans un contexte spécifique répondant à une méthodologie de calcul de l'indice et au respect des hypothèses du modèle. Cela ressert considérablement le domaine d'utilisation de ces évaluations, mais offre l'avantage de pouvoir facilement comparer ces indices entre eux. Deuxièmement, l'approche qualitative tente de redonner de la flexibilité et de prendre en compte l'aspect subjectif qu'il existe bien souvent dans l'évaluation du risque. Cela permet souvent de prendre en compte le facteur humain qui représente une source importante de nombreux risques (Desroches et al. 2003).On passe alors par des qualificatifs plus libres d'interprétation tels que : risques élevés, modérés, conséquences faibles, étendues, ... On constate également dans certains modèles l'apparition d'évaluations semi quantitatives, tentant ainsi de profiter des avantages de l'aspect quantitatif, tout en évitant les hypothèses hyper restrictives qui engendrent parfois des faiblesses pour évaluer les parties plus subjectives du risque. L'une des plus répandues de ces méthodes est la méthode dite des couches de protection (*Layer Of Protection Analysis* (LOPA)), développée par la DOW Company (Center for Chemical Process Safety (CCPS) 2001).

3.3.2 Les outils de maîtrise du risque industriel

Suite à la formalisation du concept de risque, les gestionnaires de risques ont mis au point un certains nombres d'outils pour évaluer et maîtriser le risque. La section suivante

présente tout d'abord des outils généraux de maîtrise des risques, puis dans un second temps explicite quelques modèles de risque qui ont été mis au point pour tenter de maîtriser celui-ci plus spécifiquement sur les parties transport et entreposage.

3.3.2.1 Analyses de risques industriels

Dans leur article « Review of 62 risks analysis methodologies of industrial plants », paru dans le *Journal of Loss Prevention in the process industries*, Tixier et al. donnent le nombre de 62 méthodes d'analyse de risques, uniquement dans le domaine du risque industriel. Ce nombre élevé de méthodes différentes est en réalité le reflet des combinaisons qu'il existe aussi bien sur l'identification des sources de risques que sur la manière de les traiter. Ainsi, hormis la considération des sources de risques, Tixier et al. classifient les méthodes en quatre types d'analyse de risque prenant place dans la matrice (déterministe, probabiliste)x(quantitative, qualitative) (Tixier et al. 2002).

Parmi ces 62 méthodes, sept se démarquent particulièrement et constituent une base modulaire de la « boîte à outils » des analyses des risques classiquement appliquées dans le domaine de la gestion des risques industriels. Ces sept méthodes sont les suivantes (Bernuchon et Salvi 2003) :

- Analyse Préliminaire des Risques (APR);
- Analyse de Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité (AMDE, AMDEC);
- Méthode *HAZard and OPerability* (HAZOP);
- Méthode « What If »;
- Arbre de causes;
- Arbre d'évènements;
- Méthode du nœud papillon.

Parmi les 62 méthodes recensées par Tixier et al. un certain nombre s'inspire directement des principes d'analyse mis en œuvre dans les sept méthodes listées précédemment.

On peut noter également qu'un huitième outil, la liste de vérification (*check list*), reste très utilisée bien qu'étant très basique.

Le cadre de cette étude étant principalement le traitement des risques, il n'est pas ici détaillé l'application des différentes méthodes.

3.3.2.2 Modèles pour la maîtrise des risques en transport

Une grande partie des modèles de maîtrise des risques en transport est constituée actuellement par les modèles de type « risque par segments de route ». Le but de ces modèles est de composer un itinéraire optimal vis-à-vis d'un critère imposé. Ces modèles attribuent à des segments de route des degrés de risque. Puis par des algorithmes de recherche opérationnelle il s'agit de trouver l'itinéraire pour lequel la somme des degrés de risque sur tous les segments empruntés est minimum.

Tableau 3.2 – Lise de différents modèles de prise en compte du risque en transport

Approche	Critère du modèle
Risque Traditionnel	$RT(P) = \sum_{i \in P} p_i C_i$
Exposition de la Population	$EP(P) = \sum_{i \in P} E_i$
Probabilité d'Incident	$PI(P) = \sum_{i \in P} p_i$
Risque Perçu	$RP(P) = \sum_{i \in P} p_i (C_i)^q$
Risque Conditionnel	$RC(P) = \frac{\sum_{i \in P} p_i C_i}{\sum_{i \in P} p_i}$

Avec :
C_i : Densité de population sur le segment
E_i : Exposition au risque généré de la population sur le segment
p_i : Probabilité d'occurrence d'accident sur le segment
q : paramètre de correction pour l'aversion que le public a pour les risques à faible probabilité et fortes conséquences par rapport aux risques à forte probabilité et faibles conséquences.

Le Tableau 3.2 récapitule différents modèles de prise en compte du risque pour le transport que l'on peut trouver dans la littérature. Malheureusement, les critères des modèles restent très souvent basés sur le couple de variables : probabilité d'occurrence, densité de population (Erkut 1996 ; Covello et Merkhofer 1993). On constate également parfois le couplage de ces modèles avec des outils de type Système d'Information Géographique (SIG). Même si ce dernier n'est pas principalement destiné à la gestion du risque, on peut citer l'exemple du modèle STAN (*Stratégic Transportation ANalysis*) développé par Crainic et al. (1990), appuyant son analyse de solutions sur un scénario de base et cherchant à modifier ce premier trajet par combinaison d'itinéraires compris dans sa base de données. La particularité de ce modèle est notamment de prendre en compte à la fois le réseau, mais également la demande, le coût de transport, la possibilité d'associer plusieurs modes de transport et la prise en compte simultanée de plusieurs matières.

Un autre type de modèle utilisé sont les modèles à scénarios. Il s'agit ici de calculer les conséquences qui sont engendrées en cas d'accident sur des points critiques d'un itinéraire. Verma et Verter (2004) donne un exemple d'application de ce type de modèle par utilisation du logiciel ALOHA (*Aerial Locations of Hazardous Atmospheres*) dans le domaine du transport ferroviaire. Dans ce cas, le but est de calculer à.partir de données physiques, une répartition de la concentration autour du lieu d'accident des matières mises en cause. Connaissant les concentrations, ainsi que leurs effets on peut évaluer l'impact potentiel d'un accident sur l'environnement biologique et humain du lieu d'accident. Cependant, ces types de modèles n'ont que très peu de caractère prédictif en stratégie. Ils se contentent d'évaluer une stratégie possible.

3.3.2.3 Modèles pour la maîtrise des risques en entreposage

En matière de maîtrise des risques sur site fixe, c'est-à-dire dans les cas d'entreposages ou d'usines de production, les modèles utilisés sont principalement du type modèle à scénarios déjà évoqués dans le paragraphe précédent. Ils sont notamment préconisés par le guide du CRAIM (2002), avec l'utilisation de scénarios normalisés et l'étude supplémentaire de scénarios alternatifs[29]. Le Tableau 3.3 donne les principaux logiciels utilisés pour établir les zones affectées suite à un accident selon le contexte.

[29] Les scénarios normalisés considèrent la pire situation accidentelle qu'il soit possible d'imaginer en prenant en compte les pires paramètres possibles, alors que les scénarios alternatifs tiennent comptes des situations accidentelles les plus probables, ainsi que des mesures de protection mises en œuvre.

Tableau 3.3 - Principaux logiciels servant aux modèles à scénario[30]

Nom du modèle	Domaine d'application
ISC3	Modèle de dispersion pour les gaz légers
DEGADIS	Modèle de dispersion pour les gaz denses
ALOHA	Modèle d'estimation des conséquences pour les effets toxiques
PHAST	Modèle d'estimation des conséquences (effets toxiques, incendies et explosions)
FRED	Modèle d'estimation des conséquences (incendies et explosions)
SAFETY	Modèle d'estimation du risque

3.3.3 Les outils de traitement et de gestion des risques industriels

Dans cette section, il est question des outils évoqués dans la littérature pour la gestion des risques. Il faut comprendre par là les outils autres que les outils d'analyses de risques abordées dans la section précédente, c'est-à-dire les outils concernant le traitement des risques, ainsi que les outils se rapportant à la gestion des risques mais n'étant pas classifiés entre traitement ou analyse de risques.

3.3.3.1 Présentation du Système de Management de la Sécurité (SMS)[31]

Il s'agit en réalité d'un nom générique destiné à nommer toute structure ayant pour but la gestion de la sécurité d'un système, en intégrant diverses composantes complémentaires apportant chacune soit des sources d'informations, soit des mesures de réduction du risque, soit de la communication. On retrouve ainsi à travers le monde un grand nombre de SMS différents, chacun ayant ses spécificités. En effet, selon le type de risque, le contexte d'apparition du risque, le contexte de traitement du risque, chaque autorité de gestion des risques adapte son SMS. On constate également que le développement des SMS concorde avec le développement des systèmes de gestion intégrée de la qualité tels que ISO 14001 (1996) ou ISO 9001 (2000) et partage avec ces systèmes de qualité un grand nombre de points communs (Cameron et Raman 2005, p. 427). On peut citer comme exemples de SMS le modèle du CCPS (Center for Chemical

[30] Source : Robert (2006).

[31] En France ont trouve également l'appellation Système de Gestion de la Sécurité (SGS). En anglais SMS se traduit par Safety Management System.

Process Safety), publié en 1989 (CCPS 1989) et possédant une structure proche du modèle de qualité de la norme ISO 9001 (2000), ou bien le modèle OSHA PSM du *US Ocupational Safety and Health Administration* (OSHA) (OSHA 1992). En Europe la directive Seveso II propose également son propre modèle de management de la sécurité (Conseil de l'Union Européenne 1996).

3.3.3.2 Les outils du SMS

La plupart des systèmes de management de la sécurité comportent un nombre assez semblable de composantes (le système CCPS 1989 est divisé en 12 sections, le système OSHA PSM en 17)

La Figure 3.14 donne une représentation possible d'un système de management de la sécurité.

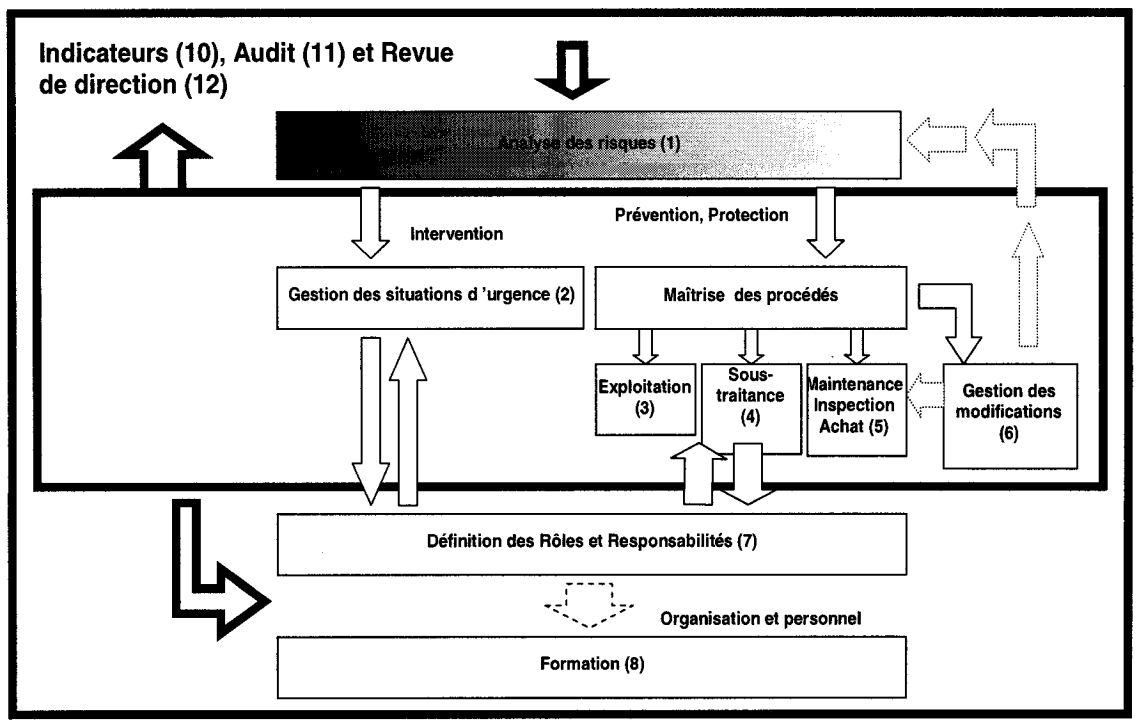


Figure 3.14 - Représentation d'un système de management de la sécurité (SMS)[32]

[32] Source : Lecoze J.-C., Présentation aux journées MOSAR, Grenoble, Avril 2002, autorisation d'utilisation voir annexe 2.

On constate d'une part que le système suit une dynamique et oblige à une boucle de rétroaction pour répondre aux exigences de gestion continuelle des risques. D'autre part, on constate que le système opère aussi bien une intégration horizontale de l'activité de l'entreprise par la prise en compte des diverses activités telles que l'exploitation et la sous-traitance, mais opère également une intégration verticale, en redistribuant la gestion des risques à différents niveaux de l'entreprise (revue de direction, exploitation, formation, ...).

La représentation de la Figure 3.14 est en réalité l'intégration des différents outils utilisés classiquement dans la gestion de la sécurité, notamment le bloc analyse des risques, qui fait référence aux outils déjà évoqués dans la partie « Les outils de maîtrise du risque ». Le schéma complète cette maîtrise des risques par les blocs formation et maîtrise des procédés. Il est à noter que le bloc « gestion des situations d'urgences » est hors du cadre de ce travail, mais constitue le lien entre la gestion du risque ante et post déclenchement de l'accident. Le schéma fait également figurer des outils concernant plus le traitement du risque avec notamment les blocs « Gestion des modifications », « Définition des rôles et responsabilités » et « Revue de direction ». La partie retour d'expérience est en réalité le lien qui permet de faire remonter les informations nécessaires de la partie opérationnelle à la partie décisionnelle du système de management de la sécurité. Ainsi, le fonctionnement du système est le suivant : les analyses de risque et le retour d'expérience fournissent les informations sources de la prise de décision qui est opérée au niveau de la direction. Dans un second temps, les décisions amèneront en retour sur la partie opérationnelle des mesures aussi bien correctives que préventives de manière à réduire soit les sources, soit les conséquences potentielles des risques.

3.3.4 La gestion autonome des risques

Comme il est vu dans la partie « LE CADRE RÉGLEMENTAIRE : « UNE CONTRAINTE FORTE DE LA LOGISTIQUE DES MATIÈRES DANGEREUSES »», les autorités aussi bien locales, que nationales, ainsi qu'internationales tentent de

réglementer les pratiques à risques de manière à réduire le nombre et la gravité des accidents. Cette volonté à un contrôle réglementaire est d'autant plus forte dans le domaine des activités liées aux matières dangereuses comme le montre le grand nombre de lois en application au Québec. Cependant des études telles que celles de Burns[33] (1991), qui ont mis en évidence à travers des diagrammes d'influences l'ampleur de l'impact sociétale suite aux conséquences d'un accident causé par une entreprise, amènent les entreprises à prendre en main d'une manière plus proactive leur gestion des risques. On peut distinguer deux types de gestion autonome du risque, l'une étant encadrée par la réglementation telle la pratique réglementaire des « *Cas de Sécurité* » anglais (*Safety Cases*), l'autre étant à l'initiative propre des entreprises, telle que la mise en œuvre des *Safety and Quality Assessment System* (SQAS).

3.3.4.1 Les « Cas de Sécurité »

Ce principe réglementaire est apparu en Angleterre dans le début des années quatre-vingt-dix pour réglementer le domaine des plateformes pétrolières. Ils représentent une évolution importante de la réglementation dans le domaine de la gestion des risques. En effet il s'agit dans ce cas de s'appuyer sur les compétences de l'entreprise à gérer ses risques. Plutôt que d'imposer un cadre réglementaire stricte pour l'exercice des activités et la gestion des risques liés à celles-ci, les « Cas de Sécurité » donnent des obligations de résultat. Il déplace le devoir de la preuve de la sécurité d'une activité vers le générateur de risques. Ils obligent les entreprises à prouver que les dangers potentiels engendrés par leurs activités ont bien été identifiés, et que suite à cela les mesures de sécurités efficaces ont bien été prises pour assurer la sécurité des personnes. En plus de cette justification de conformité ils obligent les entreprises à faire que cette conformité doit être contrôlable par audit. Un autre avantage de ce principe de gestion autonome des risques, est qu'il renvoie l'entreprise sur la prise en compte des coûts compte tenu de l'avantage coûts/bénéfices des mesures de sécurité prises. Même si cette prise en compte

[33] Burns a notamment mis en évidence l'externalisation des conséquences d'un accident. Bien plus que des conséquences matérielles et humaines directement perceptibles à l'interne de l'entreprise, il met en évidence le lien médiatique qui va faire sortir les conséquences et multiplier l'ampleur de celles-ci par un impact sur la société.

amène à beaucoup de discussion de ce qui est un bénéfice face à un coût, ce principe d'autorégulation amène au moins le lien entre l'aspect technique et l'aspect économique de la gestion du risque. Les « Cas de Sécurité » représentent donc un pas vers la prise en compte des risques par les entreprises d'une manière autonome, tout en restant dans un cadre réglementaire. (Lassagne et Munier 2003, Munier 2003b)

3.3.4.2 Les SQAS

Au-delà de la gestion réglementaire des risques, le milieu industriel laisse apparaître de nombreux exemples de prise en compte autonome du risque par les entreprises. Ces initiatives sont certes souvent poussées par l'aspect réglementaire, ou bien par la pression du public en cas d'accident, elles ont toutefois le mérite de tenter de réduire les risques sur des initiatives propres aux entreprises. C'est par exemple le cas de l'Association Canadienne de Fabricants de Produits Chimiques (ACFCP) avec son programme TrasnCAER[34] d'assistance mutuelle pour l'intervention sur l'étendue du territoire canadien entre les membres de l'association en cas d'accident. Du coté européen on trouve des initiatives telles que celle du Conseil Européen des Fédérations de l'Industrie Chimique (CEFIC) avec ses SQAS. Ce conseil a établi des questionnaires destinés à évaluer la sécurité des industriels de la chimie. Il a également mis en place des programmes de formation pour accréditer des inspecteurs aptes à auditer les entreprises par la procédure des SQAS. Il existe sept questionnaires SQAS [35]différents pour couvrir les différents types d'activités de transport par les différents modes, d'entreposage de produits chimiques, ou encore de coordination d'une chaîne logistique de transport de produits chimiques. D'une manière générale ces sept questionnaires possèdent une architecture de base commune structurée sur huit thèmes principaux :

- Politique et gestion : mise en place de politiques générales de l'entreprise concernant la gestion des risques ; adaptation des principes de gestion à l'aspect

[34] Voir les positions de l'ACFPC sur le programme TransCAER : http://www.ccpa.ca/french/position/transport/content.html.
[35] Le site internet http://www.pharox.net/pls/portal30/sqas.al_sqas_entry.show regroupe des versions en ligne des questionnaires SQAS

sécurité ; prise en compte dans les politiques de recrutement de l'aspect sécurité ; présence d'une culture du risque dans l'entreprise ; référencement d'un historique d'évènements et de résultats d'analyses de risques ; comportement de la direction vis-à-vis du domaine du risque.

- Sécurité : prise en compte de la sécurité de manière générale dans les procédures et instructions d'exploitation ; présence d'équipements individuels pour la sécurité des personnes ; procédure, personnel de permanence et équipements pour répondre aux situations d'urgences.
- Santé : diffusion d'informations sur la dangerosité des produits manipulés ; étiquetage des produits ; existence de programme de formation des employés à la manipulation de matières dangereuses.
- Environnement : respect de la réglementation sur l'élimination des déchets dangereux ; mise en place d'un programme de minimisation des déchets ; enregistrement des déchets éliminés ; contrôle des déversements et des émissions.
- Équipement : respect de la réglementation dans le domaine des matériels ; maintenance du matériel ; caractéristiques spécifiques des équipements pour les matières chimiques ; correction des défauts des équipements ; contrôles périodiques du matériel.
- Planification et Opérations : relations avec les clients et les partenaires (définition des responsabilités, adoption de procédures communes) ; planification de l'exploitation ; gestion des commandes ; politique de sous-traitance, prise en compte de la sécurité dans les procédures opérationnelles (points précis reliés au type d'activité, exemple : procédure de lavage de citerne, contrôle du véhicule avant de prendre la route, entreposages temporaires de la marchandise au cours d'une transport).

- Sûreté : formation du personnel à la sûreté, sûreté du site (clôture, contrôle des entrées-sorties), sûreté durant le transport.
- Site : inspection générale du site lors de l'audit.

Les questionnaires comportent en moyenne entre 15 et 25 pages, avec des questions adaptées à chaque activité, mais se rattachant à un des huit thèmes précédemment cités. Une partie est également laissée pour les commentaires de l'auditeur de manière à compléter certains points difficiles à inclure dans les questions, ou bien pour retranscrire une impression générale de l'auditeur sur l'entreprise auditée. A l'issu de l'audit l'entreprise auditée se voit attribuée une note évaluant le niveau des mesures de sécurité mise en œuvre par cette dernière vis à vis des risques qu'elle génère. On voit ici l'exemple d'une initiative hors du cadre réglementaire de gestion autonome des risques, où l'entreprise est contrainte de gérer ses risques d'elle même, non plus sous la pression de l'acteur étatique, mais sous la pression de ses propres confrères et concurrents du même domaine d'activité. Ces derniers la poussent ainsi à une gestion autonome des ses risques si elle veut pouvoir survivre au milieu d'eux.

3.4 Conclusion : « Les spécificités de la logistique des matières dangereuses »

Comme le montrent les parties précédentes, le domaine du risque, de la logistique et des matières considérées comme dangereuses sont trois domaines qui pris de manière indépendante représentent à chacun une grosse brique excessivement complexe. La logistique des matières dangereuses qui tente de faire interagir ces trois domaines en devient dès lors très particulière. Ses spécificités sont évidemment dues au caractère dangereux des marchandises qui composent les flux à gérer de ces chaînes logistiques. Le transport et l'entreposage de telles matières représentent des zones de concentration de risques telle que la logique de gestion d'une chaîne logistique classique y est complètement changée. Là où en logistique classique le paramètre principal à optimiser est le seul paramètre de coût, la gestion des chaînes logistiques de matières dangereuses doit prendre en compte les trois facteurs suivants (Dinia 2000) :

- Risque imposé aux individus;
- Distribution spatiale du risque;
- Coûts.

Ainsi, il est d'autant plus difficile par rapport à la logistique classique de déterminer des décisions stratégiques optimisant au mieux la combinaison des trois variables cités ci-dessus.

D'autre part, dans une société où les médias ont pris une importance considérable, les liens caractérisés par Burns (1991) entre les conséquences physiques des accidents, la couverture médiatique qui leur est dédiée, ainsi que la perception et la réaction du public face à ces accidents, prennent toute leur importance. Les coûts en termes de réparation d'accident et de dévaluation de l'image d'une entreprise représentent pour celle-ci un point crucial (Dinia 2000). Il devient alors d'autant plus important de bien prendre en considération l'ensemble des trois facteurs, sans en privilégier un en particulier. Or, là où l'optimisation du simple facteur coût reste en logistique classique une problématique de tous les jours, la logistique des matières dangereuses se voit obligée de cumuler les complexités.

CHAPITRE 4 : LE CADRE RÉGLEMENTAIRE : « UNE CONTRAINTE FORTE DE LA LOGISTIQUE DES MATIÈRES DANGEREUSES »

Il aurait paru difficile de poursuivre une étude sur l'intégration de la gestion des risques liés aux chaînes logistiques de matières dangereuses sans d'abord en étudier le contexte réglementaire. La partie qui suit donne tout d'abord un bref historique de l'évolution réglementaire environnant la notion de matières dangereuses durant les 30 dernières années au Canada. Par la suite, elle tente d'établir la situation réglementaire actuelle vis-à-vis de la manipulation, du transport et de l'entreposage des matières dangereuses en listant les lois actuellement en vigueur sur le territoire du Québec se rapportant à une ou plusieurs de ces trois activités L'exhaustivité de cette liste reste relative à la date de fin de sa composition (Octobre 2005) et également aux simplifications qui ont été amenées pour la présentation dans le cadre de ce document. En effet, en addition aux lois, il existe de nombreux règlements qui ne sont pas tous cités explicitement dans ce document. Cependant, les liens internet associés à chaque loi renvoient parfois aux textes des règlements non cités, là encore dans la limite de la persistance des pages internet concernées après la date de rédaction de ce document. Une dernière sous partie propose une synthèse de l'ensemble de ces lois par un schéma structurel de cette réglementation.

4.1 Historique de la réglementation canadienne

La première étude poussée sur l'état de la réglementation concernant les matières dangereuses est une étude intergouvernementale lancée en 1972, qui conclut qu'à la date de la présente étude, la réglementation des matières dangereuses, aussi bien dans le domaine du transport que de l'entreposage, se fait par un trop grand nombre de lois, mal coordonnées entre elles et qui omettent de s'occuper de beaucoup d'aspects de risques générés par ces matières. C'est ainsi qu'en 1973, le Ministère canadien des Transports décide de prendre des mesures sérieuses pour remédier à cela. En 1975 est créé le secrétariat des matières dangereuses chargé de rédiger des projets de règlements

concernant les matières dangereuses. Par la suite, il se verra également renforcé en effectif pour l'élargissement de ses missions. En 1978, le projet de loi C-53 est formulé. En 1979, est créé CANUTEC, le centre canadien des situations d'urgences en matière de transport. C'est en 1980 qu'une loi est votée avec comme but d'augmenter la sécurité du public en matière de transport de matières dangereuses. En 1984 est voté le règlement sur les ordres, puis en 1985 le règlement sur les inspecteurs. Tous deux seront révoqués à la fin de l'année 1985 par la mise en place d'un règlement régissant le transport des matières dangereuse par route. En 1989, ce règlement est modifié pour prendre en compte le transport de matières dangereuses par rail (Ghali, 1990). Il faudra attendre 1992 pour la mise en application d'un règlement général réglementant les transports de matières dangereuses par la route, le rail, la mer et l'air. Parallèlement à cela, le Ministère de l'Environnement mettait en place en 1984 la Liste Intérieure des Substances (LIS) et la Liste des Substances d'Intérêt Prioritaire (LSIP), permettant de recenser et de catégoriser l'ensemble des substances connues et d'établir une liste des matières à caractère dangereux. Puis en 1988, la loi C-74, « Loi canadienne sur la protection de l'environnement » est votée. Elle sera remplacée en l'an 2000 par la « Loi canadienne sur la protection de l'environnement, 1999.[36]

4.2 Lois fédérales

La partie qui suit tente de lister de manière synthétique les lois en application au niveau des autorités fédérales du Canada et se rapportant à la manipulation, le transport ou l'entreposage de matières classifiées comme dangereuses au niveau international, nationale ou même au niveau de la loi en question. A chaque loi est associée une fiche caractéristique donnant les références de la loi, ainsi que le nom du règlement associé. Mais également pour chaque loi est associée une description succincte donnant ses grandes lignes directrices.

[36] Source : http://www.nb.lung.ca/cepa/francais/examendelalcpe.htm, consulté le 30 novembre 2005

4.2.1 Loi de 1992 sur le TMD

Tableau 4.1 - Caractéristiques de la loi fédérale de 1992 sur le TMD

Référence officielle	L.C. 1992, ch. 34, DORS/2001-286
Nom anglais de la loi	*Transportation of Dangerous Goods Act, 1992 (1992, c. 34)*
Ministère de tutelle	Ministère des Transports du Canada
Règlement associé	Règlement fédéral sur le transport des matières dangereuses
Texte de la loi	http://lois.justice.gc.ca/fr/T-19.01/110323.html
Texte du règlement	http://lois.justice.gc.ca/fr/t-19.01/dors-2001-286/180329.html

Description :

Cette loi avec son règlement attaché régit l'ensemble du transport, depuis la sortie de la zone d'expédition (chargement inclus) jusqu'à l'entrée en zone de réception du destinataire (déchargement inclus) pour l'ensemble du Canada. Elle prend également en charge, sous certaines conditions, l'ensemble des infrastructures de transit (plateformes multimodales, gare de triages, ...). Elle précise la classification des matières dangereuses adoptées pour le transport, ainsi que l'ensemble des règles qui régit ce transport en ce qui concerne la formation des conducteurs, les documents de transports obligatoires, les signalisations obligatoires, les différenciations de règles suivant le type de contenant et les quantités, ainsi que toutes les exceptions et exemptions aux cas généraux.

Le premier objectif de la réglementation sur le transport des matières dangereuses est de s'assurer que les matières puissent être transportées de manière sécuritaire en minimisant les risques pour l'environnement général de la marchandise.

La réglementation a été écrite afin de s'assurer que la bonne information soit transmise aux personnes qui manutentionnent, offrent au transport ou transportent des marchandises dangereuses, ainsi qu'aux personnes qui doivent répondre à des urgences impliquant des marchandises dangereuses.

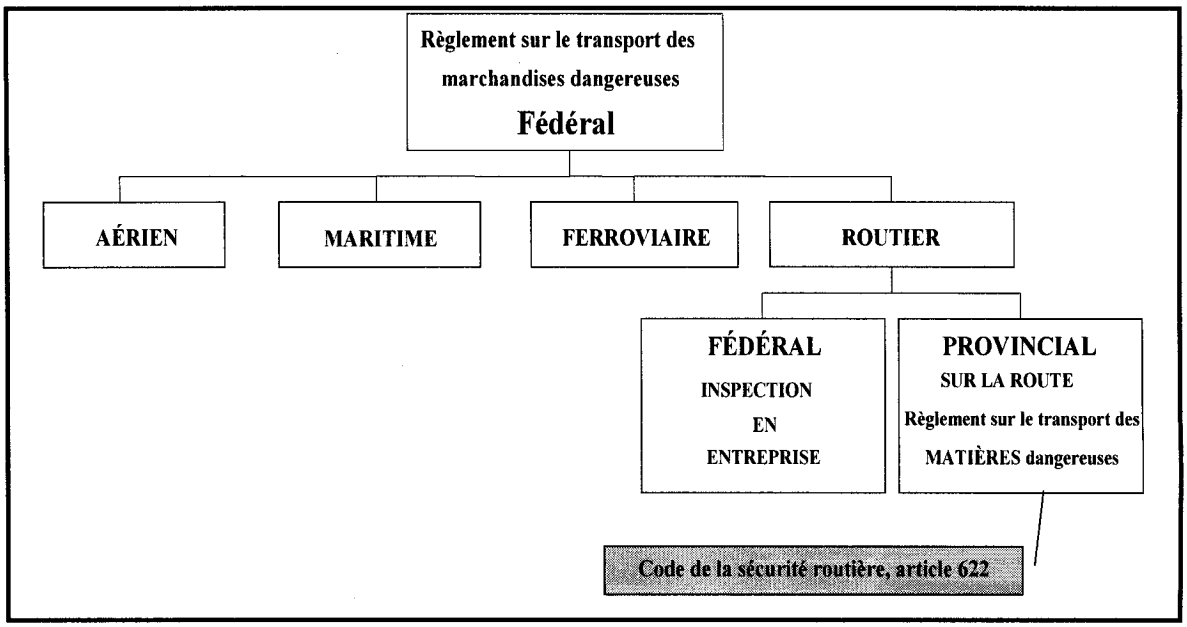


Figure 4.1 - Organigramme du TMD[37]

Au Canada, le gouvernement fédéral, toutes les provinces et chacun des territoires se sont donnés des lois pour réglementer le transport des matières dangereuses. Les textes législatifs varient d'une autorité à l'autre, mais ils servent la même fin et tous incorporent le règlement sur le transport de matières dangereuses associé à la loi fédérale du même nom. Ainsi cette loi et son règlement constituent la principale réglementation tous mode de transports confondus. Il est notamment important de remarquer qu'elle attribue la responsabilité de la gestion des risques aussi bien au responsable de l'activité, qui doit s'assurer du respect des procédures de sécurité et du bon état du matériel, qu'au propriétaire qui doit fournir les informations nécessaires au responsable de l'activité et s'assurer que ce dernier est en mesure de réaliser un transport sécuritaire compte tenu de la nature de la matière à transporter.

[37] Source : R. Bois, Ministère des Transports du Québec, présentation du 05/05/05

4.2.2 Loi sur le transport de marchandises par la mer

Tableau 4.2 - Caractéristiques de la loi fédérale sur le transport de marchandises dangereuses par la mer

Référence officielle	DORS/81-951
Nom anglais de la loi	*Canada Shipping Act (R.S. 1985, c. S-9)*
Ministère de tutelle	Ministère des Transports du Canada
Règlement associé	Règlement sur le transport par mer des marchandises dangereuses
Texte de la loi	http://lois.justice.gc.ca/fr/S-9/62756.html
Texte du règlement	http://lois.justice.gc.ca/fr/s-9/dors-81-951/92755.html

Description :

Cette loi est bien plus large que le cadre des matières dangereuses. Elle régit la totalité du transport de marchandises par la mer. Les buts de cette loi sont de fournir un cadre au transport maritime pour assurer la sécurité des personnes travaillant dans ce domaine, permettre une régulation et une harmonisation des pratiques maritimes en assurant la viabilité économique et l'efficacité de la marine marchande canadienne, mais également assurer le respect du milieu marin et honorer les engagements du Canada vis à vis des traités internationaux.

4.2.3 Loi canadienne sur la protection de l'environnement de 1999

Tableau 4.3 - Caractéristiques de la loi fédérale sur la protection de l'environnement de 1999

Référence officielle	DORS/2003-307
Nom anglais de la loi	*Canadian Environmental Protection Act, 1999 (1999, c. 33)*
Ministère de tutelle	Ministère de l'environnement Canada
Règlement associé	Règlement sur les urgences environnementales
Texte de la loi	http://lois.justice.gc.ca/fr/c-15.31/174133.html
Texte du règlement	http://lois.justice.gc.ca/fr/c-15.31/dors-2003-307/143388.html

Description :

La Loi Canadienne sur la Protection de l'Environnement établie en 1999 a pour objectifs la prévention et la gestion des risques présentés par des substances toxiques et nocives. Elle concerne tous les risques associés à l'environnement et à la santé humaine qui sont engendrés par des substances polluantes au niveau terrestre, tels les déchets dangereux, les matières résiduelles, aussi bien polluantes aux niveaux marin ou atmosphérique et les

émissions de gaz provenant par exemple de moteurs. Cette loi régit également les problèmes d'urgences environnementales en tentant de les prévenir ou de les traiter dans le cas où la prévention aurait échouée. La loi est sous l'autorité principale du Ministère Canadien de l'Environnement et partage cette autorité avec le Ministère Canadien de la Santé pour les points ayant trait à la santé.

Son règlement associé, le Règlement sur les Urgences Environnementales (RUE) est principalement associé à la prévention et la gestion des urgences environnementales. Il contraint notamment les générateurs de risques environnementaux à déclarer leur inventaire auprès du Ministère de l'Environnement du Canada en cas de dépassement des quantités seuils, ainsi qu'à mettre en place des plans d'urgences pour parer à un éventuel accident.[38]

4.2.4 Loi sur les produits dangereux

Tableau 4.4 - Caractéristiques de la loi fédérale sur les produits dangereux

Référence officielle	L.R. 1985, ch. H-3
Nom anglais de la loi	*Hazardous Products Act (R.S. 1985, c. H-3)*
Ministère de tutelle	Ministère de la santé du Canada
Règlement associé	Règlement sur les produits contrôlés
Texte de la loi	http://lois.justice.gc.ca/fr/h-3/193655.html
Texte des règlements associés	http://lois.justice.gc.ca/fr/chrch.cgi?part=full&method=and&lang=fr&corpus=c_regs&titre=produits+dangereux&query=&x=16&y=6

Description :

Cette loi contrôle l'importation, la vente et la publicité sur une liste de produits considérés comme dangereux. Les produits concernés sont très divers allant de jouets pour enfants, à des produits tels des explosifs. Les règlements associés déterminent le cadre dans lequel il est autorisé d'importer, de vendre ou de promouvoir le produit en question. Dans le domaine de matières dangereuses, la loi impose notamment le respect

[38] Sources : http://www.nb.lung.ca/cepa/francais/documentsdinformation.htm, consulté le 23 octobre 2005 et http://www.ec.gc.ca/RegistreLCPE/documents/regs/e2_FS.cfm#1, consulté le 29 octobre 2005

du Système d'Information sur les Matières Dangereuses Utilisées au Travail (SIMDUT).[39]

4.2.5 Loi sur les explosifs

Tableau 4.5 - Caractéristiques de la loi fédérale sur les explosifs

Référence officielle	L.R. 1985, ch. E-17
Nom anglais de la loi	*Explosives Act (R.S. 1985, c. E-17)*
Ministère de tutelle	Ministère des ressources naturelles du Canada
Règlement associé	Règlement sur les explosifs
Texte de la loi	http://lois.justice.gc.ca/fr/e-17/187173.html
Texte du règlement	http://lois.justice.gc.ca/fr/e-17/c.r.c.-ch.599/57554.html

Description :

Le domaine d'action de cette loi est assez semblable à celui de Loi sur les produits dangereux, elle concerne l'importation et la vente des explosifs. Cependant, elle dépasse cette dernière en prenant également en compte la fabrication et l'entreposage de manière générale des produits de nature explosive. Par cette loi, le Ministère des Ressources naturelles du Canada se donne le mandat d'assurer la sécurité et la santé des travailleurs et du grand public exposés aux risques liés aux produits explosifs.[40]

4.3 Lois provinciales

La partie suivante poursuit de lister les lois actuellement en application sur le territoire du Québec associées à la manipulation, le transport et l'entreposage des matières dangereuses. Dans cette partie les lois sont présentées sous le même format que dans la partie précédente, mais il est cette fois-ci question des lois régies par l'autorité provinciale du gouvernement du Québec.

---

[39] Source : http://www.ec.gc.ca/EnviroRegs/FRE/SearchDetail.cfm?intAct=1028, consulté le 23 octobre 2005

[40] Source : http://www.tc.gc.ca/medias/communiques/nat/2004/04-gc004af.htm, consulté le 23 octobre 2005

4.3.1 Code de la sécurité routière

Tableau 4.6 - Caractéristiques du code provincial de la sécurité routière

Référence officielle	L.R.Q., chapitre C24.2 r.4.2.1
Nom anglais de la loi	*Highway safety act*
Ministère de tutelle	Ministère des transports du Québec
Règlement associé	Règlement sur le TMD
Texte du code	http://www.canlii.org/qc/legis/loi/c-24.2/20050915/tout.html
Liste des règlements associés	http://www.iijcan.org/qc/legis/loi/c-24.2/index.html#habilite
Texte du règlement matières dangereuses	http://www.canlii.org/qc/legis/regl/c-24.2r.4.2.1/20050915/tout.html

Description :

Ce texte s'attache surtout à régir l'ensemble de ce qui concerne la circulation routière sur les routes provinciales du Québec. Il édicte les règles pour la circulation de n'importe quel véhicule sur n'importe quel type de voies de circulation publiques au Québec. Tout déplacement sur une route provinciale québécoise doit se faire en accord avec cette loi. Les inspecteurs du respect de la loi sont dans ce cas les policiers de la sûreté du Québec présents sur les routes.

De ce texte est toutefois exclu, l'imposition de règles sur le domaine fédéral tels que les ponts entre deux états, ainsi que sur les chemins de propriétés privées.

4.3.2 Loi sur la sécurité civile

Tableau 4.7 - Caractéristiques de la loi provinciale sur la sécurité civile

Référence officielle	L.R.Q., chapitre S-23
Nom anglais de la loi	*Civil protection act*
Ministère de tutelle	Ministère de la sécurité publique du Québec
Règlement associé	Règlement à venir, actuellement cette loi s'appuie sur le règlement fédéral sur les urgences environnementales
Texte de la loi	http://www.canlii.org/qc/legis/loi/s-2.3/20050915/tout.html

Description :

Le but de cette loi est de protéger les biens et les personnes des sinistres. Pour cela, elle contraint les citoyens à la prudence, à la vigilance et à la préparation dans la mesure du possible aux risques de leur environnement. Elle contraint également les générateurs de

risques, telles que les entreprises menaçant leurs environnements humain et biologique à déclarer à leur municipalité les risques que leurs activités génèrent et également à lutter pour réduire ces risques par des actions de prévention. Elle demande également à ces générateurs de risques de préparer les phases d'intervention et de rétablissement dans le cas où le sinistre se déclenche.[41]

Cette loi a en réalité un objectif bien plus large que le cadre des uniques matières dangereuses, dans les sens où elle a été mise en place dans le but de préparer les citoyens québécois et toutes ses structures de gestion des situations d'urgences, à faire face aux situations de sinistres majeurs qui peuvent se produire. Dans ce sens, le domaine d'entreposage des matières dangereuses est inclus. En effet, cette loi a une vision statique de la chose, ce qui fait qu'elle ne peut réguler que l'entreposage des matières dangereuses (et dans une certaine limite les transports d'approche des entreprises concernées).

Le schéma qu'elle applique pour gérer cette préparation est constitué de trois niveaux : le citoyen et les autorités municipales, les autorités régionales et enfin les autorités gouvernementales. Des schémas de sécurité civile sont établis à chaque niveau et coordonnés par le niveau supérieur. Au niveau des municipalités ces schémas sont établis à l'aide des citoyens et des responsables locaux, avec dans la mesure des volontés la formation de Comités Mixtes Municipaux Industriels (CMMI) et la participation des entreprises génératrices de risques.

Le règlement d'application de cette loi est à l'heure actuelle en cours d'adoption, et pour le moment la loi s'appuie sur le règlement sur les urgences environnementales (RUE).

La mise en application de cette loi comporte trois parties : les orientations qui concernent plus précisément les municipalités, le règlement en tant que tel, qui s'applique essentiellement aux entreprises, et les lignes directrices des ministères qui s'applique aussi bien aux entreprises qu'aux municipalités.

---

[41] Source : http://www.msp.gouv.qc.ca/secivile/secivile.asp?ndn=04&txtSection=loi, consulté le 23 octobre 2005

4.3.3 Loi sur la qualité de l'environnement

Tableau 4.8 - Caractéristiques de la loi provinciale sur la qualité de l'environnement

Référence officielle	L.R.Q., chapitre Q-2
Nom anglais de la loi	*Environment quality act*
Ministère de tutelle	Ministère de l'Environnement du Québec
Règlement associé	environ 60 règlements y sont associés
Texte de la loi	http://www.canlii.org/qc/legis/loi/q-2/20050915/tout.html
Texte du règlement	http://www.iijcan.org/qc/legis/loi/q-2/index.html#habilite

Description :

Cette loi, ainsi que l'ensemble de ces règlements associés a pour but de régir la protection de l'environnement au niveau du gouvernement du Québec. Elle définit les règles selon lesquelles les citoyens, les entreprises et le gouvernement peuvent agir, ainsi que l'étendue du pouvoir qui leur est conféré. Cette loi aborde notamment les compétences dans les champs suivants : la protection des espèces vivantes, les études d'impacts environnementaux avant projet, les besoins d'assainissement de terrains et leur réhabilitation, la gestion de la qualité de l'atmosphère, la gestion des matières résiduelles et dangereuses, ainsi que les bruits ou les rayonnements vecteurs d'énergie pouvant être émis par certaines activités.

4.3.4 Loi sur les produits et les équipements pétroliers

Tableau 4.9 - Caractéristiques de la loi provinciale sur les produits et équipements pétroliers

Référence officielle	L.R.Q., chapitre P-29.1
Nom anglais de la loi	*An act respecting petroleum products and equipment*
Ministère de tutelle	Ministère des ressources naturelles et de la faune du Québec
Règlement associé	Règlement sur les produits et les équipements pétroliers
Texte de la loi	http://www.canlii.org/qc/legis/loi/p-29.1/20050915/tout.html
Texte du règlement	http://www.canlii.org/qc/legis/regl/p-29.1r.2/20050915/tout.html

Description :

Cette loi et ce règlement ont pour but d'assurer la sécurité du public et des travailleurs exposés aux risques spécifiques générés par des installations et des équipements liés aux produits pétrolifères. Elle a également pour but de protéger les équipements publics et

privés ainsi que l'environnement des risques liés aux activités en rapport avec les produits pétroliers. Dans une autre mesure, cette loi protège les consommateurs en régulant la qualité des produits et des équipements pétroliers.[42]

4.3.5 Loi sur les explosifs

Tableau 4.10 - Caractéristiques de la loi provinciale sur les explosifs

Référence officielle	L.R.Q., chapitre E-22
Nom anglais de la loi	*An act respecting explosives*
Ministère de tutelle	Ministère de la Sécurité Publique du Québec
Règlement associé	Règlement sur les explosifs
Texte de la loi	http://www.canlii.org/qc/legis/loi/e-22/20050915/tout.html
Texte du règlement	http://www.canlii.org/qc/legis/regl/e-22r.1/20050915/tout.html

Description :

Cette loi est la correspondance au niveau provincial du Québec de la Loi canadienne sur les explosifs. Elle contrôle l'utilisation des explosifs sur le territoire du Québec en imposant des normes encadrant l'utilisation, l'entreposage ou la manutention de tout produit de nature explosive et visant principalement la sécurité des personnes. Elle contrôle également la possession d'explosifs en délivrant des permis pour leur utilisation à des fins industrielles ou commerciales.[43]

4.3.6 Code municipal du Québec et loi sur les cités et villes

Tableau 4.11 - Caractéristiques du code municipal du Québec et de la loi provinciale sur les cités et les villes

Référence officielle	L.R.Q., chapitre C-27.1 et L.R.Q., chapitre C-19
Nom anglais de la loi	*Municipal code of Québec* et *Cities and towns act*
Ministère de tutelle	Ministère des Affaires municipales, du Sport et du Loisir
Texte du code	http://www.canlii.org/qc/legis/loi/c-27.1/20050915/tout.html
Texte de la loi	http://www.canlii.org/qc/legis/loi/c-19/20050915/tout.html

Description :

Ces lois sont des mesures bien plus larges que le domaine dont il est question ici. Elles définissent le cadre d'action des municipalités et définissent les pouvoirs que possède le

[42] Source : http://www.mrn.gouv.qc.ca/energie/securite/securite-cadre.jsp, consulté le 27 octobre 2005
[43] Source : http://www.msp.gouv.qc.ca/msp/loisregl/index.asp?theme=4, consulté le 28 octobre 2005

maire pour agir, ainsi que la manière dont il doit le faire. Les domaines abordés sont très divers, de la protection des incendies, en passant par l'entretien des routes, la restriction d'accès à certaines zones, l'acquisition de terrain et pour ce qui nous concerne, les restrictions d'entreposage et de transport de matières dangereuses sur le territoire de la commune.

4.3.7 Loi sur la santé et la sécurité du travail

Tableau 4.12 - Caractéristiques de la loi provinciale sur la santé et la sécurité au travail

Référence officielle	L.R.Q., chapitre S-2.1
Nom anglais de la loi	*An act respecting occupational health and safety*
Ministère de tutelle	Ministère du Travail du Québec
Règlement associé	Règlement sur la santé et la sécurité au travail
Texte de la loi	http://www.canlii.org/qc/legis/loi/s-2.1/20050915/tout.html
Texte du règlement	http://www.canlii.org/qc/legis/regl/s-2.1r.19.01/20050915/tout.html
Liste d'autres règlements associés	http://www.iijcan.org/qc/legis/loi/s-2.1/index.html#habilite

Description :

Cette loi est en réalité beaucoup plus large que le domaine des matières dangereuses. Elle amène des normes, des politiques et des règlements sur les conditions de travail telles que la ventilation, le chauffage, les équipements de confort, ainsi que sur d'autres éléments tels que les précautions à prendre pour la prévention des accidents ou des désagréments possibles, concernant toutes les situations rencontrées dans les lieux de travail. Il est ici difficile d'être exhaustif mais il est possible de citer : la manutention et les équipements de sécurité nécessaires, la manutention des matières dangereuses et les équipements de sécurité additionnels nécessaires, les dispositifs de protection et de préventions des risques, la prise en compte de l'ergonomie du travail, la particularité du travail en espaces clos, l'entreposage de marchandises par piles, ...

Son application est effectuée par les membres de la CSST (Commission de la Santé et Sécurité au Travail) par des contrôles directs dans les entreprises. Ils vérifient à cette occasion que toutes les normes et les règles imposées par la loi et ses règlements attachés sont bien appliquées, aussi bien dans le domaine des conditions de travail et des

conditions de vies des salariés dans l'entreprise, que de certaines méthodologies de travail et procédures à respecter, ainsi que les équipements et procédures de sécurité qui doivent être mis en œuvre. (CSST)

4.3.8 Loi sur les pesticides

Tableau 4.13 - Caractéristiques de la loi provinciale sur les pesticides

Référence officielle	L.R.Q. c. P-9.3
Nom anglais de la loi	*Pesticides act*
Ministère de tutelle	Ministère de l'Environnement Québec
Règlement associé	Cinq règlements y sont associés
Texte de la loi	http://www.canlii.org/qc/legis/loi/p-9.3/20050915/tout.html
Liste des règlements associés	http://www.iijcan.org/qc/legis/loi/p-9.3/index.html#habilite

Description :

Cette loi établie en 1987 possède deux objectifs. D'une part, elle vise à contrôler la vente et l'usage des pesticides en vue de protéger en même temps l'environnement et les personnes des dangers qu'induit l'utilisation de tels produits. D'autre part, elle vise à réguler les comportements des utilisateurs et à inciter la réduction d'utilisation de telles substances.[44]

4.4 Loi américaine sur le transport

Tableau 4.14 - Caractéristiques de la loi américaine 49CFR

Référence officielle	*Title 49 of the Code of Federal Regulation (49CFR)*
Ministère de tutelle	*Department Of Transport of US Government (DOT)*
Texte de la loi	http://ecfr.gpoaccess.gov/cgi/t/text/text-idx?&c=ecfr&tpl=/ecfrbrowse/Title49/49tab_02.tpl

Description :

Les entreprises de transport québécoises ne sont pas directement soumissent à cette réglementation. Cependant, les activités économiques des entreprises de transport québécoises avec les États-Unis amènent souvent ces dernières à devoir s'y conformer.

[44] Source : http://www.mddep.gouv.qc.ca/pesticides/permis/code-gestion, consulté le 23 octobre 2005

Les marchandises dangereuses peuvent être envoyées par route ou par rail aux États-Unis sous certaines conditions particulières. En effet, la réglementation pour le transport de matières dangereuses aux États-Unis, dénommée « 49 CFR » (le titre 49 « *Transportation* », du « *Code of Federal Regulations* ») est en de nombreux points identique à la réglementation Canadienne. De plus, il est prévu des conditions de dérogation qui permettent aux camions canadiens d'effectuer des transports transfrontaliers en toute légalité et en permettant de respecter les contraintes d'un côté et de l'autre de la frontière sans modifications lourdes sur les équipements.

4.5 Organismes internationaux de réglementation

Il existe différents organismes internationaux rattachés à l'Organisation de Nations Unis (ONU) émettant des réglementations et des recommandations dans le domaine du transport. Les réglementations doivent s'appliquer dès lors que le règlement est signé par le pays en question. Pour les recommandations cela est moins formel, cependant les pressions internes au domaine d'activité visé par les recommandations impose bien souvent, mais de manière non officielle, le respect de ces recommandations. Chaque organisme possède son domaine d'activité divisé principalement par mode de transport. Le domaine aérien est réglementé au niveau international par l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI), alors que les activités de transport maritime sont régulées par l'Organisation Maritime International (OMI), auteur en particulier du code « *International Maritime Dangerous Goods* » (IMDG). Dans le domaine du transport international par « modes terrestres » (Route, Rail et Canalisation), les équipements ne traversant pas de domaine internationaux, le contrôle se fait par les réglementations propres aux pays, la frontière servant de délimitation pour l'utilisation d'une réglementation ou d'une autre. On peut également parfois observer des tentatives d'harmonisation entre pays comme en Europe avec la mise en application des accords suivants :

- Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par voies de navigation intérieure (ADN);

- Accord pour le transport des marchandises dangereuses sur le Rhin (ADNR);
- Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par Route (ADR);
- Règlement concernant le transport International ferroviaire de marchandises Dangereuses (RID);
- Règlement pour le Transport de Matières Dangereuses par chemin de fer (RTMD).

4.6 Schéma de l'architecture de la réglementation québécoise

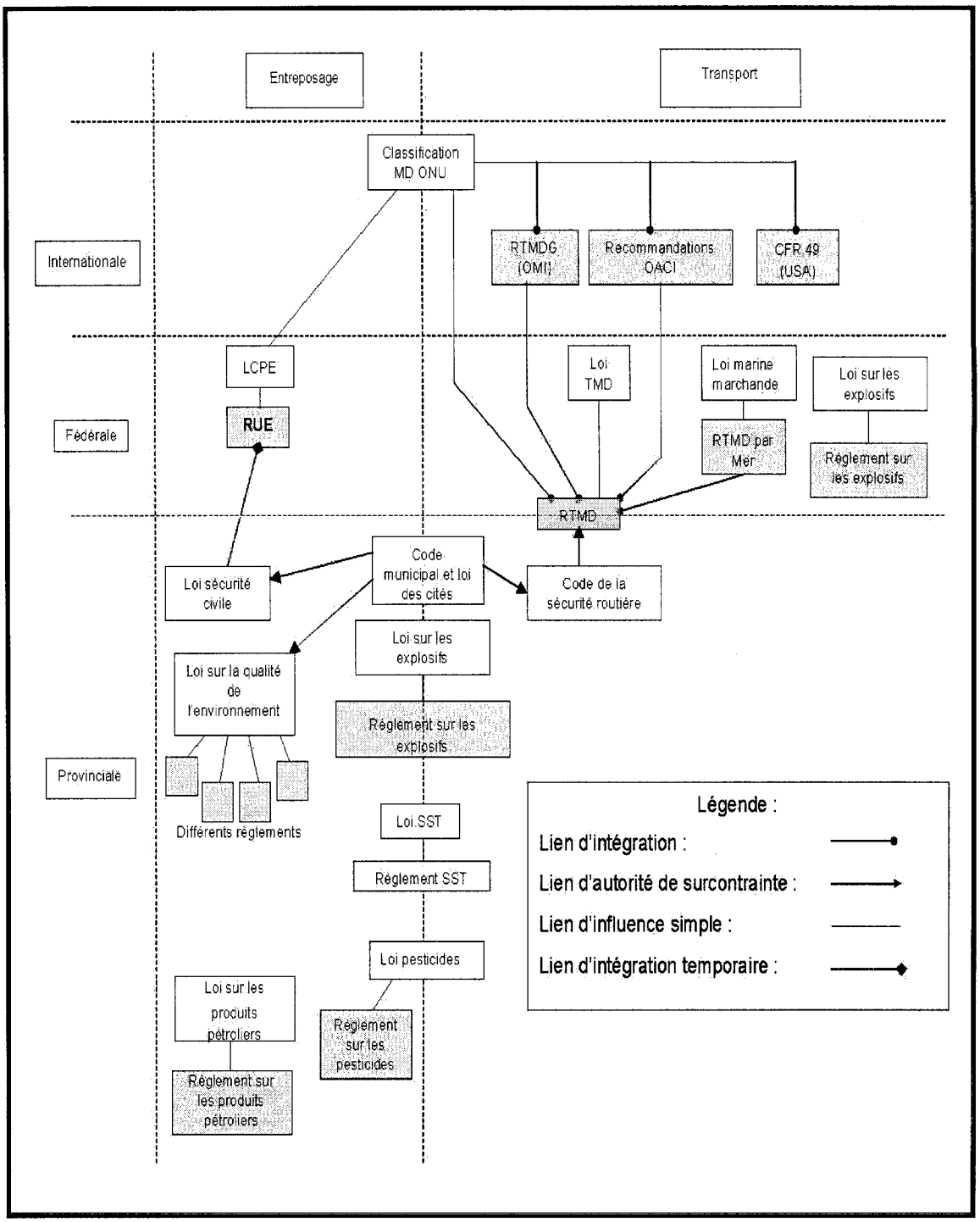


Figure 4.2 - Structure de la réglementation TMD Québécoise

La Figure 4.2 donne une représentation structurée de la liste de loi dans les parties 4.2, 4.3, 4.4 et 4.5 .Ce schéma positionne les lois sur les niveaux international, fédéral et provincial, ainsi que sur l'aspect réglementé par les lois en question : transport ou entreposage. Il met également en évidence les liens entre les lois et les principaux règlements.

4.7 Conclusion

L'étude intergouvernementale de 1972 concluait que la réglementation concernant les matières dangereuses était constituée de trop nombreuses lois et règlements non coordonnés entre eux. On constate depuis cette date une réelle avancée en matière d'harmonisation et de concentration dans des textes communs. Cependant, le nombre de texte reste encore très important. Notamment, la structure à trois niveaux (International, Fédéral, Provincial) amène des recoupements supplémentaires à ceux existants déjà entre les règlements provinciaux. On peut toutefois espérer que la dynamique d'harmonisation engagée il y a déjà longtemps va perdurer. Ceci semble être le cas avec la mise en place très bientôt du Système Général Harmonisé (SGH) issu directement des recommandations onusiennes. Toutefois, cette harmonisation semble jusqu'à présent avoir toujours buttée sur la sectorisation de la chaîne logistique. En effet, l'harmonisation entre les parties transport et les parties entreposage n'a jusqu'à présent pas été résolue. On voit toutefois des avancées sur ce point avec notamment le concept de responsabilité au propriétaire de la matière en question et plus seulement au transporteur ou à l'entreposeur de la partie de la chaîne concernée. Même si ce concept n'est pas encore appliqué au Canada, on voit également apparaître aux États-Unis le concept de « responsabilité étendue ». [45] Le Canada quand à lui applique sur sa partie transport une double responsabilisation transporteur / propriétaire, mais semble vouloir également se tourner vers le principe de responsabilité étendue. En ce qui concerne la partie entreposage pour le Canada, et dans notre cas plus particulièrement le Québec, le

[45] Selon les propos de Jean Therrien, Inspecteur du Ministère Canadien de Transports, lors du 3ième colloque Gouvernement-Industrie sur le transport routier des matières dangereuses, Longueil (Canada), le 5 octobre 2005.

facteur important est la notion de générateur de risque (souvent le responsable du site en question). Celui-ci est tenu de gérer le risque à l'intérieur de son site en vertu de la protection de ses employés. Il est d'autre part tenu de respecter les quantités seuils imposées par les lois et tenu responsable de la gestion des risques qu'il génère à l'extérieur de son site.

Ainsi, même si à l'heure actuelle le Canada se contente de faire porter la responsabilité sur le responsable direct des opérations de transport, d'entreposage ou de manutention, l'extension des responsabilités aux propriétaires en matière de transport semble être le premier pas vers une extension de la responsabilité aux autres acteurs de la chaîne logistique.

CHAPITRE 5 : MODÈLE DU RISQUE SUR UNE CHAÎNE LOGISTIQUE

L'étude de la littérature montre que de nombreux modèles existent déjà sur les problématiques du transport, ou de l'entreposage des matières dangereuses (voir les sections « 3.3.2.2 Modèles pour la maîtrise des risques en transport » et « 3.3.2.3 Modèles pour la maîtrise des risques en entreposage »). Cependant, ces modèles présentent deux principaux défauts. D'une part, ils prennent rarement en compte la chaîne logistique dans son ensemble et ne s'occupent souvent que de la partie entreposage ou bien que de la partie transport. Ainsi les entreprises ne touchant pas aux matières dangereuses intègrent la gestion de leurs activités sur l'ensemble de la chaîne logistique en visant des optimums globaux, alors que les entreprises opérant avec des matières dangereuses ont le besoin de prendre en compte le paramètre risque, ce qui les amènent à couper leur chaîne logistique en petits morceaux à traiter indépendamment visant alors des optimums locaux. Ce qui amène au deuxième défaut qui est que les modèles classiques bien qu'ayant prouvé leurs performances, sont souvent réduits à la dimension tactique ou opérationnelle. Les paramètres pris en compte ne s'étendent que très rarement aux contrats liants les différents acteurs de la chaîne logistique. Cependant, ces contrats doivent être pris en compte de par le fait même qu'ils ont le pouvoir de modifier des variables d'entrées du problème. La suite de cette partie, propose une adaptation du modèle de risque industriel majeur de De Marcellis-Warin et al. (2004) pour intégrer une vision plus stratégique dans la gestion des risques, en replaçant la problématique dans le cadre d'une chaîne logistique intégrée. Cette partie tente également de comprendre comment d'une manière pratique le risque peut-être pris en compte par une évaluation à l'aide d'une liste de question afin de permettre aux entreprises des chaînes logistiques de matières dangereuses de se rapprocher de la vision de prise en compte de l'aspect risque sur l'ensemble de la chaîne logistique.

5.1 Principe d'une gestion des risques intégrant l'ensemble des parties d'une chaîne logistique

De la même manière que l'intégration qui est réalisée pour les décisions de la chaîne logistique, il ne s'agit pas de faire remonter la gestion des risques au niveau tactique, en délaissant le niveau opérationnel. Il s'agit ici bien au contraire d'opérer une coordination du niveau opérationnel par le niveau tactique. Ainsi en s'appuyant sur la logique des « Cas de Sécurité » anglais (Munier 2003, p. 6) (voir la section « 3.3.4.1 Les « Cas de Sécurité » »), il s'agira d'évaluer la gestion des risques au niveau opérationnel, en leur laissant la liberté de traiter cette gestion avec leur propre stratégie. Cette évaluation opérée, une coordination entre les blocs opérationnels est réalisée. Il faut donc bien distinguer les deux actions qui sont faites simultanément. Elles sont différentes, mais assurément complémentaires. D'une part le processus de maîtrise technique des risques telle qu'elle est définie dans la partie « 3.3.2 Les outils de maîtrise du risque industriel», par l'utilisation de méthodes d'analyse de risques, puis la mise en œuvre d'actions correctives, continue à être faite au niveau opérationnel. D'autre part une action visant essentiellement la coordination des gestions des risques au niveau opérationnel est mise en place. Elle a pour but non pas de réaliser des études de risques ou de mettre en place des procédures d'atténuation des risques et de récupération post accident. A la place de cela elle concentre son action sur la coordination des procédures qui sont mises en place au niveau inférieur. On voit ici le rôle de la scission évoquée au paragraphe « 3.3.1.6 La différence entre maîtrise, traitement et gestion des risques » entre la maîtrise des risques et le traitement des risques. Le but est ici d'opérer un traitement à l'externe des risques industriels des autres acteurs de la chaîne logistique, pour réaliser indirectement une maîtrise de ses risques contractuels à l'interne.

On retrouve toutefois dans cette intégration de la gestion des risques la limite déjà évoquée dans le paragraphe « 3.2.3.2 Niveaux de pilotage ». Le passage d'une partie des activités de la chaîne logistique à une autre entreprise amène le besoin de coordination inter entreprise. En pratique on constate que cette coordination est d'autant plus difficile

que l'on aborde des problématiques sensibles, telles que la sécurité et les risques. L'approche proposée dans la suite de cette partie (voir la section « 5.4 Présentation des facteurs »).tente de contourner cette difficulté en s'intéressant notamment à l'aspect sécurité pour aborder le risque indirectement.

5.2 Liens contractuels entre les acteurs de la chaîne logistique

La Figure 5.1 donne un exemple d'une des représentations courantes que l'on peut trouver d'une chaîne logistique.

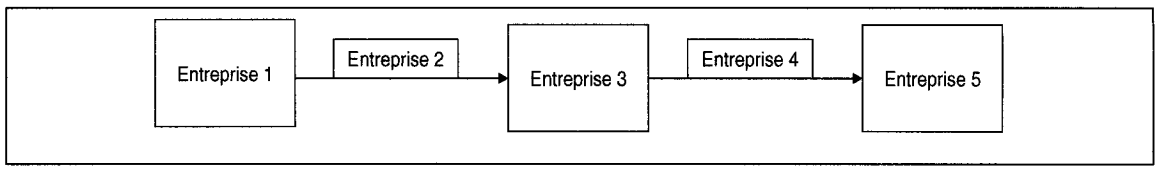


Figure 5.1 - Exemple de représentation d'une chaîne logistique d'entreprise

Le point important est de constater que plusieurs acteurs se trouvent liés contractuellement, de manière directe ou indirecte, au sein d'une même chaîne. Bien que sur ce type de représentation les liens contractuels ne soient pas représentés, la progression dans la chaîne logistique se fait par l'établissement de contrats, liant les activités d'un acteur avec les activités de son acteur aval (ou amont). En réalité, le contrat n'est pas obligatoirement établi entre un acteur et l'acteur le suivant directement au sens du parcours de la matière. Cependant, dans un premier temps cette hypothèse suffit pour comprendre la structure des risques sur la chaîne logistique.

Ainsi, le modèle des risques liés à une entreprise ne peut être une simple application du modèle de risque industriel présenté à la Figure 3.12. L'insertion de l'entreprise dans une structure de chaîne logistique implique une double modélisation des risques au sein de la même entreprise. En effet, il ne suffit pas de prendre en compte le simple risque industriel, mais au contraire il faut attacher à cela le risque contractuel engendré par la structure de chaîne logistique.

Sur la Figure 5.2 les modèles du risque industriel et du risque contractuel de Aubert et Bernard (2004) présentés aux sections « 3.3.1.4 Modèle du risque industriel » et

« 3.3.1.5 Le risque contractuel » ont été fusionnés dans une représentation unique d'un modèle complet de risque où l'entité d'étude est l'entreprise.

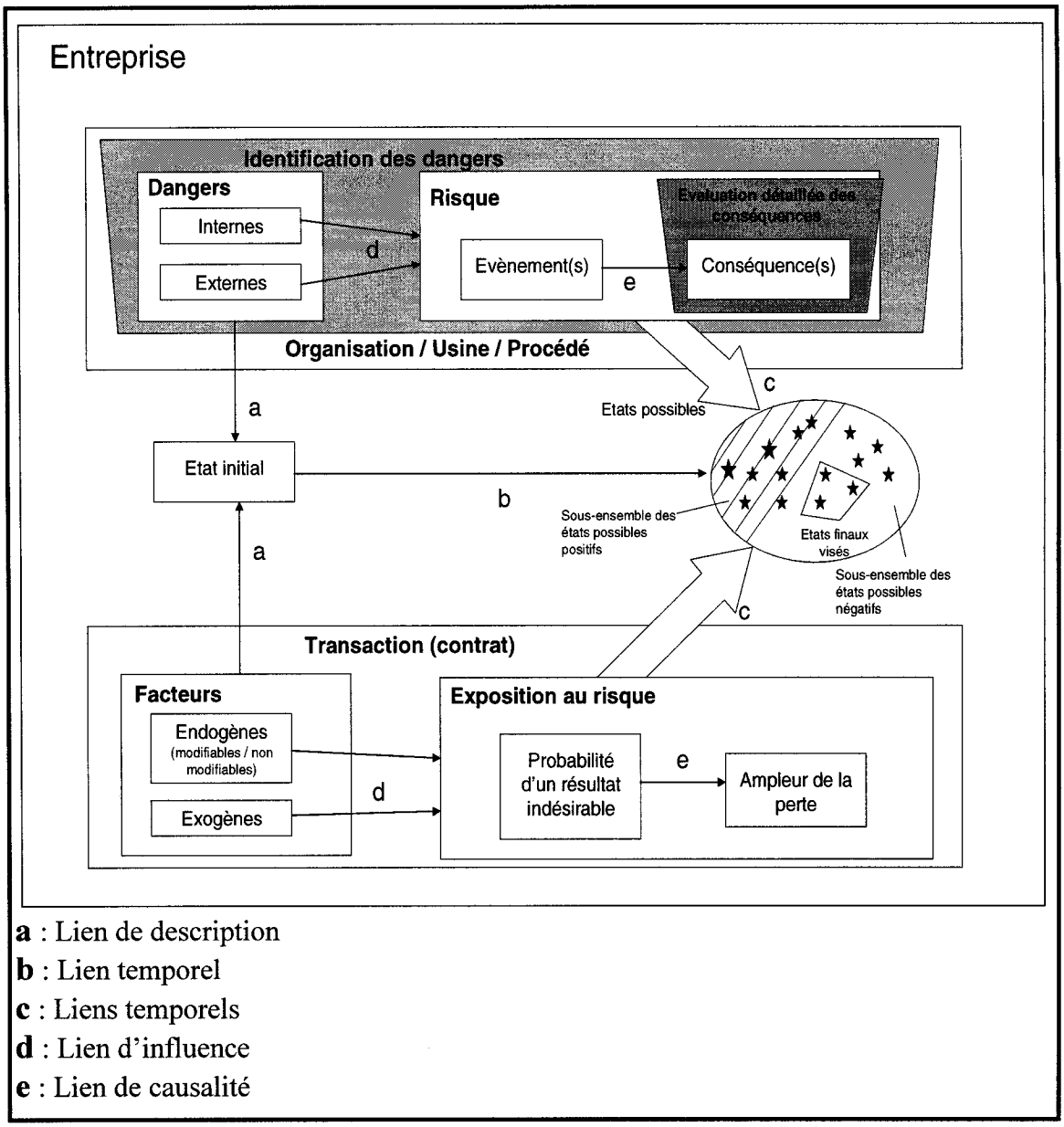


Figure 5.2 - Représentation graphique du modèle complet de risques d'une entreprise maillon d'une chaîne logistique

On constate alors qu'au sein même d'une entreprise on a aussi bien les risques contractuels, avec essentiellement des conséquences sur les activités économiques, que

des risques industriels, aux conséquences plus diverses, qui peuvent agir simultanément sur l'état initial et amener vers un état final négatif.

Le modèle complet établi, il s'agit alors de comprendre les liens qui lient les différentes composantes de ce modèle avec les modèles de risques des autres entreprises de la chaîne. En réalité, le principal lien d'une chaîne logistique est le contrat. Il est alors important de prendre en compte les contrats simples qui lient directement deux entreprises entre elles. Cependant il convient de ne pas oublier les chaînes de contrats[46] qui lient les entreprises entre elles indirectement. Le suivi de la propriété de la matière par exemple est un paramètre important qui pousse à prendre en compte ces dernières, avec notamment le problème des médias qui a déjà été soulevé par Burns (1991). Une illustration de ce problème est le cas du naufrage de l'Erika en France le 12 décembre 1999. La chaîne de contrats et la propriété de la matière ont poussé les médias à cibler la compagnie Total comme responsable, bien que non propriétaire du bateau naufragé. À la suite de ce naufrage, un boycott de la part du public envers la société Total s'est déclenché. L'importance de l'impact que cela a pu avoir sur la compagnie peut notamment se voir par l'intérêt que la compagnie Total attache toujours à cet accident six ans après, en lui consacrant un site internet complet informant le public sur les réparations dans lesquelles s'engage la compagnie Total suite à l'accident. (Total 2005a)

Outre celui des médias, l'autre paramètre important lié aux chaînes de contrats est celui de la réglementation. Comme il a déjà été vu dans la partie CHAPITRE 4 : sur la réglementation, la responsabilisation étendue, qui est déjà pratiquée aux États-Unis et qui semble vouloir s'étendre vers le Canada, correspond en réalité à réglementer en posant comme principe que la responsabilité ne se limite pas au contrat, mais s'étend à la chaîne de contrats à laquelle il appartient. Ces deux exemples nous montrent comment les chaînes de contrats peuvent lier dans le modèle de risque les entreprises entre elles et

[46] Ce terme fait référence (par analogie à la structure d'une chaîne logistique) à la structure que représentent les contrats établis en cascades entre plusieurs acteurs consécutifs d'une chaîne logistique. Cette succession de contrats forme alors une chaîne de contrats.

notamment comment un accident industriel peut se répercuter suivant une chaîne de contrats sur des risques contractuels.

De la même manière qu'un contrat peut entraîner des conséquences inter entreprises, sa nature d'entente réciproque lui permet également d'agir sur les facteurs de risque. Par exemple dans le cas de la compagnie Total, ses nouvelles politiques de sécurité suite à l'accident de l'Erika imposent des âges maximums pour les navires qu'elle affrète.

> *« Des règles parmi les plus strictes de la profession*
>
> *Total se refuse à affréter des navires pétroliers (tankers) de plus de 25 ans. Il n'y a pas non plus d'affrètement de navires de plus de 30 000 tonnes ayant plus de 20 ans. En ce qui concerne le fioul lourd, le transport se fait avec des navires de moins de 15 ans, règle généralisée au niveau international, hors opérations de soutage dans les ports. Ces règles sont revues régulièrement et sont parmi les plus strictes de la profession. Aujourd'hui, septembre 2004, la moyenne d'âge des navires affrétés par Total est inférieure à 10 ans (tous navires confondus) ; à titre de comparaison, la moyenne mondiale est de 11 ans pour le pétrole brut et de 15 ans pour le transport de produits.* » (Total 2005b)

On voit ici comment le contrat permet d'agir sur la gestion des risques afin d'éviter que les conséquences des risques industriels ne touchent la compagnie par le biais du lien des chaînes de contrats.

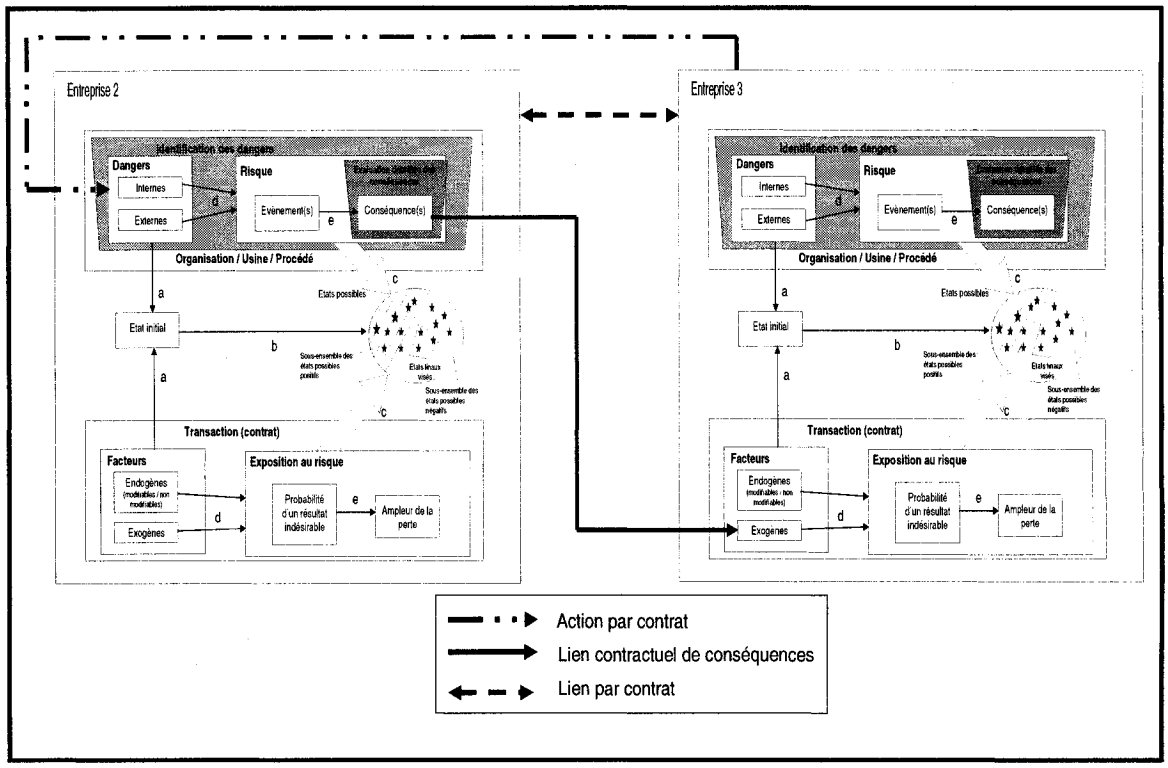


Figure 5.3 - Représentation graphique de liens entre les modèles de risques de deux entreprises appartenant à une chaîne logistique

La Figure 5.3 décrit la situation évoquée dans le cas de la compagnie Total qui agit par contrat sur ses sous-traitants afin de contrôler les risques industriels de ceux-ci. Le but est de réduire les conséquences des risques industriels du sous-traitant pour réduire indirectement les conséquences induites sur la compagnie Total, par le lien contractuel de conséquences.

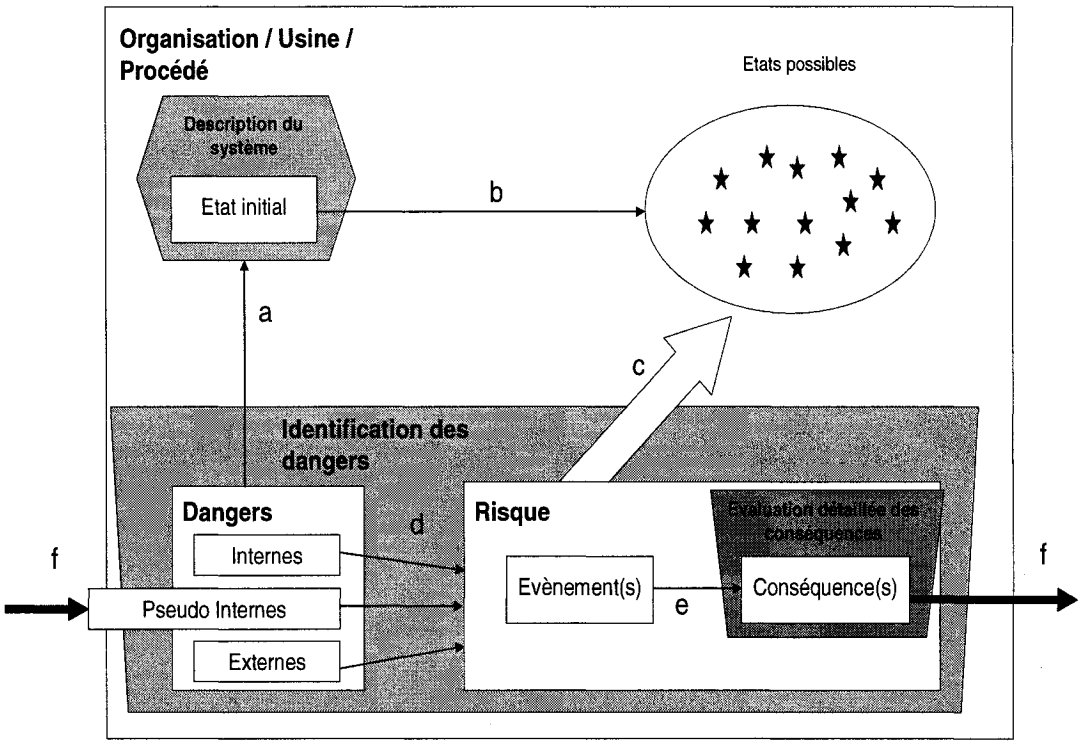
On constate sur la Figure 5.3 que le lien d'action par contrat arrive sur les risques de l'entreprise 2 et non sur les facteurs internes ou externes. En effet, il est parfois difficile de classifier ces facteurs du fait même que ce sont des facteurs internes mais modifiables par des acteurs externes par l'intermédiaire de contrats. D'autre part, cette figure présente deux simplifications importantes pour la lisibilité graphique. En effet, pour que le schéma soit complet, il aurait fallu représenter le lien d'action par contrat de l'entreprise 2 sur l'entreprise 3, ainsi que le lien réciproque des conséquences des risques industriels de l'entreprise 3 sur l'entreprise 2. Cependant, dans la pratique cette

réciprocité n'est pas toujours possible compte tenu de la taille des entreprises et plus particulièrement des rapports de force entre les entreprises en présence. On aurait également pu représenter le lien qui existe entre les conséquences des risques contractuels d'une entreprise sur les facteurs de risques contractuels de l'autre entreprise. Cependant, même si ce lien peut s'avérer très important dans certains cas, nous nous intéressons ici principalement aux conséquences suite à un événement déclencheur de type accident industriel.

5.3 Modèle de risque adapté à la structure de chaîne logistique

La division classique des facteurs de risques se fait par une différentiation internes / externes (parfois endogènes / exogènes) de ceux-ci. Cependant l'étude des liens entre les « modèles complets » de risques des entreprises d'une chaîne logistique (voir section précédente) montre que cette division n'est pas toujours évidente à réaliser. En effet les liens contractuels permettent de la part d'un des co-contractants d'influer sur certains des facteurs de risques internes de l'autre co-contractant. Ainsi les facteurs en question restent des facteurs internes, en étant cependant soumis à des pilotages externes. Cette étude propose donc de diviser en trois les types de facteurs de risques du modèle de risque vu précédemment. Ce qui nous amène à prendre en compte des facteurs internes, externes et pseudo internes.

Le modèle générique du risque industriel proposé par Bernard et al. (2004), devient alors le modèle représenté par la Figure 5.4.



a : Lien de description
b : Lien temporel
c : Liens temporels
d : Lien d'influence
e : Lien de causalité
f : Liens vers d'autres unités d'étude

Figure 5.4 - Représentation graphique du modèle de risque industriel modifié

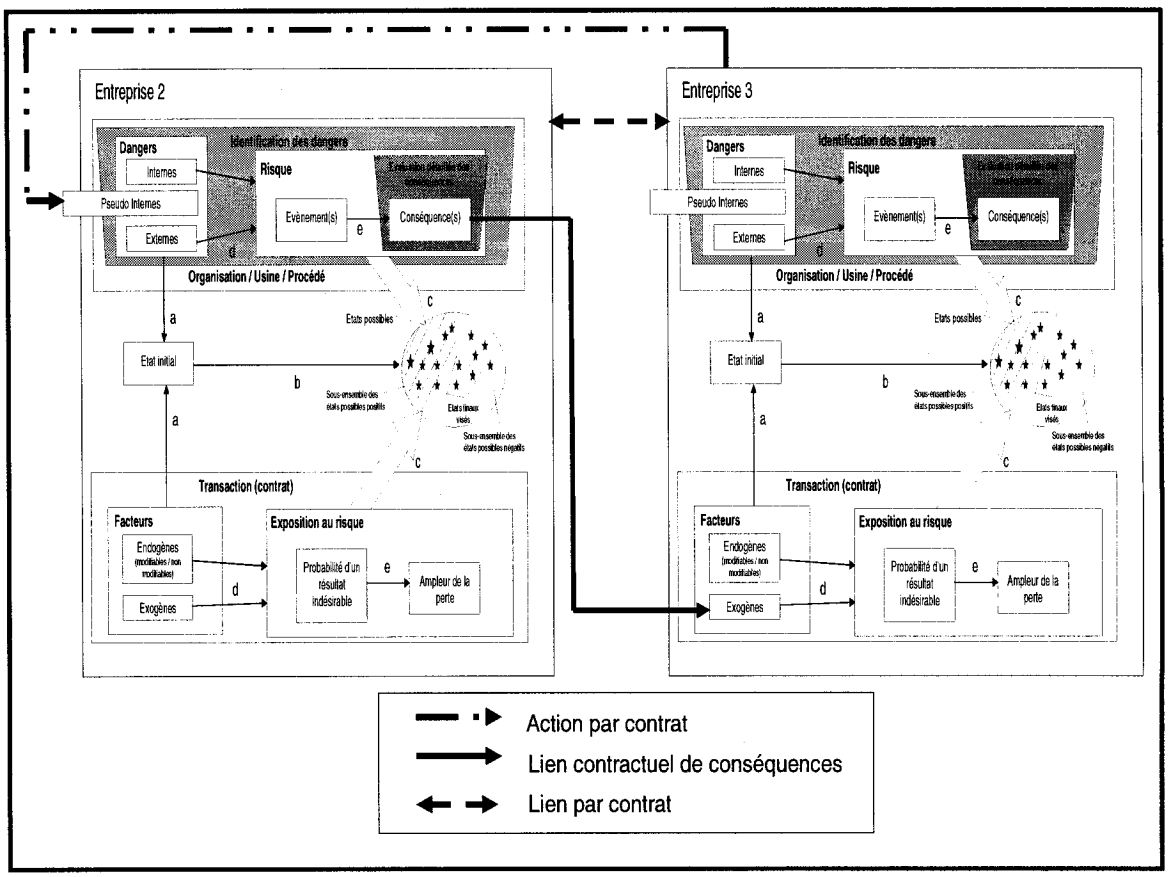


Figure 5.5 - Représentation graphique des liens entre les modèles de risques modifiés de deux entreprises d'une chaîne logistique

La Figure 5.5 donne une représentation graphique des liens qui existent entre les modèles de risques de deux entreprises d'une chaîne logistique. Il faut cependant noter que le modèle de risques contractuels n'a pas été modifié, et également que le lien réciproque existant entre la partie du risque industriel de l'entreprise 3 et la partie de risque contractuel de l'entreprise 2 n'est pas représenté. Cependant la double flèche de lien par contrat sous entend que les liens réciproques de ceux représentés sur le schéma existent également.

Dans la suite de ce document les facteurs de risques évoqués sont principalement reliés à la partie du risque industriel des entreprises. Le but est en effet de s'intéresser au lien d'action par contrat évoqué dans la partie « Liens contractuels entre les acteurs de la

chaîne logistique» ; ainsi les facteurs de risques de la partie « risque contractuel » du modèle ne sont pas abordés.

5.4 Présentation des facteurs

La section précédente propose une modification du modèle de risque de Aubert et Bernard (2004), notamment en introduisant le concept de facteurs pseudo internes. La section suivante s'attache alors à redéfinir les facteurs de risques internes, externes et pseudo internes dans leur nouveau cadre.

5.4.1 Présentation des facteurs internes

Les facteurs internes représentent les leviers contenus dans les contours de l'entreprise influant sur le niveau de risque. Ils sont intrinsèquement reliés à cette dernière. Ils caractérisent la relation de l'entreprise avec le risque qu'elle génère. Il est difficile de lister de manière exhaustive tous ces facteurs, d'autant plus qu'ils changent d'une entreprise à l'autre, et d'une activité à l'autre. En effet une entreprise de transport n'a pas les mêmes facteurs internes qu'une entreprise d'entreposage. Dans le premier cas les facteurs d'entretien des véhicules, de choix des itinéraires sont pris en compte alors que dans le deuxième cas il est plutôt question de zone de dégagement, de conformité des cuves avec les normes en vigueurs. Il est donc difficile d'établir une liste exhaustive joignant à la fois les facteurs d'un site d'entreposage, d'une entreprise de transport, ou bien d'une activité de manutention de marchandises dangereuses. Cependant la section « 5.4.4.1 Évaluation des facteurs internes » montre que sans en établir une liste exhaustive il est possible de les classifier dans une liste de thèmes communs aux différentes activités de la chaîne logistique. Cette classification permet notamment de structurer leur évaluation.

5.4.2 Présentation des facteurs externes

Outre les facteurs internes, facilement inspectables par le fait qu'ils sont liés à l'entreprise, on constate que divers facteurs externes sont beaucoup plus difficiles à prendre en compte. C'est notamment pour certaines entreprises une forte inquiétude car

elles ne peuvent pas, ou très difficilement agir sur ces facteurs de risques, et donc ne peuvent contrôler cette partie des risques. C'est par exemple le cas des actions d'acteurs extérieurs sur les canalisations. En effet il paraît difficile de surveiller à chaque instant chaque mètre d'une canalisation pour éviter qu'un agent extérieur ne vienne endommager celle-ci, que ce soit par malveillance ou bien uniquement lors d'un travail divers sans avoir nécessairement de rapport direct avec la canalisation[47].

Hormis le facteur « Agent extérieur », le deuxième principal facteur de risques externes sont les conditions climatiques. Elles sont souvent plus facilement observables que le facteur « Agent extérieur », elles n'en restent pas moins incontrôlables.

On constate cependant que pour ces facteurs externes, des mesures de sécurités internes leur sont reliées dans le but de tenter de contrôler par l'interne des potentiels actions externes. C'est par exemple le cas des équipements spécifiques pour la circulation sur routes enneigées pour un camion, ou bien des clôtures de sécurité autour d'un site sensible. Ainsi, bien que ces facteurs externes restent difficilement contrôlables et encore plus difficilement incorporables dans une évaluation de type inspection de sécurité, on peut prendre en compte à côté des facteurs internes, une capacité à contrôler les influences de ces facteurs externes par l'évaluation des mesures de sécurité internes reliées au contrôle de ces facteurs externes.

5.4.3 Présentation des facteurs pseudo internes

Le concept de facteurs pseudo internes est l'introduction principale du nouveau modèle de risque proposé dans cette étude. Cette section s'attache donc à définir ce concept d'une manière générale, puis tente d'expliciter plus précisément les quatre facteurs considérés comme pseudo internes dans le cadre de cette étude. Il s'agit de comprendre pourquoi ces quatre facteurs rentrent dans le cadre du concept de pseudo facteur, et d'expliquer plus précisément pourquoi le choix s'est porté sur ces quatre facteurs ci.

---

[47] Cette problématique des agents externes comme facteurs de risques importants a notamment été évoquée par Gaz de France lors de la rencontre Gaz de France / INERIS / CIRANO du 12 mai 2005.

5.4.3.1 Description des facteurs pseudo internes

Cette désignation regroupe les facteurs classifiés en interne, mais qui peuvent toutefois évoluer sous l'action d'acteurs extérieurs. Ainsi le fait qu'ils puissent être changés par des acteurs externes les rend difficilement incorporables à une évaluation de risque de type « Inspection ». C'est principalement le cas des facteurs liés aux contrats. Ceux-ci sont en effet amenés à changer, suivant les négociations des co-contractants, par la voie de l'action par contrat présentée dans la partie « 5.2 Liens contractuels entre les acteurs de la chaîne logistique». On peut dégager quatre facteurs principaux qui sont le temps, la quantité, la fréquence et la matière. Ces facteurs peuvent en effet être amenés à évoluer suivant les contrats signés par l'entreprise, mais peuvent influer sur le niveau de risque de l'entreprise. Par exemple un co-contractant qui décide de multiplier par deux une quantité initiale de matière dangereuse transportée lors de chaque envoi, va augmenter le niveau de risque global, alors que le niveau de sécurité lié aux mesures de sécurité ne changera pas. Cependant il semble difficile de tenir compte des quantités de matières que l'entreprise sera amenée à transporter, ni même du temps dont elle disposera pour cela, ou bien de la fréquence à laquelle elle fera cela dans le futur, lors d'une inspection. En ce qui concerne le facteur de matière, il peut être fixé par l'entreprise dans ce cas il redeviendrait strictement interne. Cependant certaines entreprises sont amenées à transporter plusieurs matières différentes, voire d'avoir simultanément dans un même envoi des marchandises classifiées comme dangereuses et d'autres non. Ainsi il n'est pas toujours possible de figer cela dans une inspection ayant tendance à photographier à un instant précis les paramètres internes de l'entreprise.

Il paraît donc important d'isoler ces facteurs particuliers en les classifiant comme pseudo internes, car évolutifs mais en même temps contrôlables. D'autres facteurs pseudo internes peuvent également être ajoutés, mais l'avantage des quatre facteurs précédemment cités réside dans le fait qu'ils sont communs aux diverses activités de transport, entreposage et manutention.

5.4.3.2 Caractéristiques des facteurs pseudo internes

Le temps

Ce facteur prend un sens différent si il est question de transport, d'entreposage, de déchargement ou bien d'entreposage temporaire. Dans le cas d'un entreposage ou d'un entreposage temporaire on parle de temps d'entreposage, c'est-à-dire la durée pendant laquelle la matière est entreposée ; pour le transport, on parle de temps de transport, qui représente le temps durant lequel la matière est en transit, pour les opérations de chargement / déchargement le paramètre temps correspond au temps attribué pour réaliser ces opérations. Cependant dans chaque cas le statut de facteur pseudo interne pour le paramètre « Temps » correspondant persiste. En effet qu'il s'agisse de transport, d'entreposage ou de manutention, on constate que le facteur temps peut être décidé contractuellement et peut faire évoluer le niveau de risque d'une activité. Dans le cadre d'un transport cela influe à la fois sur l'exposition aux facteurs externes, ainsi que sur d'autres facteurs tels que le stress du chauffeur, ou bien la plage d'utilisation des équipements. Dans le cadre d'un déchargement cela joue sur les comportements des opérateurs. Dans le cas d'un entreposage ont augmente ou réduit la possibilité d'exposition à un évènement déclencheur d'accident.

La quantité

Pour ce facteur encore, la signature de contrat peut amener beaucoup de variations. Là où un site de production peut se fier à ses quantités maximum entreposables, il est difficile par exemple pour un site d'entreposage temporaire, de prévoir la quantité de matières qui seront présentes en même temps sur son site. On constate toutefois que la quantité de matière influe sur le niveau de risque global. Il paraît évident que par exemple 1 kilogramme d'explosif représente moins de danger que 100 kilogrammes du même explosif.

La fréquence

Ce facteur est souvent appliqué à la partie du transport car dans ce cas la signification du terme est triviale. Cependant le problème des fréquences avec lesquelles les matières rentrent et sortent d'un lieu d'entreposage, ou bien la fréquence avec laquelle des opérateurs sont amenés à charger ou décharger des matières dangereuses est de la même nature. A niveau de sécurité égal il peut faire fluctuer le risque d'occurrence d'un accident déclencheur et donc le niveau de risque global.

La matière

Ce facteur amène le problème de la variabilité de dangerosité de la matière en question; En effet il n'est pas toujours possible de savoir pour une entreprise, quelles matières elle sera amenée à transporter, entreposer ou manutentionner. La vulnérabilité n'est par exemple pas la même entre un explosif et un produit corrosif. Intrinsèquement les caractéristiques de ces deux produits leur confèrent une dangerosité différente. Le principal problème de ce facteur est l'évaluation du « degré de dangerosité ». Une matière peut être très dangereuse au regard d'une situation précise, alors qu'elle l'est bien moins qu'une autre qui deviendrai beaucoup plus dangereuse dans une autre situation. Par exemple un explosif qui tombe dans l'eau peut être bien moins dangereux qu'un liquide toxique, alors que dans des conditions d'entreposage un explosif peut entraîner beaucoup plus de dommages que le liquide toxique

Note : On peut ici se demander pourquoi ne pas avoir inclus la distance de parcours dans ces facteurs pseudo internes. Cela peut s'expliquer tout d'abord par le fait que cette variable est beaucoup moins amenée à changer que les autres facteurs pseudo internes (car les co-contractants restent les mêmes, et on peut supposer que les usines changent rarement de place). D'autre part le pourcentage de 99,99 % donné par le Ministère des transports du Canada pour la proportion de transport par route de matières dangereuses arrivant à bon port sans problème semble minimiser l'importance de cette variable. Mais surtout, cette variable peut être contre validée au niveau des facteurs internes. En effet la vérification de l'utilisation d'un outil de planification des trajets, par exemple de type

SIG, permet de relativiser l'importance de la variable « distance ». L'outil utilisé à ce niveau recherche déjà le meilleur compromis entre distance et risque.

5.4.4 Évaluation des facteurs

Le domaine du risque amène souvent le problème de l'évaluation de la menace qu'un risque représente. Certains modèles optent pour une évaluation totalement quantitative, à l'aide de critères chiffrés, basée sur des paramètres définis par le modèle. D'autres modèles prônent l'utilisation de critères qualitatifs. Dans les cas où cela devient difficile d'apprécier subjectivement ou qualitativement le niveau de risque on fait alors souvent appel au jugement d'expert (De Marcellis-Warin et al. 2004, p.205). Certes il n'est pas toujours évident de trancher entre le qualitatif et le quantitatif. Cependant l'aspect quantitatif donne l'avantage de pouvoir comparer facilement entre eux diverses évaluations, ceci peut devenir très avantageux lors d'une mise en parallèle avec d'autres facteurs logistiques chiffrés. Il faut cependant bien se garder, de prendre ce chiffre comme une évaluation exacte et absolue du risque.

5.4.4.1 Évaluation des facteurs internes

Dans les analyses classiques de risques les facteurs internes sont souvent considérés comme les plus faciles à évaluer par rapport aux facteurs externes qui résultent souvent de l'incertitude la plus extrême du fait même de leur statut d'externe à l'entreprise. Cependant cette logique est dans le cas présent totalement bouleversée par la mise en abîme que représente l'intégration d'une entreprise au sein de l'entité d'une chaîne logistique. En effet une entreprise qui regarde les facteurs internes de ses co-contractants pour tenter une gestion stratégique des risques sur la chaîne logistique à laquelle elle appartient, verra ceux-ci comme externes vis-à-vis d'elle-même. Cela amène alors l'énorme problème de la coopération sur ces points qui restent extrêmement sensibles pour la majorité des entreprises. Il est évident que dans une vision de *lean management* où l'ensemble des acteurs accepte de coopérer pour atteindre l'optimum global on peut alors envisager une vision de la gestion intégrée des risques à l'aide d'analyses de risques étendues sur l'ensemble de la chaîne logistique. Cependant il est déjà difficile de

mettre en place cela dans le cadre des entreprises travaillant avec des matières non classifiées comme dangereuses car la seule révélation de ses propres coûts aux autres acteurs reste un blocage majeur. Dans le cas d'une problématique de matières dangereuses où il est alors question de révéler à la fois ses propres coûts, mais également ses propres risques, la mise en commun de toutes ces informations semble à l'heure actuelle complètement impossible. Il faut alors trouver une autre solution, afin de permettre une gestion intégrée des risques, tout en obtenant la coopération des entreprises entre elles. Cela implique donc dans un premier temps de mettre au point une solution où les informations stratégiques ne sont pas révélées, tout du moins pas d'autres informations que les coûts, de manière à s'inscrire dans la démarche actuellement en développement du *lean management* sans vouloir la dépasser.

D'autre part l'objectif d'étendre la gestion des risques sur l'ensemble de la chaîne logistique amène le problème de l'harmonisation entre les différents « outils logistiques » qui la composent. En effet les facteurs internes sont souvent nombreux et difficilement mesurables. Une fois la méthode de quantification établie, il reste encore la difficile tâche de comparer les mesures entre elles. Par exemple comment comparer la mise en œuvre d'une politique de sécurité avec la fréquence d'entretien d'un camion. De la même manière comment mettre en rapport l'entretien d'un camion avec le respect d'un périmètre de sécurité autour d'un réservoir d'entreposage. Tous ces problèmes amènent à la grande difficulté d'établir une évaluation quantitative des facteurs internes.

Cela porte à considérer une méthode d'évaluation des risques détournée, et différente des méthodes d'évaluation des risques pratiquées habituellement en interne. L'idée est alors non pas d'évaluer les risques d'une entreprise, mais plutôt, son niveau de sécurité. En effet si il est difficile pour une entreprise de livrer des détails concernant ses risques, il lui est toutefois beaucoup plus aisé de livrer des informations concernant ses mesures de sécurité. D'autre part les mesures de sécurité représentent souvent soit des mises en conformité avec les réglementations, soit des mesures résultant d'analyses de risques. Une méthode envisageable pour l'établissement d'une évaluation quantitative des mesures de sécurité est l'attribution d'un degré de sécurité interne à l'entreprise en

question. Une solution pour cela est de soumettre l'entreprise à une inspection faisant intervenir des questionnaires de type « liste de vérification » (voire section « 3.3.2 Les outils de maîtrise du risque industriel »).Il faut pour cela que la liste de vérification soit la plus exhaustive possible pour tous les types d'activités pris en compte, ce qui renvoie à la difficulté d'établir une liste exhaustive des facteurs internes déjà évoquée à la section « 5.4.1 Présentation des facteurs internes ». On peut cependant s'appuyer sur les différents questionnaires SQAS et leurs huit grands thèmes assez flexibles qui semblent pouvoir s'appliquer aux activités de transport, d'entreposage et de manipulation, ainsi qu'à la coordination de ces activités. Conformément à l'objectif premier des SQAS, l'évaluation de ces huit points permet alors d'émettre une opinion sur le niveau de sécurité des activités d'une entreprise, et de lui attribuer une note qui représente le degré de sécurité de l'entreprise en question. Ce degré de sécurité correspondant par exemple au nombre de « oui » obtenu après l'inspection par ces questionnaires. Chacun de ces « oui » correspond à la mise en place d'une mesure de sécurité particulière. Cependant pour être exhaustifs, ces questionnaires sont composés de questions très précises, entrant dans les détails, se rattachant à l'activité en question, donc différentes d'un questionnaire à l'autre. Cela rend donc obligatoire une normalisation de ce premier degré de sécurité. Pour cela on peut effectuer une division du nombre de « oui » obtenu par le nombre de « oui » maximum possible pour cette activité. On a alors normalisé notre degré et on attribue une note comprise entre 0 et 1 qui représente le pourcentage de sécurité entre le niveau nul sans aucune protection face aux risques (0) et le niveau de sécurité considéré comme maximum (1). On obtient alors un niveau de risque interne partiel en considérant l'inverse de ce niveau de sécurité interne. Il varie de 1 à plus l'infini. La limite inférieure de 1 donne également l'idée qu'avec le niveau de sécurité le plus haut qu'il soit possible de mettre en œuvre, le « risque 0 » n'existe pas.

A ce stade le besoin de pouvoir comparer le degré de risque entre les différents types d'activités : entreposage, chargement / déchargement et transport, impose d'apporter une correction au degré de risque interne partiel obtenu. En effet ce niveau de risque qui est l'inverse du niveau de sécurité interne peut ne pas représenter la même chose selon le

type d'activité. Par exemple on constate que beaucoup d'accidents arrivent lors du chargement / déchargement alors que les accidents arrivent uniquement lors de 0,01% des transports routiers (Ministère des transports du Canada 2003). Il faut alors représenter cette différence entre activités en appliquant une correction basée par exemple sur les taux d'accidents ou bien sur l'évaluation de leurs conséquences sur l'environnement social, humain et biologique des lieux des accidents.

5.4.4.2 Évaluation des facteurs externes

La particularité de ces facteurs est justement la difficulté à les évaluer. D'une part il est souvent difficile d'attribuer une échelle d'évaluation et d'autant plus, une échelle quantitative. D'autre part il est difficile d'obtenir de l'information pour coter le facteur sur l'échelle établie. En effet comment coter la menace d'un acte de malveillance sur un camion en transit. D'une part quel barème peut-on utiliser pour cela ? Mais également comment obtenir de l'information dépendant d'acteurs que l'on ne contrôle pas, et qui ne répondent pas toujours à des logiques prédictibles. Ainsi dans un premier temps la menace des facteurs n'est évaluée qu'indirectement par l'évaluation des mesures de sécurité internes destinées à réduire l'influence de ces facteurs externes. Cela se fait par exemple par la prise en compte de l'aspect sûreté dans les questionnaires SQAS, avec des critères tels que « Le site est-il protégé par des clôtures et barrières, bien éclairées et non accessible au public ? ».Pour plus de pertinence l'évaluation de la partie des facteurs internes reliés aux menaces des facteurs externes doit se faire en relativisant l'efficacité des facteurs internes compte tenu des menaces des facteurs externes reliés. Par exemple en cas de tempêtes de neige fréquentes sur les zones de transport, il convient de relativiser dans la notation l'efficacité des équipements prévus à cet effet sur les camions délivrant cette zone.

5.4.4.3 Évaluation des facteurs pseudo internes

L'évaluation quantitative de ces facteurs semble être la plus facile. En effet il est relativement facile de caractériser quantitativement un temps, une quantité ou bien une fréquence. L'évaluation du facteur matière pose quant à lui un peu plus de problèmes. Il

est toutefois envisageable de mettre en œuvre un indice de dangerosité normalisé de la matière basé par exemple sur une combinaison des distances d'isolement à mettre en œuvre en cas de déversement données p 290 – 327 du Guide des mesures d'urgence (CANUTEC 2004).

5.5 La fonction de « risque »

Aubert et Bernard (2004) mentionnent dans leur représentation du modèle de risque industriel une fonction évènement f(y), ainsi qu'une fonction conséquence g(x). Leur modèle générique du risque quant à lui formalisait une fonction risque h(x, y) comme étant la composée d'une fonction évènement f(y) et d'une fonction impacts caractérisée par g(x|y), ce qui donnait h(x, y) = g(x|y) f(y). Ils donnent également

$$P\,[\text{évènement}] = F\,[\text{Facteur}_{\text{risque 1}}, \text{Facteur}_{\text{risque 2}}, \text{Facteur}_{\text{risque 3}}, \ldots],$$

qui établie la probabilité de l'évènement comme une fonction des facteurs de risque, et

$$\text{Ampleur}\,[\text{impact}] = H\,[\text{Facteur}_{\text{impact 1}}, \text{Facteur}_{\text{impact 2}}, \text{Facteur}_{\text{impact 3}}, \ldots],$$

qui établit l'ampleur de l'impact comme une fonction de facteurs d'impact.

En reprenant cette logique de description sous la forme de fonctions, mais en utilisant les variables telles qu'elles sont définies dans les paragraphes qui précèdent, il s'agit donc de comprendre les liens qui existent entre les facteurs internes, les facteurs externes et les facteurs pseudo internes. Ainsi la fonction de risque deviendrait :

$$\begin{aligned}\text{Degré de risque global} = F\,[&\text{Facteur}_{\text{interne 1}}, \text{Facteur}_{\text{interne 2}}, \text{Facteur}_{\text{interne 3}}, \ldots,\\ &\text{Facteur}_{\text{externe 1}}, \text{Facteur}_{\text{externe 2}}, \text{Facteur}_{\text{externe 3}}, \ldots, \text{Facteur}_{\text{pseudo 1}},\\ &\text{Facteur}_{\text{pseudo 2}}, \text{Facteur}_{\text{pseudo 3}}, \ldots].\end{aligned}$$

Et en utilisant les simplifications évoquées dans les paragraphes précédents, c'est-à-dire en groupant les différents facteurs internes et externes dans un degré de sécurité interne on obtient :

Degré de risque global = J [Degré de risque interne, $Facteur_{pseudo\ 1}$, $Facteur_{pseudo\ 2}$, $Facteur_{pseudo\ 3}$, ...]

Degré de risque global = J [1/Degré de sécurité interne, $Facteur_{pseudo\ 1}$, $Facteur_{pseudo\ 2}$, $Facteur_{pseudo\ 3}$, ...]

Degré de risque global = J[1/Degré de sécurité interne, Quantité, Temps, Fréquence, Matière].

L'étude de cette fonction de risque globale reste cependant hors du cadre de la présente étude. La complexité de cette mise en relation des cinq paramètres nécessite une étude particulière pour la création de la fonction. Compte tenu de la difficulté il n'est pas à exclure de repasser dans une évaluation de type semie quantitative.

5.6 Conclusion

La partie précédente a donc permis de mettre en évidence la nécessité d'adaptation du modèle que l'on peut avoir classiquement du risque lorsque l'on s'intéresse à une chaîne logistique. En effet ce modèle du risque industriel est bien souvent destiné à être utilisé pour la gestion interne du risque. Il sert souvent de base aux analyses de risques évoquées dans le paragraphe « 3.3.2.1 Analyses de risques industriels». On voit alors que l'intégration du risque sur l'étendue de la chaîne logistique impose de s'écarter des analyses de risques classiques tout en s'appuyant sur leurs résultats. Ainsi comme le montre la Figure 5.6, le modèle de gestion du risque présenté dans la partie précédente propose de réaliser la gestion des risques sur l'ensemble de la chaîne logistique en s'appuyant sur l'analyse des mesures de sécurité qui sont les résultats des outils de gestions des risques appliqués à l'interne.

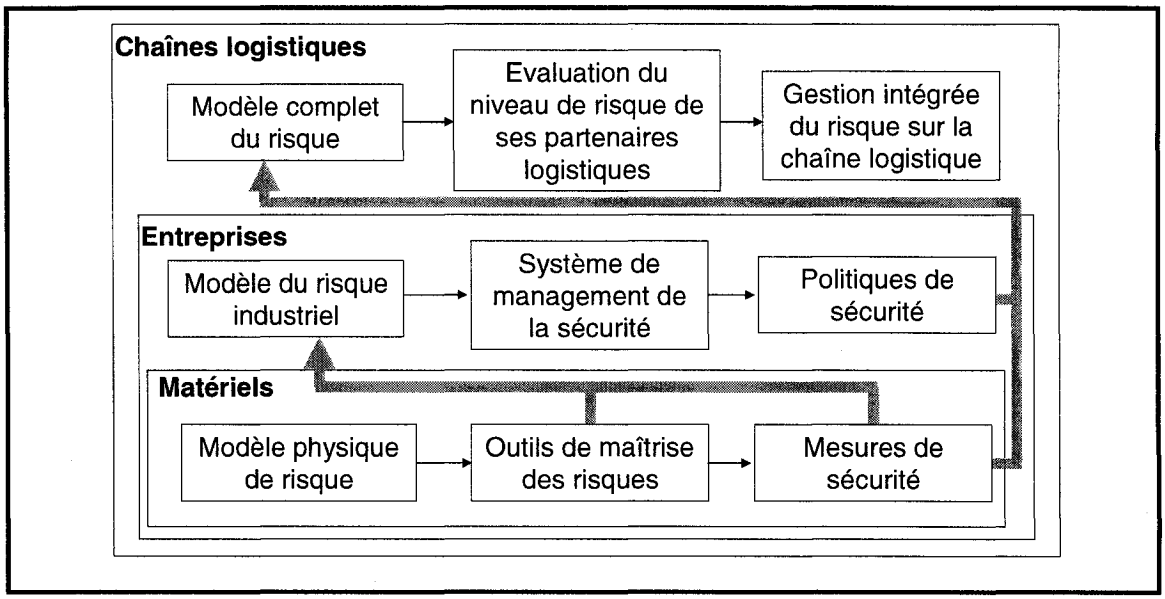


Figure 5.6 - Illustration de la logique d'intégration des analyses de risques par utilisation des résultats des niveaux inférieurs

Ceci permet alors d'intégrer la gestion des risques sur la chaîne logistique en opérant cette gestion sans véritablement rentrer à l'interne des entreprises. On constate d'ailleurs que cette pratique est déjà en application dans le milieu industriel. En effet les questionnaires SQAS pratiquent déjà cette logique, cependant ils sont actuellement plus utilisés comme évaluation d'un niveau de service que comme un véritable outil de gestion intégrée des risques. Le modèle de gestion des risques présenté ici propose alors l'utilisation de cet « outil questionnaire » dans une véritable optique de gestion des risques, en le replaçant dans le cadre théorique d'un modèle conceptuel de risque adapté à une intégration de cette gestion sur l'ensemble d'une chaîne logistique. Une des incertitudes qui persiste sur ce modèle est le degré de quantification du risque. En effet la question de savoir jusqu'où peut être poussée raisonnablement cette quantification du risque reste en suspens. La quantification qui s'avèrerait très utile pour synchroniser la gestion intégrée des risques sur une même logique que la gestion intégrée de logistique pratiquée actuellement sur ces chaînes, ne s'avère pas évidente pour l'étape d'intégration des différents paramètres numériques dans une fonction de plusieurs variables.

Enfin nous retiendrons que la gestion des risques sur l'étendue d'une chaîne logistique ne peut se faire sans prendre en compte deux facteurs importants trop souvent oubliés

que sont les liens par contrats ou chaînes de contrats qui lient les acteurs de la chaîne entre eux, ainsi que les facteurs de risques « pseudo internes » qui sont également reliés à ces liens par contrats.

CHAPITRE 6 : LA REPRÉSENTATION BINIVEAU : UN ESSAI DE REPRÉSENTATION PLUS PRÉCIS POUR LA GESTION DES RISQUES

Le but de cette partie est de mettre en œuvre de manière pratique les résultats des parties « CHAPITRE 4 : LE CADRE RÉGLEMENTAIRE : « UNE CONTRAINTE FORTE DE LA LOGISTIQUE DES MATIÈRES DANGEREUSES » » et « CHAPITRE 5 : MODÈLE DU RISQUE SUR UNE CHAÎNE LOGISTIQUE ». Les deux précédentes parties ont en effet permis de dégager certaines variables importantes des chaînes logistiques de matières dangereuses. Ce fut notamment le cas de la « propriété de la matière » en ce qui concerne la réglementation. En ce qui concerne l'analyse de la modélisation des risques sur des chaînes logistiques de matières dangereuses, cette dernière à fait ressortir l'importance de prendre en compte les contrats entre les différents acteurs des chaînes logistiques, ainsi que des variables telles que les facteurs « pseudo internes » souvent considérés uniquement comme des variables logistiques. La partie suivante propose une représentation graphique, dérivée des représentations graphiques couramment utilisées en logistique, mais modifiée en vue de l'adapter à une gestion synchrone des problématiques de logistique et des problématiques de gestion des risques. Cette partie explique tout d'abord sur quelle base a été formulée cette nouvelle représentation graphique. Puis elle détaille quels manques existant dans les représentations graphiques classiquement utilisées en logistique ont motivé la construction de cette représentation « biniveau » et comment cette dernière remédie à ces manques. Enfin elle présente les éléments graphiques qui composent cette nouvelle représentation, en illustrant la mise en œuvre avec deux exemples simples.

6.1 Prérequis du point de vue graphique

Parmi les cinq types de représentation graphique qui ont été isolés dans la partie revue de littérature (schémas de communication, générique de représentation, d'étude de cas, de stratégie et d'optimisation), il s'agit ici de choisir le type de représentation graphique

le mieux adapté. A défaut il s'agit de choisir la bonne combinaison des différents atouts de chaque type de représentation. Une représentation de type communication est éliminée d'avance du fait qu'elle n'est absolument pas le but de ce travail. Également le type schéma d'optimisation ne rentre pas dans les objectifs de cette étude. Il est alors conservé les types « générique de représentation » et « étude de cas », éliminant par là même le type stratégique. En réalité s'il doit y avoir stratégie, il ne s'agira que de comparer des schémas de type étude de cas. Il est donc choisi une représentation de type étude de cas pour construire le modèle. D'autre part, l'association à chaque flèche et block constituant le schéma d'un tableau récapitulatif, des paramètres logistiques, des paramètres de risques et des paramètres de coûts, amènera la représentation vers le modèle de représentation de type VSM telle que la Figure 3.2 en donne un exemple.

Le modèle présenté dans la suite se base sur la description de la structure classique d'une procédure d'analyse des risques présentée par Cameron et Raman (2005, p. 124-125). Ainsi le modèle adaptera les quatre phases suivantes :

- Définition des limites du système à étudier;
- Subdivision du système, et hiérarchisation;
- Définition de chaque sous-système;
- Application des méthodes d'analyse à chaque sous-système.

En pratique les trois premières étapes sont réalisées par une représentation graphique inspirée des représentations de la chaîne logistique. Cette représentation fait figurer simultanément le système global à étudier, ainsi que ses sous-systèmes et leur hiérarchisation. Dans la quatrième phase il s'agit d'utiliser pour chaque type d'objet une liste d'attribut permettant de le caractériser vis-à-vis des objectifs finaux de mise en rapport de l'aspect logistique, de l'aspect risque et de l'aspect coûts. Ainsi nous aurons adapté cette structure classique de procédure d'analyse des risques au problème de traitement des risques de la problématique de cette étude, nous permettant ainsi de

réaliser un traitement intégré des risques, et de le mettre en parallèle avec le concept de chaîne logistique intégrée.

6.2 Les apports de cette nouvelle représentation « biniveau »

Le modèle de représentation « biniveau » est alors un modèle de représentation graphique inspirée du modèle VSM, mais adaptant ce dernier à la vision de gestion des risques. La section suivante tente d'expliciter ce qui rend nécessaire l'adaptation des représentations classiques de la chaîne logistique pour la prise en compte du risque. Cette section explique également quels manques existant dans les représentations classiques des chaînes logistiques le modèle « dual » tente de combler.

6.2.1 Justification du schéma dual

Le choix d'un type de représentation graphique ne solutionne pas pour autant tous les problèmes. En effet l'utilisation du style de représentation de type VSM ou bien un des autres vus dans la partie « REVUE DE LITTÉRATURE » en solutionne en aucun cas le problème de l'intégration dans la représentation des notions propres à la gestion des risques. C'est ainsi qu'est né le besoin de reconceptualiser le mode de représentation de la chaîne logistique afin de résoudre les problèmes rencontrés. Outre les objectifs déjà clarifiés dans les sections précédents les autres objectifs de la représentation biniveau ont donc été d'apporter des solutions sur les représentations graphiques des points suivants :

- Égaliser le traitement de représentation d'une partie transport et d'une partie d'entreposage de la chaîne logistique;
- Mettre en évidence les phases de transition entre les parties d'entreposage et de transport;
- Représenter les niveaux de pilotage;
- Mettre en évidence les externalisations.

6.2.2 Angle d'observation du modèle

Il est difficile de donner un seul angle d'observation à la représentation biniveau. En effet cette dernière est établie sur ce point selon deux concepts opposés ; mais s'appuyant tous deux sur les avantages qu'attribuent Burton et Boeder (2003) (voir la section « 3.2.4.2 Le modèle de représentation graphique *Value Stream Mapping* (VSM) ») a une représentation graphique, c'est-à-dire fournir un langage commun de communication et rendre apparentes les décisions concernant les flux. Ainsi le modèle dual tente d'une part de mettre en œuvre une représentation qui peut se faire par une entreprise sur la chaîne à laquelle elle-même appartient. Pour cela il tente de mettre en œuvre des variables dont il est raisonnable de penser que leurs valeurs sont récupérables dans le cadre d'une collaboration simple entre acteurs d'une même chaîne logistique, et cela pour résoudre le problème évoqué au paragraphe « 5.4.4.1 Évaluation des facteurs internes ». D'autre part le modèle tente également de pouvoir servir dans le cas d'une logique de « *lean management* », où l'ensemble des entreprises collabore dans le but de viser les optimums globaux. Pour résoudre la cohabitation de ces deux angles de vue, certaines variables possèdent un statut de « variables complémentaires », pouvant ainsi être ou non renseignées selon si la situation le permet.

6.2.3 Homogénéisation de la représentation du transport et de l'entreposage

Dans les représentations classiques de la chaîne logistique il est très souvent admis que les parties de transport soient représentées par des flèches, alors que les parties d'entreposage sont représentées par des boîtes symbolisant respectivement le mouvement et l'arrêt. Dans le cas présent il n'est plus question de mouvement ou d'arrêt, mais de sécurité. Ce changement d'intérêts du problème, amène donc à imposer une égalité de traitement entre ces deux parties. C'est ainsi qu'a été créé le concept d'objet physique. Il représente de manière générique toute partie isolable de la chaîne logistique, que les marchandises y soient en mouvement ou à l'arrêt. La chaîne logistique est ainsi représentée en concaténant ces outils physiques, tantôt faisant avancer les marchandises dans la chaîne, tantôt les retenant immobiles. Ces outils

comprennent également la notion de plateforme qui a été mise en œuvre pour tenir compte de son aspect particulier. En effet dans le cas d'une plateforme, telle une plateforme multimodale à l'exemple d'un port maritime, la classification de transport ou d'entreposage n'est plus possible. Un tel outil peut présenter simultanément les deux facettes du fait que le temps d'entreposage y est souvent court et très variable. La reconceptualisation en outils physiques, plutôt qu'en transport / entreposage, a donc permis de délimiter des zones de la chaîne logistique, où le flux de marchandises est réellement ou fictivement figé, afin d'en observer son niveau de sécurité.

6.2.4 Mise en évidence des phases de transition

La conceptualisation en outils physiques qui a consisté à créer des blocs aussi bien pour le transport que pour l'entreposage impose alors de faire des liens entre ces blocs, afin de préserver la connectivité des blocs composant notre chaîne logistique. Pour cela les outils flèches classiquement utilisés pour représenter le transport, sont utilisés ici pour représenter toutes les transitions entre les blocs d'outils physiques. Cette mise en exergue des zones de transition répond également à une problématique externe à la reconceptualisation qui est opérée par le modèle dual. En effet l'observation de la situation actuelle en matière de gestion des risques sur la chaîne logistique rapporte souvent que ces zones de passage d'un entreposage à un transport, ou d'un transport à un entreposage représentent un maillon sensible vis-à-vis du risque sur la chaîne[48]. D'une part au niveau réglementaire c'est le lieu de rencontre de lois différentes, qu'accompagne dans beaucoup de cas, un certain flou compte tenu du caractère frontalier des activités sur ces zones, au regard de la loi. D'autre part c'est également le lieu de rencontre de procédures différentes, d'un transporteur et d'un entreposeur. Ces facteurs en font une zone très sensible vis-à-vis de la gestion du risque sur la chaîne logistique. Ainsi le traitement particulier de ces zones de la chaîne s'impose, et sa représentation particulière par l'outil flèche permet de prendre en compte cette singularité et de la mettre en exergue.

---

[48] Remarque du Ministère des Transports du Canada sur la proportion du nombre d'accidents en transport et pendant les phases de chargement / déchargement liées à ces transports (voir Tableau 2.4).

6.2.5 Représentation des niveaux de pilotage

Comme il a déjà été évoqué plus haut l'intégration de la chaîne logistique amène à prendre en compte le concept de niveaux de pilotage. Ainsi dans une volonté de représentation graphique de la résolution du problème d'intégration de la gestion des risques, la représentation de ces différents niveaux s'impose. Comme évoqué auparavant dans l'exemple concernant les niveaux logistiques, seulement deux niveaux ont été dissociés ici. Ainsi les objets physiques constituent le niveau inférieur de la chaîne, et ont été intégrés dans des objets « Entreprise », représentant le niveau supérieur. Alors les objets « Entreprise » peuvent comprendre plusieurs objets physiques, sans limite de nombre ni de type. Un objet « Entreprise » peut contenir plusieurs objets physiques de type transport, entreposage ou plateforme. Dans tous les cas l'objet « Entreprise » possède le pouvoir de coordination sur l'ensemble des objets physiques qu'il contient.

6.2.6 Mise en évidence des externalisations

A la section « 5.2 Liens contractuels entre les acteurs de la chaîne logistique » nous avions pu remarquer que ces externalisations n'étaient pas toujours visibles graphiquement sur les représentations classiques des chaînes logistiques. Cependant le problème de les représenter plus précisément se fait sentir pour deux raisons :

- D'une part le modèle de risque sur la chaîne logistique dans la partie « 5.3 Modèle de risque adapté à la structure de chaîne logistique », pose le problème de l'influence des facteurs de risque pseudo internes sur le niveau de risque global. A ce titre il est donc important de comprendre comment les entreprises influent l'une sur l'autre par la transmission des commandes contractuelles, modifiant notamment ces facteurs pseudo internes.
- D'autre part lorsque le risque se traduit en évènement accidentel, le problème de responsabilité devient crucial notamment au regard de la législation, d'où l'intérêt de voir ces phénomènes d'externalisation.

Ainsi pour représenter les externalisations, l'objet « Entreprise », déjà évoqué dans le paragraphe précédent, qui permet de représenter des limites des activités sous le contrôle direct de celle-ci, a été adjoint de l'objet « contrat ».

Également la représentation proposée pour les externalisations rend obsolète la distinction du statu de sous-traitant par rapport aux autres acteurs de la chaîne logistique. En effet dans la représentation biniveau le sous-traitant devient un simple co-contractant de la chaîne, représenté de manière homogène à tous les autres acteurs. Ceci se justifie par le fait que chacun constitue un maillon de la chaîne et qu'il s'agit d'une erreur de par exemple, considérer un sous-traitant de transport que l'entreprise choisie elle-même, différemment d'un sous-traitant de transport engagé par un commissionnaire, employé lui-même par l'entreprise comme sous-traitant d'organisation du transport. En réalité ce ne sont que divers co-contractants liés entre eux à un ou plusieurs contrats d'intervalle.

6.2.7 L'objet « Contrat »

La mise en œuvre de l'objet « Contrat » s'est avérée nécessaire suite à la volonté de représenter les externalisations, mais également afin de représenter les liens entre les différents acteurs œuvrant au sein de cette chaîne d'entreprises pour en reconstituer sa structure organisationnelle. Pour cela les objets « Contrat » permettent de mettre en évidence l'implication d'une entité « Entreprise » dans la chaîne logistique d'une marchandise, même si physiquement cette entité ne prend à aucun moment en charge la marchandise. En réalité l'utilisation de cet objet s'est avérée encore plus nécessaire dans ces cas précis de non prise en charge physique. En effet l'étude de la réglementation a montré qu'il ne suffisait pas de s'attacher aux opérateurs physiquement en contact avec la matière pour traiter le cas de la chaîne logistique des matières dangereuses mais d'y inclure également tout autre acteur en lien directs ou indirect avec la chaîne. Cet objet permet donc de représenter des phénomènes tels que la sous-traitance en cascade[49], l'écart entre les « parcours physiques » et les « parcours administratifs » des

[49] Cette problématique de sous-traitance en cascade a notamment été évoquée lors du séminaire de l'INERIS du 20 juin 2006 sur le thème du transport des matières dangereuses.

marchandises (voir la section « 6.2.8 Parcours physique, parcours administratif »), ou bien encore la notion de coordination inter entreprises dont il a déjà été question dans la section « 3.2.3.2 Niveaux de pilotage » passant entre autre par les contrats..

6.2.8 Parcours physique, parcours administratif

L'utilisation d'une double structure telle que objets « Entreprise » / « Contrats » et objets « Physiques » / « Flux Physiques », permet de mettre à jour l'existence de deux parcours. Pour toute marchandise il est distingué son parcours physique, suivant la chaîne des objets « Physiques » et des « Flux physiques », et son parcours administratif constitué d'objets « Entreprise » et « Contrats ».

6.3 Les éléments graphiques du modèle « dual »

Note sur les termes amont – aval : les flux sont considérés comme descendants pour une facilité de compréhension. Ainsi le début des flèches représente l'amont et la fin des flèches l'aval.

Le modèle dual est construit sur deux grands types d'objets :

- Les objets stratégiques;
- Les objets physiques.

6.3.1 Les objets stratégiques

La désignation de ce type d'objet se justifie par le niveau de pilotage qu'il représente. En effet ces objets sont reliés au niveau le plus haut d'une entreprise. C'est par là que sont établies les stratégies au niveau de la chaîne logistique. Les objets de ce type sont donc amenés à contenir d'autres objets représentant, eux, le niveau opérationnel de la chaîne logistique.

6.3.1.1 L'entreprise

Le but de ces objets est de représenter les entreprises en tant que possesseurs de moyens logistiques pouvant servir sur le parcours de la chaîne logistique d'une matière dangereuse, ou bien en tant qu'intermédiaires d'organisation de la chaîne. C'est

également le siège des liens stratégiques d'une chaîne logistique, c'est-à-dire de là où partent et arrivent les contrats.

Le symbole

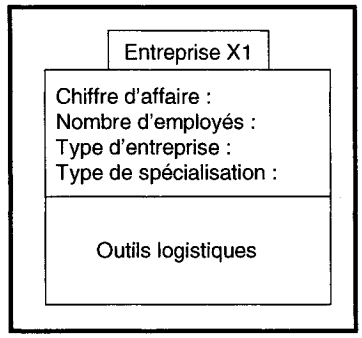


Figure 6.1 - Symbole de représentation graphique d'une entreprise

Cadres et Variables

Le cadre du haut

Ce cadre contient le nom de l'entreprise que l'objet représente.

Le cadre du milieu

Ce cadre contient les caractéristiques macroscopiques de l'entreprise, c'est donc là que réside le cœur stratégique de l'entreprise. Le modèle actuel compte quatre variables. On peut toutefois envisager l'ajout d'autres variables par la suite. Les variables actuelles sont les suivantes :

- Chiffre d'affaire;
- Nombre d'employés;
- Type d'entreprise;
- Type de spécialisation.

Chiffre d'affaire : Cette variable renseigne sur le chiffre d'affaire de l'année précédente de l'entreprise représentée. Il permet de visualiser son importance vis-à-vis des autres

acteurs de la chaîne représentée et permet notamment d'entrevoir des rapports de forces entre certains acteurs.

Nombre d'employés : Cette variable renseigne sur le nombre d'employés de l'entreprise (tous départements et toutes fonctions confondus). Là encore il s'agit de mettre en avant des indices pour entrevoir des rapports de tailles, ou de forces entre les différents acteurs.

Type d'entreprise : Cette variable permet de comprendre quel est le rôle de l'entreprise dans la structure de la chaîne logistique. Elle peut prendre quatre valeurs différentes :

- Entreprise productrice (P) : c'est une entreprise qui émet des matières sur la chaîne logistique étudiée. Elle peut ne pas avoir d'entrée de matières (dans la réalité ce n'est quasiment jamais le cas, mais ces entrées pourront être ignorées si la partie de la chaîne logistique qui nous intéresse est la partie avale). Toutefois cette entreprise peut avoir des entrées, dans ce cas elle réalise une transformation importante des matières, de sorte que l'entreprise est considérée comme émettrice d'une nouvelle matière.
- Entreprise productrice et distributrice (P&D) : cette entreprise est similaire à l'entreprise productrice, mais elle possède en plus des outils logistiques de transport.
- Intermédiaire (I) : La caractéristique première de ces entreprises est que toute matière qui y rentre, en ressort. C'est le cas de toutes les entreprises comprises entre le début et la fin de la chaîne logistique qui nous intéresse. Ce type d'entreprises regroupe les transporteurs, plateformes multimodales ou autres, et tout autre possesseur d'objets « Logistique » ou non, intervenant entre une production de matière et un consommateur final.
- Entreprise consommatrice (C) : ce sont toutes les entreprises dans lesquelles une matière entre et ne ressort pas (utilisation dans un processus, transformation de la matière, …).

Type de spécialisation : Cette variable renseigne essentiellement sur la nature spécialisée ou non en matières dangereuses de l'entreprise en question. C'est-à-dire si les activités de l'entreprise ne sont que des activités liées aux matières dangereuses (MD), ou bien si l'entreprise à également une part d'activité avec des matières non dangereuses (MD et autres).

Le cadre du bas

Le dernier cadre est en réalité un contenant des objets « Logistique » que détient l'entreprise. Les objets « Logistique » sont détaillés dans la partie « Les objets physiques ».

6.3.1.2 Les contrats

Les stratégies élaborées par les entreprises se traduisent dans la chaîne logistique par l'établissement de contrats. Dans ce modèle ces derniers sont donc représentés comme des flux qui transmettent des responsabilités et des propriétés entre les entreprises. De plus comme on a pu le voir dans le paragraphe « 5.2 Liens contractuels entre les acteurs de la chaîne logistique », les contrats de la chaîne logistique sont très importants pour comprendre les liens qu'il existe entre les conséquences d'un risque industriel et les facteurs de risque contractuel d'une autre entreprise. Il aurait été difficile d'établir des liens entre toutes les entreprises deux à deux, cependant les liens par contrats, ou bien par une chaîne de contrats permettent de reconstituer ce lien qui a été mis en évidence dans la modélisation des risques dans une structure de chaîne logistique. D'autre part le nombre de contrats composant la chaîne de contrats permet également de comprendre le niveau de lien que l'on a avec les autres acteurs de la chaîne. Ce niveau de proximité avec chaque autre acteur, cumulé avec des facteurs tels que la propriété de la matière permet de comprendre la force du lien qui lie l'entreprise en question avec l'acteur ayant connu l'accident et laisse supposer de l'amplitude des conséquences sur le risque contractuel.

Le symbole

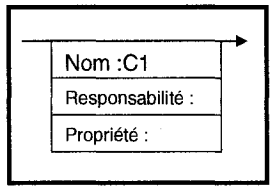


Figure 6.2 - Symbole de représentation graphique d'un contrat

Chaque contrat est représenté par une flèche allant du demandeur de service vers le fournisseur du service. Le contrat est identifié par son nom, présent dans la première case du tableau des attributs attaché à la flèche.

Les variables

On associe à chaque contrat deux types de variables :

Les variables de contrat principales

Ces variables représentent les deux variables permettant de faire fonctionner le modèle et d'obtenir une représentation graphique illustrant le transfert des responsabilités et de la propriété le long de la chaîne logistique. Ce sont les deux variables suivantes :

- Propriété de la matière : cette variable permet de connaître le propriétaire de la matière qui est transportée. Les valeurs possibles sont l'ensemble des noms d'entreprises comprises dans le schéma de la chaîne logistique. La valeur de cette variable est imposée par le contrat. Elle indique qui est propriétaire de la matière à la destination de la variable contrat, c'est-à-dire à l'entrée de la flèche contrat dans le co-contractant aval. La valeur de la variable reste inchangée jusqu'à la rencontre d'un nouveau contrat, et donc la sortie de cette entreprise.
- Responsabilité en cas d'accident : cette variable peut prendre trois valeurs (acteur amont, acteur aval, partagée). Elle indique à qui revient la responsabilité des conséquences vis-à-vis de l'opération logistique pour laquelle est signé le contrat. Par exemple dans le cas de l'intervention d'un commissionnaire logistique sur la chaîne, cette variable permet de suivre à quel moment l'acteur

amont lâche sa responsabilité vis-à-vis de l'opération logistique avale. La valeur de la variable reste inchangée jusqu'à la rencontre d'un nouveau contrat, et donc la sortie de cette entreprise.

Les variables de contrat secondaires

Aux deux variables principales ont peut parfois ajouter d'autres variables secondaires. Compte tenu du contexte de gestion de la chaîne et des renseignements disponibles, il n'est cependant pas toujours possible de leur attribuer une valeur. Ces variables sont :

- Quantité totale : Cette variable représente la quantité totale pour laquelle à été signé le contrat. Il n'est pas toujours possible de la remplir les contrats ne comportant pas forcément de quantité totale précise.
- Volume commercial : Cette variable représente le montant financier que représente le contrat en question. Cependant là encore le contrat ne précise pas toujours un montant total à terme pour le contrat.
- Durée du contrat : Cette variable donne la durée pour laquelle a été signé le contrat.
- Date de signature du contrat : Cette variable donne la date de signature du contrat. A l'aide de la variable de durée de contrat on peut alors déterminer la date d'achèvement du contrat. Cela permet notamment de replacer l'aspect stratégique de la représentation dans le temps.
- Possibilités de modification du contrat : Cette variable évalue de manière subjective les possibilités de modifier le contrat avant le terme de celui-ci. On peut utiliser ici des échelles telles que « impossible, difficilement, possible, facilement ». On peut également évaluer à l'aide d'une échelle de pictogrammes « --, -, +, ++ ».

On constate que les données représentées par ces variables ne sont pas toujours disponibles pour une entreprise externe essayant de modéliser sa chaîne logistique ; d'autre part dans une logique de *lean management* où toutes les entreprises discutent

ensemble de leur stratégie commune, des variables telles que « Possibilité de modification du contrat » deviennent inappropriées. C'est pour ces raisons que ces variables sont simplement secondaires. Elles peuvent amener des informations pertinentes mais ne sont pas indispensables au bon fonctionnement du modèle de représentation.

Chaque flèche représentant un contrat part des contours d'une entreprise, pour arriver sur les contours d'une autre, comme sur la Figure 6.3.

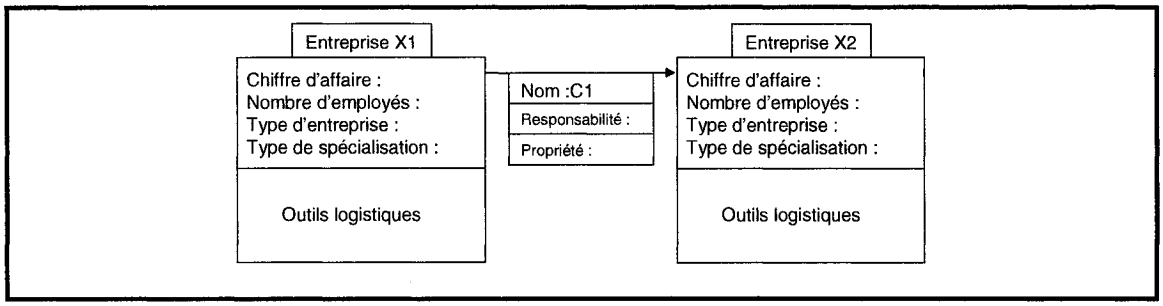


Figure 6.3 - Exemple d'utilisation des objets "Entreprise" et "Contrat"

6.3.2 Les objets physiques

Ces objets représentent le niveau inférieur au niveau stratégique vu dans la partie précédente. La stratégie laisse alors la place aux flux logistiques et aux déplacements physiques des marchandises. Dans ce type d'objet on trouve deux objets différents. D'une part les objets représentant les arrêts ou les mouvements des matières. D'autre part on retrouve des objets représentant les chargements et déchargements. En effet la volonté exprimée dans les parties précédentes de mettre en lumière ces parties singulières et trop souvent males représentées de la chaîne logistique a amené à lui attribuer un objet de représentation particulier.

6.3.2.1 Les objets logistiques

Ces objets représentent les moyens physiques qu'il peut exister sur une chaîne logistique, c'est-à-dire des camions, des trains, des entrepôts, ... Ils sont obligatoirement contenus dans la partie inférieure d'un objet « Entreprise ». Soit une entreprise possède l'outil logistique qu'elle souhaite utiliser, soit elle établira par l'intermédiaire d'un

contrat, ou d'une chaîne de contrats, le recours à une autre entreprise qui possède l'objet « Logistique » recherché.

Le symbole

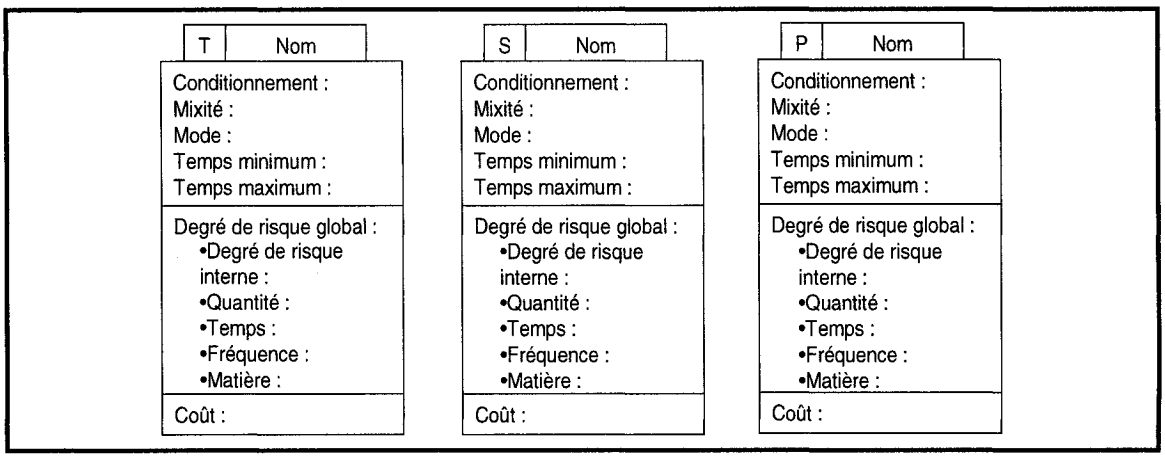


Figure 6.4 - Symboles de représentation des objets de type "Logistique"

Cadres et variables

Le cadre en haut à gauche

Ce cadre contient l'indice de type d'objet logistique. Il existe trois types d'objets « Logistique » :

- Les objets « Logistique » de transport représentés par la lettre « T ».
- Les objets « Logistique » d'entreposage représentés par la lettre « S ».
- Les plateformes représentées par la lettre « P ».

Le cadre en haut à droite

Ce cadre contient le nom de l'objet logistique en question.

La partie inférieure du symbole se décompose en trois parties représentant trois types de variables. De haut en bas ces cadres contiennent :

Les variables liées à l'aspect logistique

Conditionnement : Cette variable donne le type de conditionnement de la matière. Elle peut prendre comme valeur : vrac, citerne, petit contenant[50], palette,...

Mixité : Cette variable permet de représenter si l'activité en question est uniquement exécutée dans un contexte de matières dangereuses ou non. Par exemple dans le cas d'un transport cette variable indique si le chargement contient uniquement des matières dangereuses ou non. Cette variable peut prendre deux valeurs : « OUI » ou « NON ».

Mode : cette variable permet d'indiquer le mode de transport dont il est question sur la partie de chaîne logistique concernée. Elle peut prendre comme valeur : Route, Rail, Canalisation, Bateau, Avion.

Temps minimum : Cette variable donne le temps minimum nécessaire pour parcourir cette partie de la chaîne logistique, comme par exemple un tant de voyage minimum en bateau.

Temps maximum : Cette variable donne le temps maximum possible dont on dispose pour parcourir cette partie de la chaîne logistique, comme par exemple un temps d'entreposage maximum réglementaire sur une plateforme.

Les variables liées à l'aspect risque

On retrouve ici les variables liées au modèle de risque de la partie « 5.3 Modèle de risque adapté à la structure de chaîne logistique ». La valeur de certaines de ces variables résulte de données contractuelles, d'autres comme les degrés de risque résultent d'inspection sur site.

- Degré de risque global : c'est le degré de risque global après toutes les corrections et compte tenu des valeurs des autres variables de ce cadre.

[50] Pour un petit contenant on peut par exemple prendre la définition du Ministère des transports du Québec qui donne le chiffre de 450 litres comme contenance limite maximale.

- Degré de risque interne : c'est le degré de risque interne obtenu après la correction d'activité (transport, entreposage, manutention).
- Quantité : c'est la quantité par envoi, donc par trajet, ou bien entreposée à chaque envoi, ou bien manutentionnée à chaque envoi.
- Temps : c'est le temps qui est pris à chaque envoi pour parcourir cette partie de la chaîne logistique. Ce temps doit être compris entre le temps minimum et le temps maximum indiqué dans le cadre dédié aux variables logistiques.
- Fréquence : c'est la fréquence à laquelle l'activité se fait.
- Matière : c'est la matière dont il est question dans la représentation en question.

Les variables liées à l'aspect coût

Dans son état actuel le modèle ne possède ici qu'une variable. Il est possible de détailler ces variables en coûts dépendant de certains paramètres, et en paramètres correspondant, mais pour l'instant seul la variable « Coût » apparaît dans cette partie.

Coût : cette variable représente le coût que l'entreprise demandeuse du contrat, donc utilisatrice de l'outil logistique en question, paye à l'entreprise qui fournit le service (ou le coût de revient si cela est effectué en interne).

6.3.2.2 Les flux physiques

Cet objet permet de représenter les chargements et déchargements de matières. Ainsi cette partie de la chaîne logistique possède son propre objet de représentation pour l'identifier de manière particulière.

Le symbole

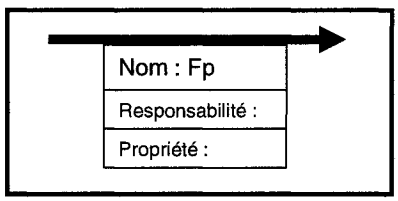


Figure 6.5 - Symbole de représentation d'un objet "Flux physique"

Chaque manutention de matière est représentée par une flèche telle celle présentée en exemple Figure 6.5.

Pour bien la différencier des flèches de contrat elle est représentée de manière plus épaisse. D'autre part ces flèches de flux physiques ne sortent d'un objet « Entreprise » que par la partie inférieure et provenant d'un objet « Logistique », et n'entrent dans un autre objet « Entreprise » pour se diriger vers un des objets « Logistique » de l'entreprise réceptrice. On peut également trouver des flèches restant à l'interne d'un objet « Entreprise ».

Chaque flèche est repérée par son nom. Son orientation se fait dans le sens physique du flux de matière (de l'expéditeur vers le récepteur). Une flèche ne peut cependant pas lier deux objets « Logistique » de deux entreprises différentes, si aucun contrat, ou chaîne de contrat concernant ce flux physique ne sont présents entre ces deux entreprises.

Les variables

Deux variables sont associées à cet objet :

- Propriété de la matière : cette variable permet de connaître le propriétaire de la matière. L'ensemble des valeurs possibles correspond à l'ensemble des noms d'entreprises présentes dans la chaîne logistique considérée. La valeur de cette variable est directement imposée par les contraintes contractuelles. Cette valeur correspond au nom du propriétaire de la matière à l'entrée de l'entreprise avale, et cette valeur reste inchangée jusqu'à l'entrée dans une autre entreprise.
- Responsabilité des manipulations: cette variable permet d'identifier qui est responsable des manutentions de matières représentées par la flèche. La valeur de cette variable correspond au nom de l'entreprise responsable de la manutention.

Dans certains cas comme celui de la sous-traitance des opérations de manutention on peut également ajouter un attribut de coût qui prendra la valeur du coût facturé pour le service de la manutention de la matière.

6.3.2.3 Flux physique d'extrémité

Le symbole

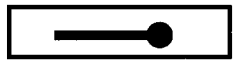


Figure 6.6 - Symbole de représentation d'un objet "Flux physique d'extrémité"

Afin de pouvoir arrêter la représentation de la chaîne là où on le souhaite, il a été mis en place des objets physiques particuliers qui représentent des sources ou des puits de marchandises. Leur symbole est constitué d'un trait qui se termine par une boule.

Il s'utilise en se substituant à la flèche de flux physique à l'endroit où l'on souhaite tronquer notre représentation. La boule représentant l'extrémité amont ou avale de la chaîne logistique.

Aucune variable ne lui est attachée car il représente la limite externe de la zone d'étude.

6.3.3 Exemples de représentation avec le modèle dual

Exemple 1

Soit un exemple d'une chaîne logistique composée de deux entreprises et pouvant être représentée de manière classique par la Figure 6.7.

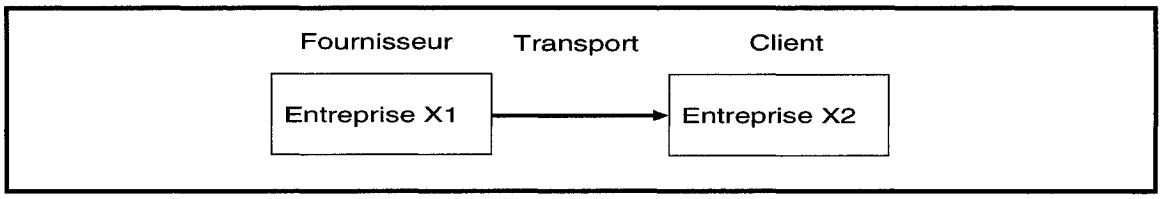


Figure 6.7 - Représentation de l'Exemple 1 à l'aide d'une représentation logistique classique

La Figure 6.8 donne une transformation de cette représentation (Figure 6.7), par le modèle proposé. Ainsi cette nouvelle représentation fait apparaître les liens contractuels, ainsi que la décomposition en « outils logistiques », ce qui amène notamment à modifier complètement la représentation de la partie transport et à redonner une importance égale à la représentation du transport et de l'entreposage. Elle fait également apparaître les attributs associés à chaque objet du modèle.

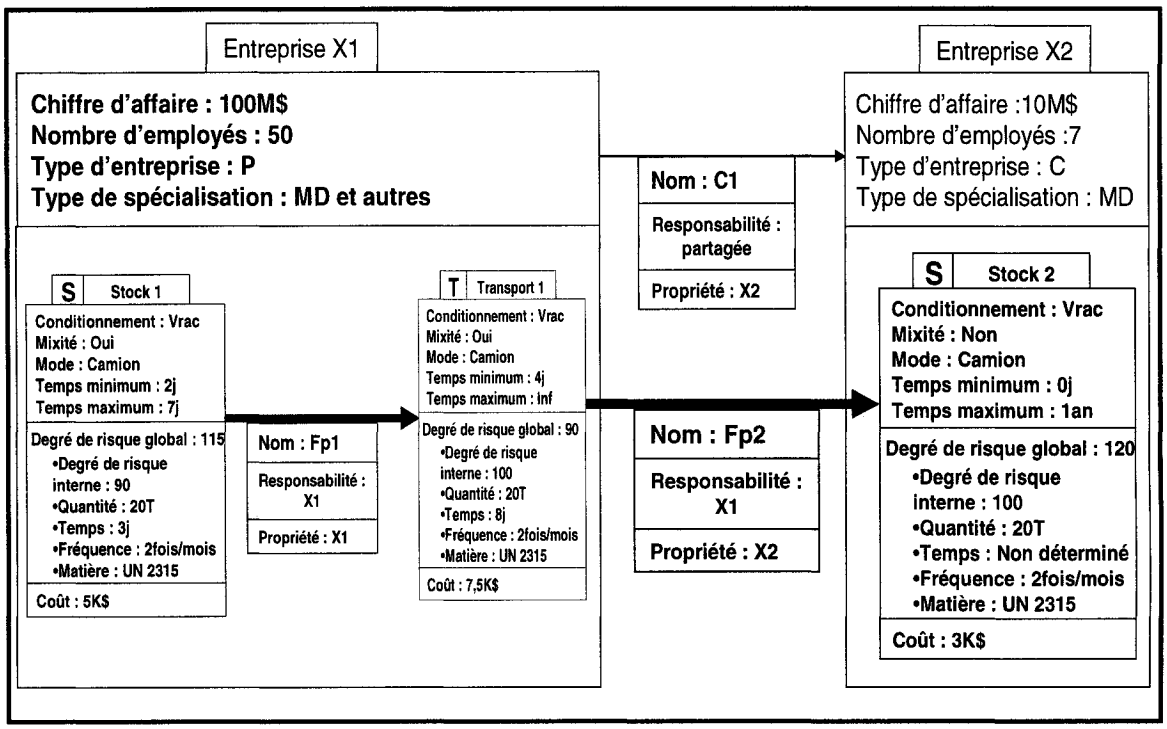


Figure 6.8 – Représentation de l'Exemple 1 à l'aide du modèle dual

Cependant, comme on peut le constater sur la Figure 6.8 la mise en évidence sur le schéma des variables peut parfois amener à des écritures petites et alors inutiles. Dans les cas où la taille de représentation doit rester petite on pourrait alors faire apparaître les valeurs des variables de chaque objet dans des tableaux séparés du schéma.

Exemple 2

Soit un exemple d'une partie de chaîne logistique comprenant une entreprise productrice d'un produit chimique qui expédie une partie de sa production vers un de ses clients en utilisant un transport par camion, suivi d'un transport par bateau. La Figure 6.9 donne la représentation classique de cet exemple.

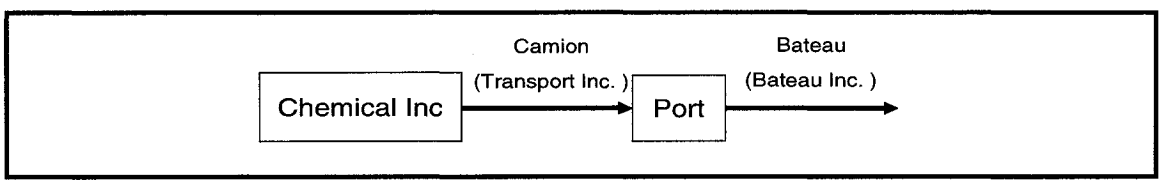


Figure 6.9 - Représentation de l'Exemple 2 à l'aide d'une représentation logistique classique

Or en réalité si le transport par camion est contracté directement par l'entreprise Chemical Inc., le reste du transport est un service fourni par l'entreprise Transport Inc. à l'entreprise Chemical Inc. Pour organiser celui-ci l'entreprise Transport Inc. passe par un commissionnaire de transport, qui lui-même va faire appel à un agent maritime pour organiser le transport par bateau. La Figure 6.9 en s'attachant plus précisément au parcours physique de la matière, ne fait pas apparaître cette complexité d'acteurs.

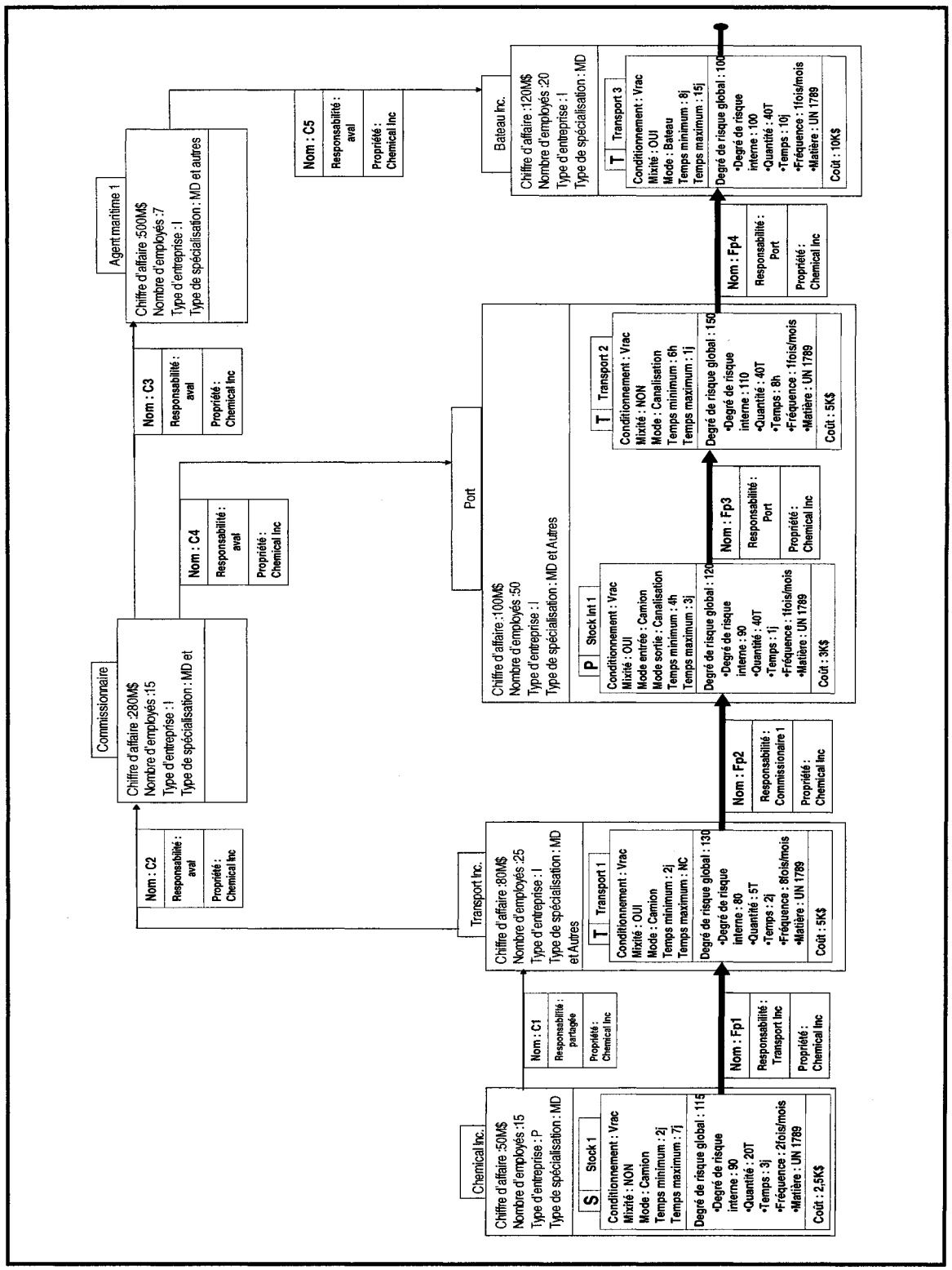


Figure 6.10 – Représentation de l'Exemple 2 à l'aide du modèle dual

La Figure 6.10 permet ainsi de représenter les différents acteurs en présence, ainsi que le parcours administratif de la matière, de même que son parcours physique.

Le but de ce deuxième exemple est de montrer la complexité des liens d'acteurs qui peuvent composer une chaîne logistique. En effet dans une logique de gestion des risques sur l'ensemble de la chaîne logistique, il devient nécessaire de bien représenter l'ensemble des acteurs de la chaîne d'une manière exhaustive afin que chaque autre acteur puisse s'assurer qu'il n'existe aucun « maillon faible », de manière à se protéger du risque de propagation des conséquences d'un accident, à travers cette chaîne.

CHAPITRE 7 : ILLUSTRATION PAR UN CAS RÉEL

Le but de cette étude de cas est de confronter à la pratique le modèle « dual » de représentation détaillé à la partie « CHAPITRE 6 : LA REPRÉSENTATION BINIVEAU : UN ESSAI DE REPRÉSENTATION PLUS PRÉCIS POUR LA GESTION DES RISQUES ». Cette confrontation permet ainsi de comprendre la validité du modèle, sa pertinence et ses limites dans le cadre d'une utilisation sur des situations réelles. La chronologie du déroulement de cette étude de cas est donnée par la Figure 7.1.

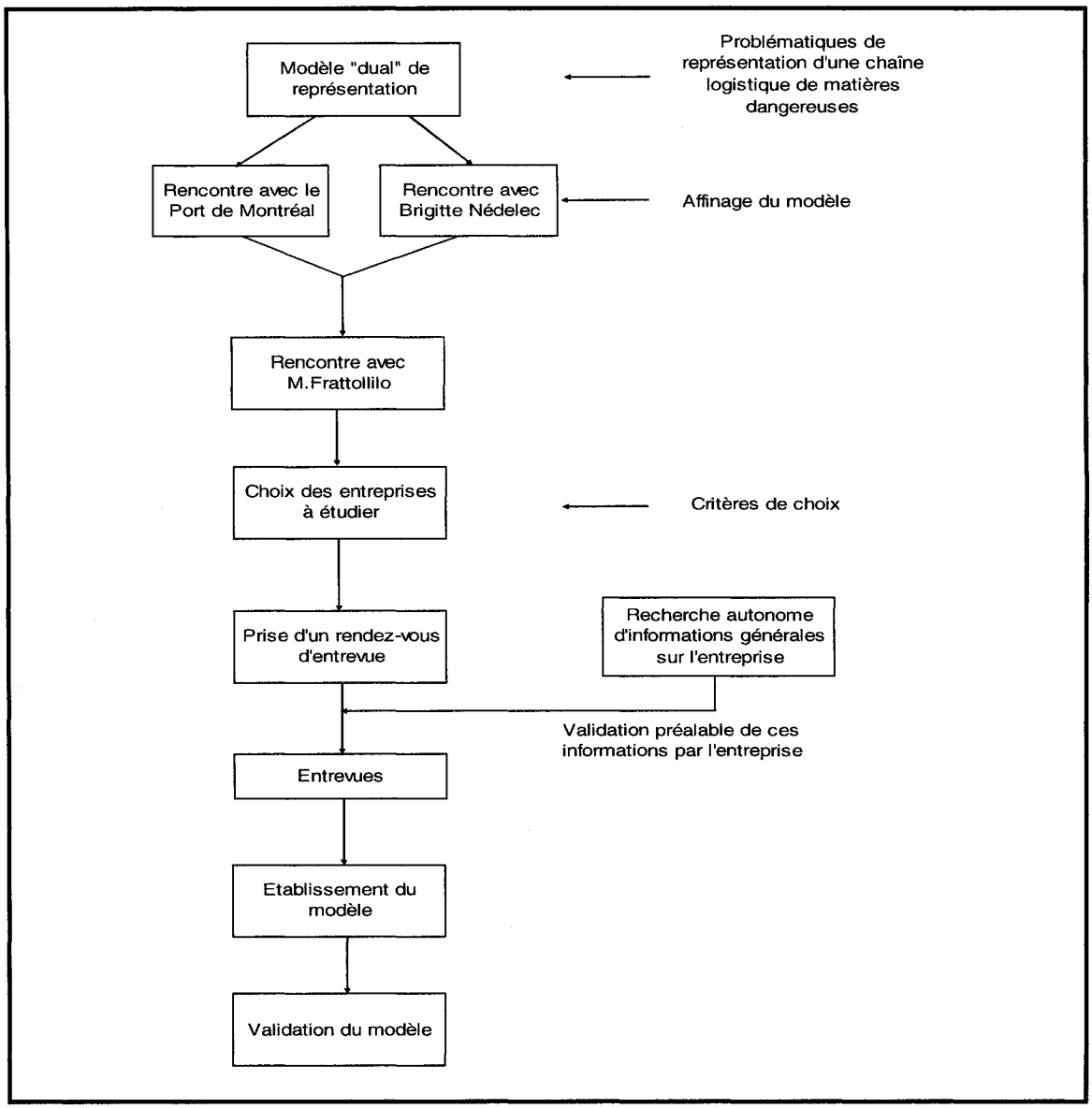


Figure 7.1 - Chronogramme méthodologique de l'étude de cas

Note : Mme Brigitte Nédelec, mentionnée dans la méthodologie, est la responsable du projet GLOBAL à l'INERIS.

7.1 Méthodologie de l'étude de cas

Choix des entreprises

Le choix des entreprises des entreprises à rencontrer s'est fait sur six critères. Ces derniers étaient destinés à resserrer le nombre des entreprises potentiellement étudiables

et ont permis de ne garder que les entreprises qui correspondaient bien au but de cette étude de cas

Les critères de sélection des entreprises ont été les suivants :

- Entreprise possédant un système logistique à plusieurs acteurs ;
- Entreprise possédant un système logistique avec plusieurs modes de transport ;
- Entreprise pour laquelle il est possible de s'intéresser à la fois aux activités de transport, de manutention et d'entreposage.

L'ensemble de ces critères est destiné à assurer que la situation à représenter soit assez complexe pour qu'il soit réellement valorisant d'utiliser le modèle proposé. En effet dans le cas d'une situation trop simple, il ne sera pas du tout intéressant de mettre en œuvre une étude car les fonctionnalités du modèle telle que la mise en exergue de l'objet « Contrat », ou bien la représentation des externalisations ne seraient pas du tout utilisées.

- Entreprise possédant un responsable logistique capable de répondre aux questions sur les activités logistiques de son entreprise, aussi bien que de celle des autres membres de la chaîne à laquelle son entreprise appartient.
- Entreprise étant intéressée par une telle problématique.

Ces critères sont destinés à s'assurer qu'il sera possible de recueillir chez l'entreprise visitée assez d'informations pour pouvoir représenter la chaîne logistique aussi bien sur la partie interne à l'entreprise, mais également d'une manière plus large, en représentant également les co-contractants.

- Entreprise aux activités liées de manière exclusive ou de manière mixte avec des matières dangereuses.

Même si ce critère parait trivial compte tenu du cadre de l'étude il se doit être pris en compte pour assurer de rester dans le contexte spécifique de la logistique des matières dangereuses.

Les entrevues

En réalité les contacts se sont fait en deux phases. Tout d'abord nous avons rencontré M. Frattollilo[51]. Cette entrevue n'était pas destinée à recueillir des informations précises pour la construction d'un cas, mais au contraire, elle servait à préparer les entrevues suivantes, à affiner la méthodologie, et surtout à choisir les entreprises que nous allions étudier, ainsi qu'à définir les personnes à contacter.

Par la suite, pour des raisons de commodité de nos contacts, les entrevues suivantes se sont déroulées à travers un seul contact, par la voie de conversations téléphoniques, ou d'échange de courriels. Cette personne[52] a centralisé les informations demandées sur les trois entreprises étudiées et a été notre interlocuteur unique pour l'étude.

Choix des personnes à rencontrer

L'étude présentant une double focalisation sur le risque et sur la logistique des matières dangereuses, le choix de la personne à rencontrer au sein de l'entreprise a oscillé entre une personne principalement mandatée pour gérer les risques, ou bien une personne mandatée pour la gestion logistique, ou bien même les deux. Le choix a été fait de se focaliser plus sur le responsable logistique des entreprises. Ceci a pour avantage de ne pas devoir rencontrer deux personnes. Mais surtout il est apparu que la validation souhaitée était plus un problème logistique. En effet si le responsable logistique est capable de parler de risque vis-à-vis de son activité, il est nettement moins probable que le gestionnaire de risque puisse donner les informations logistiques principalement requises dans le cadre de cette étude de cas. Ainsi, et là encore sur les conseils de M. Frattollilo, le choix a été fait de rencontrer les responsables logistiques des entreprises étudiées.

Informations à recueillir

Le but de cette étude de cas était plus spécifiquement la validation du modèle de représentation biniveau. Ainsi le choix a été fait de ne pas se focaliser sur les

[51] M.Frattillilo est le directeur général de l'Association Industrielle de l'Est de Montréal (AIEM).
[52] M.Brunelle, directeur de l'entreprise Coastal, une des trois entreprises retenues pour le cas d'étude.

informations concernant les coûts, et même d'abandonner simplement les informations concernant les risques. Ceci a permis une approche plus simple des entreprises en retirant le problème de divulgation d'informations trop sensibles. L'étude de cas devait donc évaluer les questions suivantes :

- Les outils proposés par le modèle dual sont-ils aptes à représenter les situations de la réalité ?
- Les attributs associés à chaque objet sont-ils pertinents ?

Alors, les informations demandées étaient les champs des objets « Entreprise », les champs des objets « Contrat », les champs des objets « Flux physique », la partie logistique des champs relatifs aux objets « Outils logistique », ainsi que la structure logistique de la chaîne.

7.2 Entreprises retenues

Suite à l'entrevue avec M. Frattollilo, le choix du cas d'étude s'est porté sur une chaîne logistique particulière de l'« Est de Montréal »[53]. La « chaîne du polyester » regroupe trois entreprises de l'« Est de Montréal » : Coastal, Interquisa Canada et PTTpolycanada. La particularité de ces entreprises tient au fait qu'elle rassemble dans l'espace de quelques kilomètres une chaîne complète de production avec deux transformations intermédiaires. En effet comme le montre la Figure 7.2les produits de Coastal sont utilisés par Interquisa Canada, qui transforme ceux-ci en un autre produit utilisé à son tour par pttpolycanada. L'intérêt d'une telle chaîne pour le cas d'étude est ainsi d'utiliser cette proximité géographique pour prendre en compte plus facilement un cas à plusieurs acteurs. D'autre part ce cas fait intervenir des transports par train et canalisation avec également la proximité du port de Montréal. Toutes ces caractéristiques ont permis d'autant mieux de réaliser un cas d'étude avec le minimum requis de complexité. Il est à noter toutefois un bémol à cette proximité géographique en effet elle supprime en grande

[53] Désignation de la région est de l'île de Montréal (Québec, Canada) qui regroupe un grand nombre d'usines d'hydrocarbure et de chimie.

partie l'utilisation de sous-traitance (et encore plus de sous-traitance en cascade), ainsi que l'utilisation de commissionnaires de transport.

7.3 Modèle

Le cas d'étude est représenté sous la forme d'une représentation logistique classique sur la Figure 7.2

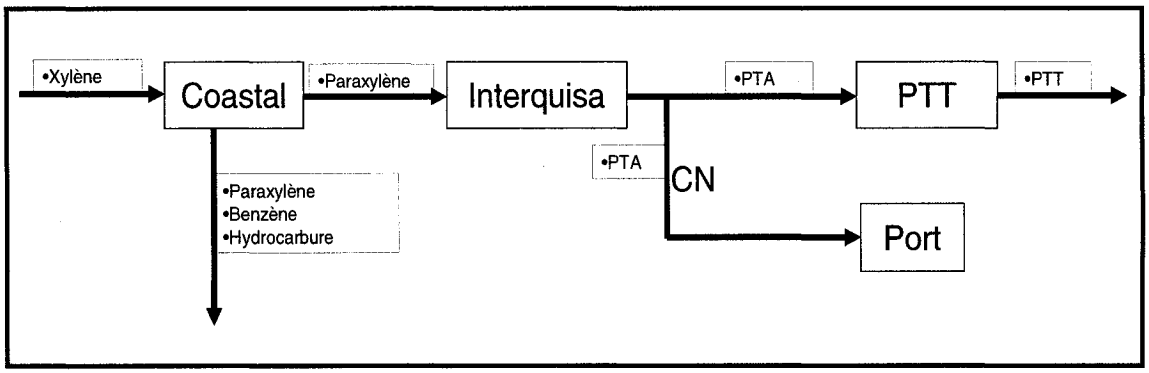


Figure 7.2 - Représentation sous forme classique du cas d'étude

L'entreprise Coastal s'alimente en xylène par bateau, canalisation ou train, puis l'entrepose dans des réservoirs de 30000 tonnes métriques (tm), avant de l'utiliser au taux de 1400 tm par jour pour produire 1000 tm de paraxylène, 300 tm de benzène et 100tm d'hydrocarbure. Le paraxylène produit est ensuite entreposé dans des réservoirs d'une capacité de 30000 tm, avant d'être expédié chez un client par bateau, ou bien acheminé sur le site de production d'Interquisa par une canalisation d'un kilomètre de long. Cette canalisation est la propriété de l'entreprise Interquisa, et cette dernière prend possession du paraxylène dès sa sortie du site de production de l'usine Coastal. Arrivé sur le site d'Interquisa le paraxylène est entreposé dans un réservoir de 5000 tm, avant d'être utilisé à raison de 1000 tm par jour pour produire 1500 tm de PTA[54].

Ce PTA[55] est ensuite entreposé dans un réservoir de 7500 tm, avant d'être envoyé par train, puis bateau, via le port de Montréal, vers les clients éloignés. Une partie du PTA

[54] La différence de masse s'explique notamment par l'ajout de composés tels que de l'oxygène lors de la fabrication. Pour simplifier ces composés n'ont pas été pris en compte.
[55] PTA : acide téréphtalique purifié (aussi désigné par ATP)

est également envoyé vers le site de l'usine PTT[56] par train, dans des wagons appartenant à Interquisa.

L'entreprise effectuant le convoyage des wagons est le Canadian National (CN).Lors du convoyage la propriété de la matière reste à l'entreprise Interquisa.

Arrivé sur le site de l'usine PTTpolycanada, le PTA devient propriété de PTTpolycanada uniquement lors du déchargement des wagons. Il est ensuite entreposé dans un réservoir de 1500 tm. Puis 300 tm de PTA sont consommées chaque jour pour produire 300 tm de PTT entreposées par la suite dans un réservoir de 1500 tm.

Les figures Figure 7.3Figure 7.4Figure 7.5Figure 7.6 représente respectivement les entreprises Coastal, Interquisa, Canadian National et PTTpolycanada de l'étude de cas à l'aide de la représentation « biniveau ».

[56] PTT : polytriméthylène téréphtalate

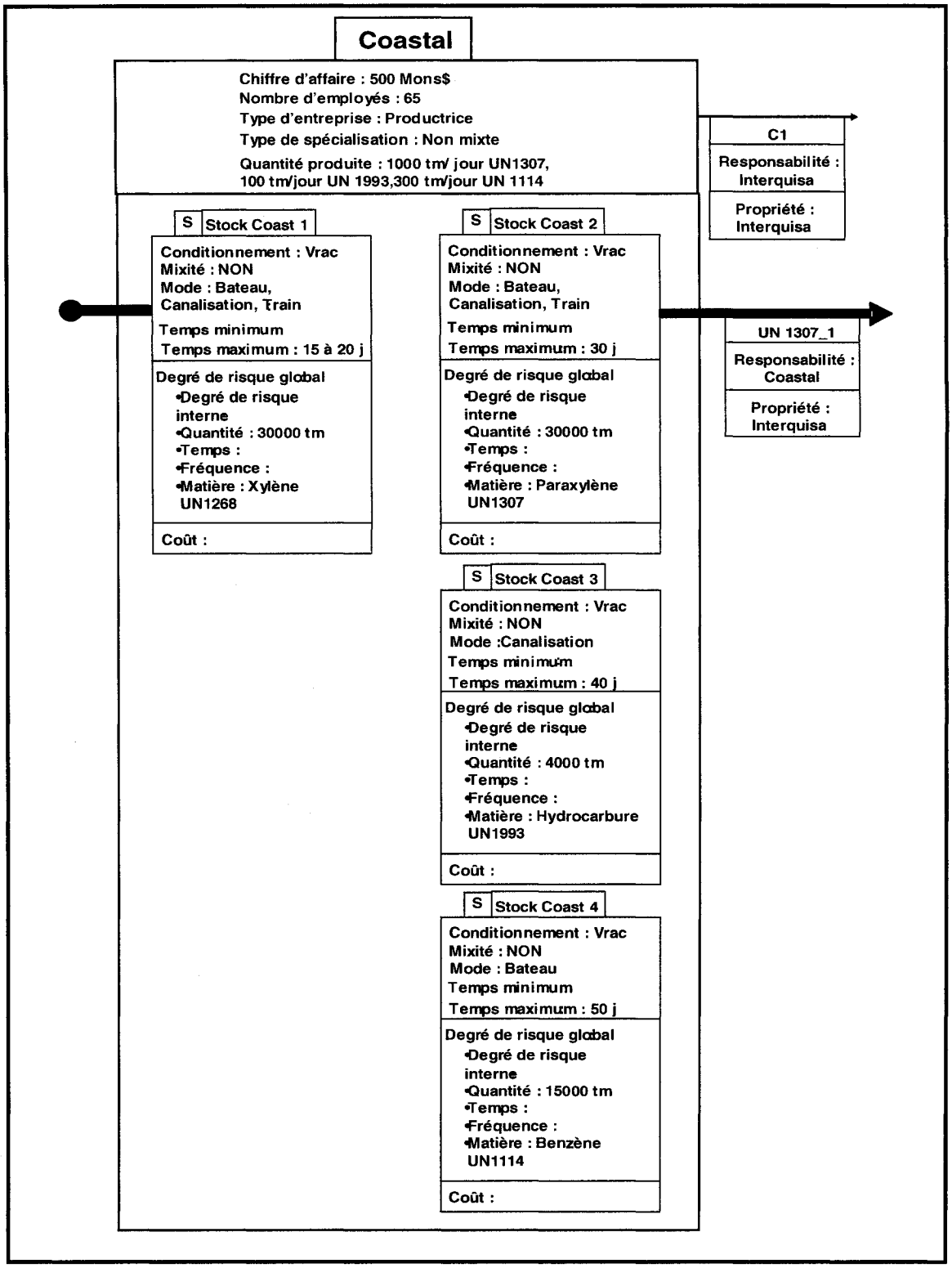


Figure 7.3 - Représentation "biniveau" de l'entreprise Coastal

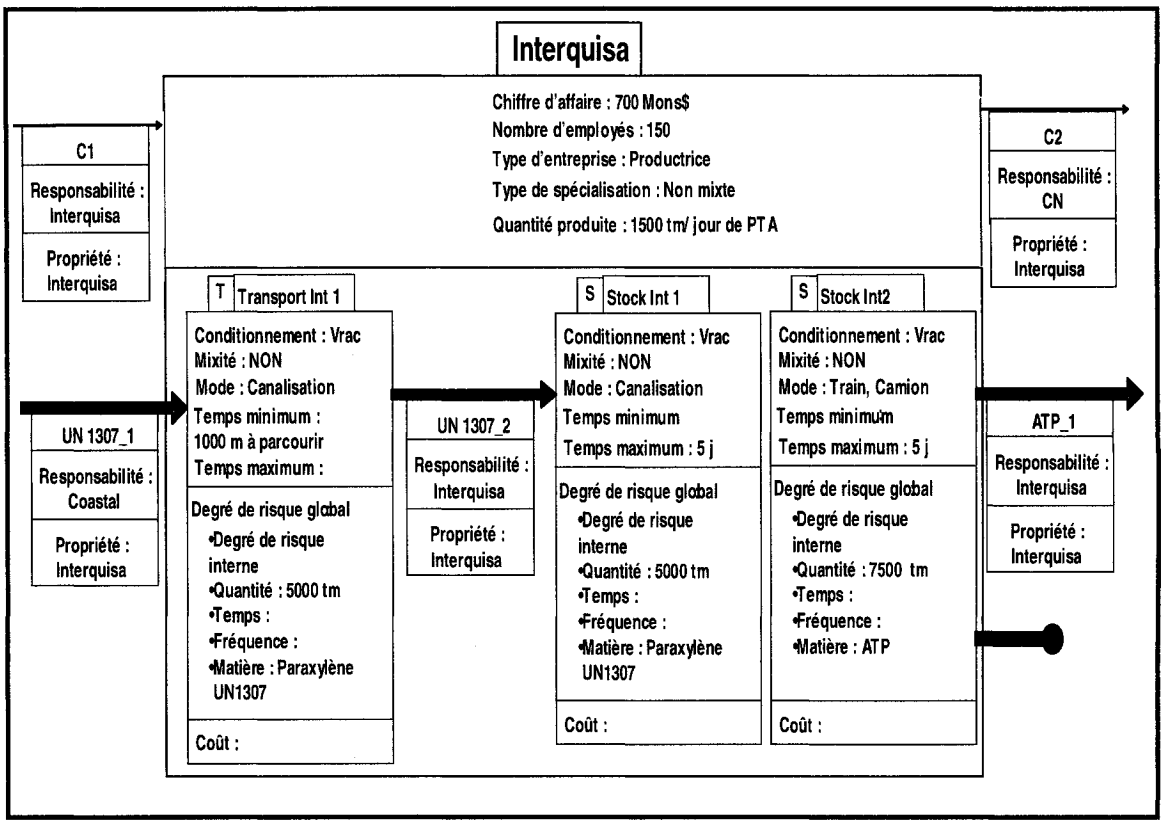


Figure 7.4 - Représentation "biniveau" de l'entreprise Interquisa Canada

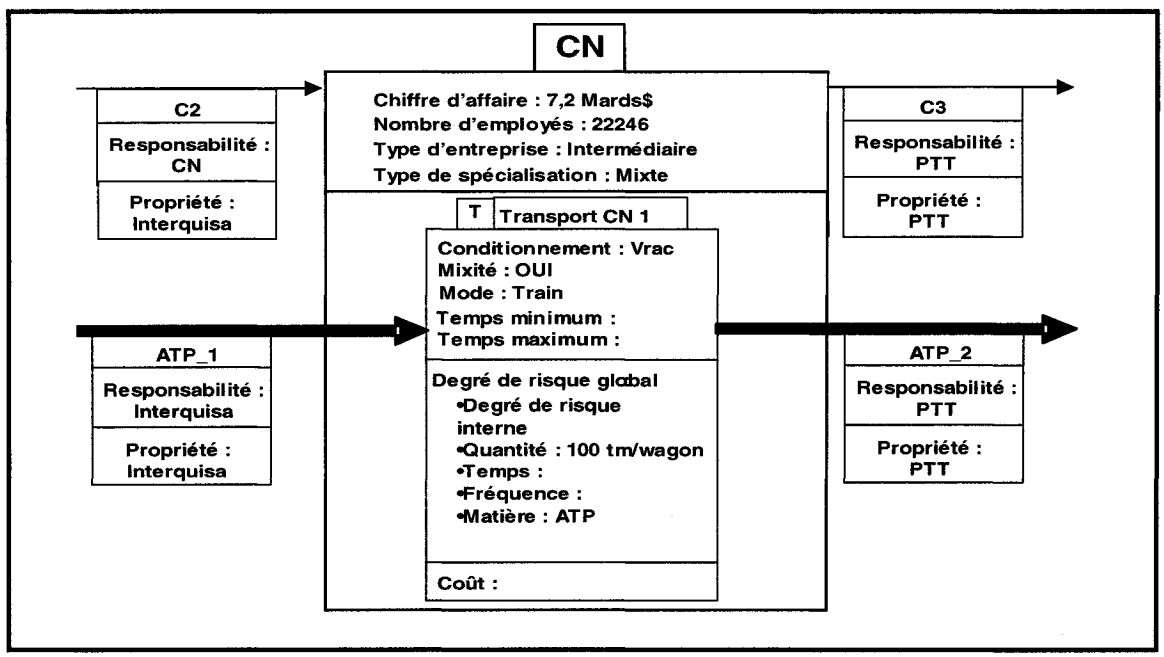


Figure 7.5 - Représentation "biniveau" de l'entreprise Canadian National (CN)

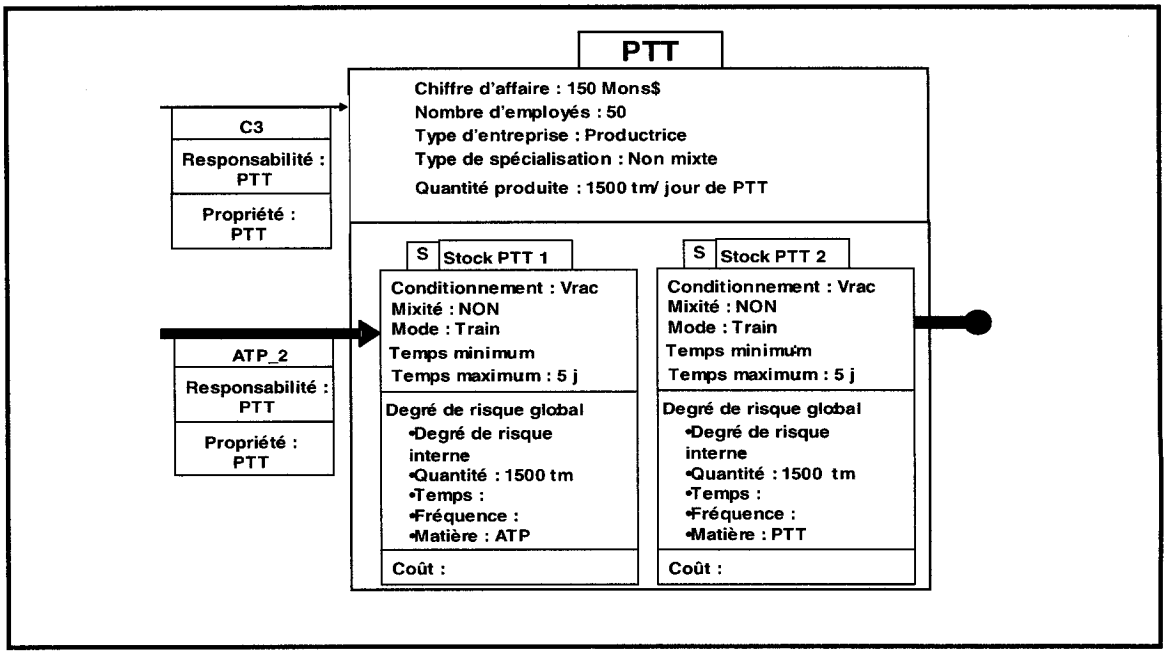


Figure 7.6 - Représentation "biniveau" de l'entreprise PTTpolycanada

Notes :

- Le schéma assemblé de la chaîne logistique du Polyester est disponible en ANNEXE 3.
- Dans les représentations des entreprises Coastal, Interquisa Canada, PTTpolycanada, et notamment Canadian National nous n'avons retenu que les parties significatives, impliquées de la chaîne logistique en question.

7.4 Aspect réglementaire

Sur cette illustration de mise en œuvre de la représentation biniveau, nous avons également tenté de représenter le contexte législatif qui régit chaque activité en précisant les limites d'applications de chaque loi (voir ANNEXE 3). Il faut cependant noter que cela n'a pu être fait uniquement sur la partie physique des flux représentés. En effet une représentation sur la partie organisationnelle (stratégique) nécessiterait une étude excessivement plus approfondie de ces réglementations, afin d'en saisir l'ensemble des détails et de bien interpréter les textes de lois. Cette extension de l'étude sortant du cadre

de ce mémoire, nous nous sommes limité au positionnement des principaux règlements sur la partie physique de la représentation biniveau.

Les règlements intervenant dans ce cas sont :

Pour les parties transport :

- 4.2.1 Loi de 1992 sur le TMD (dans le cas où le transport passe sur des parties sous le contrôle fédéral) ;
- 4.3.1 Code de la sécurité routière ;
- 4.3.6 Code municipal du Québec et loi sur les cités et villes (Ces règlements interviennent de manière indirecte, en réalité le transport doit respecter les contraintes que les municipalités imposent en appuyant leur pouvoir sur ces règlements.) ;
- 4.3.7 Loi sur la santé et la sécurité du travail.

Pour les parties entreposage :

- 4.2.3 Loi canadienne sur la protection de l'environnement de 1999 (sur les domaines de compétences fédérales telle que par exemple l'émission de rejets polluants dans l'air) ;
- 4.3.2 Loi sur la sécurité civile ;
- 4.3.3 Loi sur la qualité de l'environnement (sur les domaines de compétences provinciales telle que par exemple la contamination du sol) ;
- 4.3.6 Code municipal du Québec et loi sur les cités et villes (Comme dans le cas du transport, ces règlements donnent la possibilité aux villes et municipalités d'imposer des contraintes, mais ne contraignent pas directement les activités des entreprises.) ;
- 4.3.7 Loi sur la santé et la sécurité du travail.

Les autres règlements énoncés au chapitre 4 concernant le cadre réglementaire n'interviennent pas. En effet les matières misent en cause n'étant ni des pesticides, ni considérées par la loi sur les équipements pétroliers, ni des produits explosifs, ou des produits contrôlés par la loi sur les produits dangereux, ces autres règlements n'interviennent pas dans le cas étudié.

Il est à noter qu'un autre règlement qui n'est pas cité dans la liste des règlements du chapitre 4 intervient sur ce cas. En effet la partie de transport par canalisation est sous le contrôle du code national du bâtiment.

7.5 Analyse

Cette étude de cas n'a pas permis de mettre en œuvre des cas de représentation de sous-traitance en cascade, d'appel à des commissionnaires de transport, ainsi qu'un certain nombre d'autres stratégies logistiques mises en œuvre par les entreprises. Elle permet toutefois de dresser un premier bilan de la mise en œuvre des modifications proposées par la représentation « biniveau ». Il est notamment possible de tirer des conclusions en ce qui concerne les attributs à prendre en compte, ainsi qu'en ce qui concerne les changements structurels que propose cette étude.

Les attributs

En ce qui concerne les attributs proposés, le bilan est assez mitigé. Bien que n'ayant pas été tous testés, il semble que cette partie requière des modifications. En effet les attributs que cette étude propose de prendre en compte semblent manquer de précisions face à la complexité des problématiques logistiques.

Par exemple, nous avons pu nous apercevoir que lorsque que nous parlions de la variable « temps », avec notre contact, ce dernier voyait cela comme le délai de planification des commandes. Il s'avère que compte tenu de la proximité géographique des entreprises, la variable du temps de transport n'est pas primordiale dans le cas étudié. Les variables de temps les plus importantes à prendre en compte auraient été dans notre cas, le temps de planification des approvisionnements, ainsi que le temps de roulement des wagons (le

temps que mettent les wagons pour faire un roulement Interquisa-PTT-Interquisa). Cette problématique du manque de raffinement des attributs à renseigner s'est également faite sentir sur d'autres attributs tels que la quantité ou la nature de l'entreprise.

En ce qui concerne la quantité, cette étude propose de prendre en compte comme valeur de cet attribut, la quantité moyenne par envoi. Cependant pour une gestion du risque il serait intéressant de considérer également la quantité du contenant maximal.

Quant à la nature de l'entreprise, il s'est avéré qu'il n'existe pas un grand intérêt de la prendre en compte. Dans sa forme actuelle, cet attribut a du mal à caractériser une entreprise qui consomme une matière pour la transformer et redistribuer une autre matière. Dans ce cas l'utilisation de cet attribut reste inappropriée.

Il apparaît alors que cette partie de la représentation « biniveau » doit être approfondie. Le défi reste cependant d'arriver à raffiner les attributs à renseigner, tout en augmentant le moins possible la complexité de la représentation.

Les modifications structurelles

En ce qui concerne l'aspect de représentation de la structure de la chaîne logistique, l'étude semble avoir atteint son objectif. En effet l'utilisation des objets « Outils logistiques », des objets « Contrats » et des objets « Flux physiques » permet de détailler beaucoup plus la structure de la chaîne étudiée en faisant intervenir tous les acteurs directement ou indirectement impliqués.

L'étude de cas montre que la représentation « biniveau », sans oublier l'aspect logistique, met l'accent sur la représentation de la structure organisationnelle de la chaîne. Le passage des matières d'une entreprise à l'autre, l'échange de la propriété de la matière, l'échange de la responsabilité des opérations se fait efficacement grâce aux différents nouveaux objets mis en place. Les contours de chaque entreprise sont mis en évidence de manière plus nette.

Finalement la représentation « biniveau » semble bien correspondre au principe de base qui a permis de la formuler. Elle déconstruit la chaîne logistique en morceaux plus petits

qu'habituellement, afin de représenter les parties de la chaîne logistique de manière beaucoup plus cloisonnée. Le but non évoqué jusqu'ici, est justement de représenter nettement ces ségrégations afin de ne pas oublier de passer outre lors de la gestion des risques.

CHAPITRE 8 : CONCLUSION

La logistique a évolué avec le temps, d'une logique de gestion en interne vers une logique d'externalisation et d'établissement de chaînes logistiques.

La gestion de cette chaîne a donc amené à une intégration de la prise en compte des différents facteurs logistiques sur la totalité de la chaîne en vue d'une optimisation globale. Les entreprises manipulant, transportant ou entreposant des matières dangereuses ont également mis en place le concept de chaîne logistique. Cependant elles se retrouvent bloquées dans l'intégration de la gestion des risques sur la totalité de ces chaînes. Aussi beaucoup d'études tentent de résoudre ces difficultés en amenant de nouvelles méthodes d'analyses de risques. C'est notamment le cas en transport avec les modèles de recherche opérationnelle pour tenter de trouver les chemins de risques minimum. Cependant ces études ne cherchent pas toujours à comprendre l'aspect particulier de la structure de chaîne logistique. Ainsi ces études reviennent souvent à réaliser une gestion des risques classique sur une partie de la chaîne logistique. Mais cette structure contractuelle que représente la chaîne logistique se rappelle rapidement et met en difficulté ces gestions de risques trop ponctuelles.

A ne pas prendre en compte le fait qu'elles sont liées les unes aux autres par les mêmes liens qui constituent la chaîne logistique ces gestions de risques finissent pas rentrer en conflit les unes avec les autres. Cette étude a donc tenté de repartir de la base et de rapprocher l'aspect logistique et l'aspect gestion des risques sur ce type particulier de chaîne logistique.

La première contribution de l'étude est de faire un bilan de ce cadre réglementaire très serré, fourni et confus. Elle a pu dresser une cartographie générale de ces réglementations sur l'ensemble des activités logistiques. Ce bilan de la réglementation montre que le problème du nombre important de réglementations se chevauchant dans un certain flou, déjà évoqué par l'étude de 1972, avance dans la bonne voie. Cependant l'étude montre qu'il reste encore beaucoup à faire pour arriver à une réglementation harmonisée sur l'ensemble des activités de la chaîne logistique.

De cette analyse réglementaire l'étude dégage également une particularité réglementaire de la logistique de matières dangereuses. Dans ce domaine la responsabilité d'une activité logistique pour l'entreprise qui la réalise, se double d'une responsabilité pour l'entreprise propriétaire de la matière.

La deuxième contribution de l'étude est de tenter de remodéliser le concept de risque industriel en le replaçant dans le cadre d'une chaîne logistique. En effet l'aspect contractuel d'une chaîne logistique est une notion très importante. Aussi à l'opposé de beaucoup d'autres études dans le domaine, celle-ci tente de reformuler ce concept et propose alors un modèle plus complet qui fait notamment ressortir un nouveau type de facteurs de risques : les facteurs « pseudo-internes ». Ceux-ci, qui ne sont pas mis en exergue dans les autres études, sont en fait le résultat direct de la structure contractuelle des chaînes logistiques. Ils représentent les facteurs de risques internes, mais, qui du fait qu'ils dépendent par contrat d'un autre co-contractant de la chaîne, peuvent être modifiés depuis l'extérieur de l'entité sur laquelle le risque est modélisé.

L'étude propose également une approche novatrice pour la prise en compte des risques sur une chaîne logistique. Cette nouvelle approche inspirée d'outils déjà en utilisation dans le domaine concerné, propose de s'intéresser au risque non plus directement mais en partant de la notion de mesure de sécurité. Cette approche présente entre autre, l'avantage de contourner la difficulté de la confidentialité des renseignements, qui bien souvent, empêche de réaliser une gestion des risques au delà des limites d'un acteur de la chaîne logistique.

Enfin, cette étude propose également de revenir à la base en matière de représentation des chaînes logistiques. En effet les représentations utilisées classiquement en logistique laisse apparaître quelques insuffisances pour servir de base à une gestion des risques. Aussi l'étude propose une nouvelle représentation qui aborder de manière homogène toutes les activités de la chaîne logistique en introduisant le concept d'« outil logistique ». Cette nouvelle représentation présente également l'avantage de faire apparaître en même temps l'aspect logistique d'une situation et son aspect

organisationnel. Cette double représentation se fait en utilisant des objets représentant les contrats d'une chaîne logistique. Elle permet ainsi, de prendre en compte les paramètres de propriété dont l'importance a été dégagé lors de l'étude de la réglementation et également, les paramètres contractuels qui influent sur les facteurs « pseudo-internes » dégagés lors de la reconceptualisation du risque dans le cadre d'une chaîne logistique.

Ainsi, l'étude d'application de cette nouvelle représentation a montré un besoin certain d'amélioration en ce qui concerne les attributs qui doivent apparaître sur les schémas. Cependant elle est plus prometteuse en ce qui concerne l'innovation de représenter en parallèle d'un chemin logistique classique, la structure contractuelle à laquelle il correspond.

Cette étude a montré que les chaînes logistiques représentent un contexte de gestion des risques complexe. Elle a notamment montré que ces dernières sont le lieu de stratégies contractuelles et de pressions législatives qui influent fortement sur les transferts de risques et de responsabilités, et qui de ce fait, se doivent d'apparaître dans une vraie gestion des risques. Elle pose ainsi la réflexion de comment, après avoir représenté clairement la situation à traiter, il est possible de manipuler du mieux possible ces leviers stratégiques que sont les contrats, afin d'arriver à de vraies stratégies englobantes de gestion des risques, dépassant une simple maîtrise des risques ?

BIBLIOGRAPHIE

ABKOWITZ, M., LEPOFSKY, M. et CHENG, P. (1992). Selecting criteria for designating hazardous materials highways routes, *Transportation Research Record*, N°1333, p. 30 – 35.

AUBERT, B., PATRY, M., RIVARD, S. (1999). Chapitre 3 : Dynamique de l'impartition, in Impartition : Fondements et analyse, *Poitevin.*

AUBERT, B. et BERNARD, J.-G. (2004). Mesure intégrée du risque dans les organisations, *Les Presses de l'Université de Montréal*, 523 p.

Australian Standards Association (1999). AS/NZS 4360:1999 Risks Management, *Standards Australia / Standards New Zealand Committee.*

BALLOU, R. (1999). Business logistics management, 4ième édition *Prentice Hall*, 675 p.

BARKI, H., RIVARD, S. et TALBOT, J. (1993). Perspectives and methods in risks assessment, *Cahier du GRESI*, n°94-03.

BEAULIEU, D. (2004). Présentation sur le transport des matières dangereuses, colloque de l'AQTR novembre 2004, 13p., [En ligne], http://www.aqtr.qc.ca/documents/04_AllocutionsConferences/24_nov_DanyBeaulieu.pdf.pdf.

BERNARD, J.-G., GRATTON, J.-F., AUBERT, B., LABERGE, M., LANDRY, S., DE MARCELLIS-WARIN, N., BOURDEAU, S., CLÉMENT, É, NYEMERA, E, DEBUISSY, C., PEIGNIER, I, DUMOULIN, M.-J. (2004). Chapitre 1 : Risque intégré :

un modèle conceptuel, in Mesure intégrée du risque dans les organisations, Aubert et Bernard.

BERNUCHON, E et SALVI, O. (2003). Rapport Ω-7 : Outils d'analyse des risques générés par une installation industrielle, *INERIS*, 117 p.

BIGRAS, Y. (2003). Portrait de l'industrie de camionnage au Québec, présentation au colloque de l'AQTR du 16 octobre 2003, 23p.

BOURDEAU, S., PATRY, M., AUBERT, B., BERNARD, J.-G., RIVARD, S. (2004). Chapitre 4 : Évaluation du risque contractuel client / fournisseur (impartition, acquisition de services), in Mesure intégrée du risque dans les organisations, Aubert et Bernard.

BOWERSOX, D.J. et CLOSS, D.J. (1996). Logistical management: The integrated supply chain process, *McGraw-Hill*, 730 p.

BRUNET, H. et LE DENN, Y. (1992). La démarche logistique, *AFNOR Gestion*, 198 p.

BURNS, W.J. (1991). Introducing structural models and influence diagrams into risk perception research: Their value for theory construction and design making, *Dissertations Abstracts International*, 51, N°12.

BURTON, T. et BOEDER, S. (2003). The Lean Extended Enterprise: Moving Beyond the Four Walls to Value Stream Excellence, *ROSS Publishing*, Chapitre 5, p.99 – 126.

CAMERON, I. et RAMAN, R. (2005). Process systems risk management, *ELSEVIER Academic Press*, 615 p.

CANUTEC (2004). Guide des mesures d'urgence, *Ministère des transports du Canada*, 352 p.

CCPS, Center for Chemical Process Safety (1989). Guidelines for technical management of chemical process safety, *American Institute of Chemical Engineers.*

CCPS, Center for Chemical Process Safety (2001). Layer of protection analysis: Simplified process risk assessment, *American Institute of Chemical Engineers*.

CEFIC (2004). Questionnaires SQAS, *CEFIC*, [En ligne],
http://www.sqas.org/esad/downloads/SQAS%20Distributor%20Q2004-V7-FRA%20Di.pdf,
http://www.sqas.org/freight/downloads/SQAS%20ROAD%20Q2004-V8-FRE.pdf,
http://www.sqas.org/rail/downloads/French%20Rail%20Q.pdf,
http://www.sqas.org/rail/downloads/French%20Rail%20Q.pdf,
http://www.sqas.org/road/downloads/SQAS%20ROAD%20Q2004-V8-FRE.pdf,
http://www.sqas.org/warehouse/downloads/SQAS%20PWH%20Q2005-V4-ENG.pdf,
http://www.sqas.org/workshop/downloads/SQAS%20RTC%20Workshop%20Q-ENG-V7%20(combined).pdf.

Centre d'Adaptation de la Main d'Oeuvre du transport routier au Québec (CAMO-Route) (2003). Diagnostic- Transport routier des marchandises 1998, *CAMO-Route*, 110p., [En ligne],
http://camo-route.com/documents/diamar98.pdf.

CIS International occupational safety and health information center (2004), rapport du CIS : "Chemical Safety Training Modules", Chapitre 5, *ILO*, [En ligne],
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/products/safetytm/transpo.htm
.

Conseil canadien des normes (1997), Gestion des risques : Guides à l'intention des décideurs, Norme Q850, *Canadian Standards Association (CSA)*, p.1-30.

Conseil de l'Union Européenne, 1996. Common position (EC) No. 16/96 on Council directives 96/82/EC on the control of major accident hazardous involving dangerous substances, 19 mars 1996, Bruxelles, Belgique.

Conseil National des Ingénieurs et des Scientifiques de France (CNISF) (2003). Transport de matières dangereuses : Maîtrise des risques, [En ligne], http://www.cnisf.org/grands_dossiers/maitrise_risques/tmd_dobias%20.htm.

Conseil pour la Réduction de Accidents Industriels Majeurs (CRAIM) (2002), Guide de gestion des risques d'accidents industriels majeurs à l'intention des municipalités et de l'industrie, *CRAIM*, édition 2002, version pdf, 402 p., [En ligne], http://www.uneptie.org/pc/apell/publications/pdf_files/CRAIM_PDF_FR.pdf.

Conseil régional de l'environnement et du développement durable du Saguenay-Lac-Saint-Jean. (1999). Bilan environnemental régional 1988-1999 : Les matières dangereuses, *Service de Documentation en Études et Interventions Régionales (SDEIR)*, 44p., [En ligne], http://sdeir.uqac.ca/doc_numerique/format/PDF/13827365T9.pdf.

COOPER, D.R. et SCHINDLER, P.S. (2000). Business research methods, *McGraw-Hill Higher Education.*

COVELLO, V.T. et MERKHOFER, M.W. (1993). Risk assessment methods: approaches for assessing health and environmental risk, *Plenum Press*, 334 p.

CRAINIC, T.G., FLORIAN, M., GUELAT, J., HEINZ, S. (1990). Strategic Planning of freight transportation: STAN an interactive-graphic systems planning and applications, *Transport research record* 1283, p. 97 - 124.

CROUCH, E. et WILSON, R. (1982). Risk / Benefit Analysis, *BALLINGER*, 218 p.

CROUCHER, P., OXLEY, J. et RUSHTON, A. (2000). The handbook of logistics and distribution management, 2ième edition, *The Institute of Logistics and Transport*, Kogan Page, 571 p.

CSST, site internet de la Commission de la Santé et Sécurité au Travail, http://www.csst.qc.ca/portail/fr/.

DE MARCELLIS-WARIN, N., SAINCLAIR-DESGAGNÉ, B., PEIGNIER, I. et CLÉMENT, É. (2004). Chapitre 5 : Mesure du risque industriel majeur, in Mesure intégrée du risque dans les organisations, Aubert et Bernard.

SINCLAIR DESGAGNÉ B. (2005). La stratégie d'entreprise et les risques environnementaux, *CIRANO, Bulletin de liaison Risques Technologiques Environnement et Santé*, Vol. 11, N°1, hiver 2005, p.4.

DESROCHES, A., LEROY, A. et VALLÉE, F. (2003). La gestion des risques : principes et pratiques, Lavoisier, *Hermes science*, 286 p.

DINIA, M. (2000). Étude sur le problème des effets croisés dans le transport des matières dangereuses, *Université de Québec à Montréal, Département d'administration des affaires*, 208 p.

Direction du transport routier des marchandises du ministère des transports du Québec (2003). Guide sur le transport des matières dangereuses, *Ministère des transports du Québec*, 47 p., [En ligne], http://www.mtq.gouv.qc.ca/fr/publications/camionnage/matieres_dangereuses/guide_fr.pdf.

DREIF (2005). Page internet du site de la Direction Régionale de l'Équipement d'Ile-de France consacrée à la définition et la classification des matières dangereuses, version du 06/07/2005, consultée le 13 décembre 2005, http://www.transports.equipement.gouv.fr/frontoffice/visud.jsp?idth=5&t=2.

DULBECCO, P. et LAPORTE, B. (2003). Comment financer la sécurisation de la chaîne logistique internationale ? - Une approche en termes de bien public mondial -, *Centre d'études et de recherche sur le développement international CERDI*, 41 p., [En ligne], http://www.wcoomd.org/ie/Fr/EvenementsPasses/Rapport%20FINSEC.pdf.

ERKUT, E. et VERTER, V. (1994). A framework for hazardous materials transport risk assessment, Research Report N° 94-4, *Department of Finance and Management Science, University of Alberta.*

ERKUT, E. et VERTER, V. (1995). A framework for hazardous materials transport risk assessment, *Risk Analysis*, Vol. 15, N° 5, p. 589 – 601.

ERKUT, E. et VERTER, V. (1996). Modeling of transport risk for hazardous materials, *Centre de Recherche sur les Transports*, 39p.

GACOGNE, V. (2003). Thèse sur l'impact des coûts de transport sur les systèmes logistiques par une modélisation en dynamique des systèmes : le modèle SANDOMA, *École Nationale des Ponts et Chaussées*, Paris, 240p.

GAGNÉ, R., LANOIE, P., MICHAUD, P.C. et PATRY, M. (2001). Les coûts de la réglementation : une revue littéraire, *CIRANO*, 52 p.

GAGNON, V. (2000). Rapport de situation sur le transport ferroviaire des marchandises dangereuses pour le territoire de la Communauté urbaine de Montréal, Centre *de sécurité civile de la communauté urbaine de Montréal*, 30 p.

GATTORNA, J. (1998). Strategic Supply Chain Alignment, *GOWER*, 671 p.

GAUTIER, R. (1995). Qualité en conception de produits nouveaux : « Proposition d'une méthode de fiabilisation du processus de management de l'information », *École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers*, PARIS, 225 p.

GHALI, O. (1990), Construction d'un modèle pour le transport de marchandises dangereuses par camion, *Université de Montréal, Département de Sciences Économiques*, 91 p.

GHIANI, G., LAPORTE, G. et MUSMANNO, R. (2003). Introduction to logistics system planning and control, *Wiley*, 352 p.

GOURDIN, K. (2001). Global logistics management: a competitive advantage for the new millennium, *BLACKWELL Business*, 299 p.

GUILHON, A. et HALLEY, A. (1996). Efficience logistique et stratégie des PME, *A*ctes 3ième congrès international francophone de la PME, Trois-Rivières, Canada, Octobre 1996, 21 p., [En ligne], http://www.hec.ca/airepme/pdf/1996/I%20Guilhon.pdf.

HAMMER, W. et PRICE, D. (2001). Occupational safety management and engineering, 5ième edition, Prentice Hall, 603 p.

ICF Consulting (2000). Task 2 Report – Evaluate Current System, [En ligne], http://hazmat.dot.gov/riskmgmt/rmsef/risk_evaluation.pdf.

ILO (1993).Convention sur la prévention des accidents industriels majeurs C174, 1993, *Organisation Internationale du Travail*, [En ligne], http://www.ilo.org/ilolex/cgi-lex/convdf.pl?C174.

International Organisation for Standardization, ISO (1996). Environmental Management System – Specification with guidance for use, ISO 14001, *International Organisation for Standardization.*

International Organisation for Standardization, ISO (1996). Environmental Management System – Specification with guidance for use, ISO 9004, *International Organisation for Standardization.*

International Organisation for Standardization, ISO (2000). Quality Management Systems - Requirements, ISO 9001, *International Organisation for Standardization.*

IRMa, site internet de l'Institut des Risques Majeurs de Grenoble (France), page consacrée au risque technologiques, page consultée le 12 janvier 2006, http://www.irma-grenoble.com/04risques/042risques-techno/)

KLATCH, W. (2005). Supply chain for liquids: out of the box approaches to liquid logistics, *Auerbach Publication*, 438 p.

KORDEK, M.-A.(2001). Présentation sur le thème : « La réglementation du transport des matières dangereuses », *INERIS*, [En ligne], http://www-old.ineris.fr/pollutec/pdf/kordek.pdf.

LAIR, M. (2005). Collisions routières impliquant des matières dangereuses au Québec, *Institut de la sécurité routière*, 19 p.

LALONDE, A.-M. (2004). Analyse des risques au cours du transport de matières dangereuses à Sherbrooke, mémoire de maîtrise, *Centre universitaire de formation en environnement Université de Sherbrooke*, 89p.

LASSAGNE, M. et MUNIER, B. (2003). La nouvelle réglementation des risques : technologies, gouvernance, 16p., [En ligne], http://www.grid.ensam.estp.fr/presentation/0403.pdf.

LELOGEAIS, L. (2004).Le rôle des variables qualitatives dans la détection précoce du risque, Association internationale de management et stratégie AIMS, 13ième conférence de l'AIMS 2, 3 et 4 juin 2004, 25 p., [En ligne], http://www.strategie-aims.com/Normandie04/sessions/Lelogeais.pdf.

MAS, I. (2004), Lean management : la méthode poids plume, paru dans « L'Expansion », numéro du 21 décembre 2004, [En ligne], consulté le 10 novembre 2005, http://www.lexpansion.com/html/A80729.html.

MFET (2005). page internet du site du Ministère Français de l'Équipement et des Transports consacrée aux statistiques des transports de matières dangereuses, site consulté le 8 janvier 2006,
http://www.transports.equipement.gouv.fr/frontoffice/visud.jsp?idth=5&t=2.

Ministère des transports du Canada (2003). Rapport annuel sur les transports au Canada, *Ministère des transports du Canada*, Chapitre 4 : Sécurité et sûreté des transports, [En ligne],
http://www.tc.gc.ca/pol/fr/rapport/anre2003/4A_F.htm.

Ministère des transports du Canada (2004). Rapport annuel sur les transports au Canada, *Ministère des transports du Canada*, Chapitre 4 : Sécurité et sûreté des transports, [En ligne],
http://www.tc.gc.ca/pol/fr/rapport/anre2004/4A_F.htm

Ministère des Transports du Canada, partie de leur site internet dédiée aux matières dangereuses,
http://www.tc.gc.ca/tmd/menu.htm.

Ministère des Transport du Québec, partie de leur site internet consacrée au transport de matières dangereuses par camions,
http://www.mtq.gouv.qc.ca/fr/index.asp

Ministère des transports de Nouvelle Zélande et TSE, P. (2002). Multi-Modal Transport of Dangerous Goods, *Ministère des transports de Nouvelle Zélande*, 39 p.

MOL, T. (2003). Productive safety management, *ELSEVIER*, 405 p.

MUNIER, B. (2003a). Le management des risques : Décisions, gouvernance et valeur de la firme, 8p., [En ligne],
http://www.grid.ensam.estp.fr/presentation/0603.pdf.

MUNIER, B. (2003b). L'inadaptation de la prévention réglementaire actuelle : l'exemple de risques sismiques,18p., [En ligne],
http://www.grid.ensam.estp.fr/presentation/0803.pdf.

OACI, site internet de l'Organisation Civile Internationale,
http://www.icao.int/

OMI, site internet de l'Organisation Maritime Internationale,
http://www.imo.org/index.htm

OSHA, Ocupational Safety and Health Administration (1992). Process safety management of highly hazardous chemicals, OSHA 29 CFR 1910.119, *OSHA*.

POITEVIN, M. (1999). Impartition : Fondements et analyses, *Les presses de l'Université Laval*, 320 p.

PONS, J. et CHEVALIER, P. (1993). La logistique intégrée, *HERMES*, 282 p.

PROVENCHER, M. (2004). Mouvement et manutention des marchandises dangereuses au Canada en 2002, *Ministère des transports du Canada, direction générale du transport des marchandises dangereuses*, 46 p.

PTAK, C. et SCHRAGENHEIM, E. (2003). ERP: Tools, techniques and applications for integrating the supply chain, 2ième edition, *St Lucie Press*, 430 p.

REVELLE, C., COHON, J. et SHOBRYS, D. (1991). Simultaneous siting and routing in the disposal of hazardous waste, *Transport Science*, 25(2), p. 138 – 145.

REZA AKBARI JOKAR, M. (2001). Thèse sur la conception d'une chaîne logistique (Une approche globale d'aide à la décision), *Institut National Polytechnique de Grenoble, Laboratoire Gestion Industrielle, Logistique et Conception*, 191 p.

ROBERT, B. (2006). Présentation des normes et des règlements dans le cadre du cours IND 6126 : Analyse et gestion des risques technologiques majeurs, *École Polytechnique de Montréal.*

SAMII, A. (2004). Stratégie Logistique (Supply chain management),3ième édition, *DUNOD*, 389 p.

TIXIER, J., DUSSERRE, G., SALVI, O. et GASTON, D. (2002). Review of 62 risk analysis methodologies of industrial plants, Journal of Loss Prevention in the process industries 15 (2002), *ELSEVIER*, p. 291-303.

TOTAL (2005a). Page internet de la compagnie Total consacrée à la réparation des dommages dus au naufrage de l'ERIKA, version du 06/12/05 consultée le 15 décembre 2005,
http://www.total.com/fr/group/corporate_social_responsibility/special_reports/).

TOTAL (2005b). Page internet de la compagnie Total consacrée à la sécurité de ses activités de transport, version du 18/05/05, consultée le 15 décembre 2005,
http://www.total.com/fr/group/activities/downstream/sea_transport_safety_5736.htm.

TRÉPANIER, M. et CHAPLEAU, R. (2001). Analyse orientée-objet et totalement désagrégée des données d'enquêtes ménages origine-destination, *Revue canadienne de génie civil*, Ottawa, vol. 28, no 1, pages 48-58.

TRÉPANIER, M. et CHAPLEAU, R. (2001). Linking Transit Operational Data to Road Network with a Transportation Object-Oriented GIS, *Urban and Regional Information Systems Association journal*, Ottawa, vol. 13, no 2, pages 23-30.

TRIMAC Consulting Service (1999). Viabilité des entreprises / activités de transport par camion et modèle d'établissement du coût du transport du grain par camion, *TRIMAC*, 42p., [En ligne], http://www.tc.gc.ca/pol/FR/rapport/camionnageGrainCout1999/Rapport_Grain_Coût.pdf.

UNECE (2005). Système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques (SGH) : Historique de son élaboration, *UNECE*, version révisée en 2005, p.5, [En ligne], http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ppt_presentations/French/Rev01/ghs_intro_f.ppt

VERMA, M. et VERTER, V. (2004). Railroad transportation of hazardous materials: a risk assessment methodology, *Centre de Recherche sur les Transports*, p.17

LOIS

Department Of Transport of US Government DOT (2005). Title 49 of the Code of Federal Regulation (49CFR)

Ministère de l'environnement Canada (2004). Loi canadienne sur la protection de l'environnement de 1999, DORS/2003-307

Ministère de l'Environnement du Québec (2005). Loi sur les pesticides, L.R.Q. c. P-9.3

Ministère de l'Environnement Québec (2005). Loi sur la qualité de l'environnement, L.R.Q., chapitre Q-2

Ministère de la santé du Canada (2004). Loi canadienne sur les produits dangereux, L.R. 1985, ch. H-3

Ministère de la sécurité publique du Québec (2005). Loi sur la sécurité civile, L.R.Q., chapitre S-23

Ministère de la sécurité publique du Québec (2005). Loi sur les explosifs, L.R.Q., chapitre E-22

Ministère des ressources naturelles du Canada (2004). Loi canadienne sur les explosifs, L.R. 1985, ch. E-17

Ministère des ressources naturelles et de la faune du Québec (2005). Loi sur les produits et les équipements pétroliers, L.R.Q., chapitre P-29.1

Ministère des Transports du Canada (2004). Loi de 1992 sur le TMD, L.C. 1992, ch. 34, DORS/2001-286

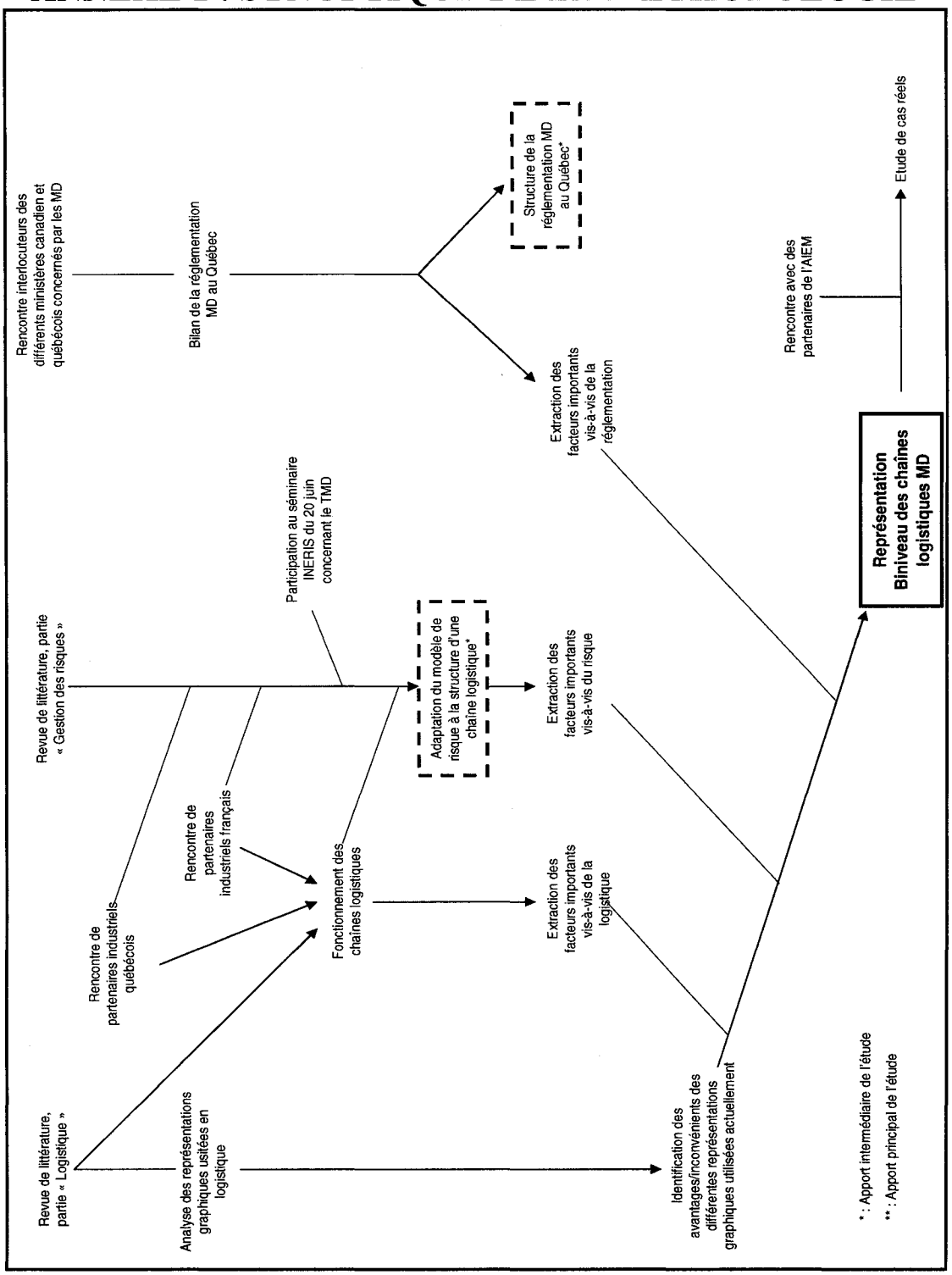
Ministère des Transports du Canada (2004). Loi sur le transport de marchandises par la mer, DORS/81-951

Ministère des transports du Québec (2005). Code de la sécurité routière du Québec, L.R.Q., chapitre C24.2 r.4.2.1

Ministère du Travail du Québec (2005). Loi sur la santé et la sécurité du travail, L.R.Q., chapitre S-2.1

ANNEXES

ANNEXE 1 : SYNOPTIQUE DE LA MÉTHODOLOGIE



ANNEXE 2 : AUTORISATION D'UTILISATION POUR LA FIGURE 3.14

Reproduction du courriel de réponse de Mme Brigitte Nédelec suite à ma demande d'autorisation de reproduction de la Figure 3.14 :

From: *"Brigitte NEDELEC" <Brigitte.NEDELEC@ineris.fr>*
To: *<seb_favre@hotmail.com>*
Subject: *Rép. : schéma du SMS*
Date: *Fri, 24 Feb 2006 10:01:25 +0100*

Sébastien, bonjour,

Tu peux utiliser les schémas figurant dans le protocole d'enquête en mentionnant la source suivante "Présentation des journées MOZART 2002 JC LECOZE"

Bonne continuation,

Cordialement,

Brigitte

➢ >>> Sébastien Favre <seb_favre@hotmail.com> 02/21/06 4:43 >>>

ANNEXE 3 : REPRÉSENTATION GÉNÉRALE DU CAS ÉTUDIÉ AU CHAPITRE 7

