



CIRRELT

Centre interuniversitaire de recherche
sur les réseaux d'entreprise, la logistique et le transport

Interuniversity Research Centre
on Enterprise Networks, Logistics and Transportation

Mémoire de maîtrise

Consolidation des commandes dans la grande distribution

Martin Béliveau

Juillet 2010

CIRRELT-2010-36

Bureaux de Montréal :

Université de Montréal
C.P. 6128, succ. Centre-ville
Montréal (Québec)
Canada H3C 3J7
Téléphone : 514 343-7575
Télécopie : 514 343-7121

Bureaux de Québec :

Université Laval
2325, de la Terrasse, bureau 2642
Québec (Québec)
Canada G1V 0A6
Téléphone : 418 656-2073
Télécopie : 418 656-2624

www.cirrelt.ca

Consolidation des commandes dans la grande distribution¹

Martin Béliveau*

Coop-UQAM, 282, rue Sainte-Catherine Est, Montréal, Québec H2X 1L4

Résumé. Les entreprises dans l'industrie du commerce au détail ont vu leur rôle et leur influence augmenter depuis les vingt dernières années. Considérées auparavant comme de simples marchands face aux manufacturiers, ce sont maintenant des joueurs importants dans la chaîne d'approvisionnement au point qu'ils en sont devenus les donneurs d'ordre. Ces entreprises, qui ont des fournisseurs à travers le monde font face à des questions classiques d'approvisionnement: Est-ce que l'entreprise devrait acheter en grande quantité pour bénéficier des économies d'échelle en transport tout en risquant de stocker en trop grande quantité? Devrait-elle plutôt commander par petits lots pour ne pas avoir besoin de stocker, mais à un coût de transport plus élevé? Ce que j'explore ici est une approche appliquée depuis un certain temps dans l'industrie du commerce au détail, mais qui est peu traitée dans la littérature scientifique. Elle consiste à coordonner les commandes de plusieurs fournisseurs pour les grouper dans un même conteneur. Cette *consolidation de commandes* permet à la fois de commander des quantités en petits lots tout en contrôlant les coûts de transports. Ce mémoire est une étude de cas sur la réingénierie de processus d'une entreprise dans le commerce au détail. Il présente un modèle mathématique classique, le « *bin packing* », qui permet de modéliser cette pratique et de la comparer avec une politique de transport dédié (*Full container load* ou FCL) ou par un service de consolidation de fret (*less than container load* ou LCL). À partir d'une simulation Monte-Carlo, nous démontrons que la consolidation de commandes peut donner des réductions de coût total d'approvisionnement de 4,6% comparé au service LCL et 7,48% par rapport à une politique de commande dédié.

Mots clés. Consolidation de commandes, chaîne d'approvisionnement, commerce de détail, réingénierie des processus, bin packing.

¹ Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de MBA-recherche en administration des affaires, Université du Québec à Montréal (mai 2010). Directeurs de recherche : Teodor Gabriel Crainic, Suzanne Marcotte.

Results and views expressed in this publication are the sole responsibility of the authors and do not necessarily reflect those of CIRRELT.

Les résultats et opinions contenus dans cette publication ne reflètent pas nécessairement la position du CIRRELT et n'engagent pas sa responsabilité.

* Auteur correspondant: mbeliveau@gmail.com

REMERCIEMENTS

On dit que la rédaction d'un mémoire ou d'une thèse constitue l'aboutissement d'un travail de recherche. En fait, elle n'est qu'une étape de vie pour quelqu'un qui a soif de connaître et de comprendre, car la recherche et l'apprentissage sont des actions qui nous permettent d'apprécier et d'évoluer dans la vie. Cette leçon, je l'ai apprise avec mon retour aux études, il y a déjà cinq ans et grâce à des gens qui m'ont aidé, enseigné, dirigé, illuminé, influencé et encouragé. Je profite de ces quelques lignes pour remercier tous les gens qui m'ont aidé dans cette étape qui est le mémoire d'un travail de deux ans.

Je veux commencer mes remerciements par l'université qui m'a acceptée au baccalauréat sur une base d'expérience, car à l'époque, je n'avais pas de notions académiques de la gestion. C'est dans cette même université que j'ai pu apprendre et, plus tard, donner ma petite contribution dans l'avancement des connaissances en gestion. Merci à l'Université du Québec à Montréal, en particulier à l'École des Sciences de la Gestion, à tout son personnel, ses chargés de cours et ses professeurs de m'avoir donné cette chance.

D'ailleurs, plusieurs professeurs qui m'ont enseigné à la maîtrise ont été une inspiration pour moi dans mon approche scientifique de voir les choses. À Yvon Bigras, Jean-Marie Bourjolly, Luc Cassivi, Mehran Ébrahimi, Élie Elia, Corinne Gendron, Pierre Hadaya, Jorge Niosi et Jean Pasquero, je veux vous remercier pour avoir partagé vos connaissances et vos expériences. Vous avez influencé, d'une façon ou d'une autre, ce mémoire.

Je veux aussi remercier les gens et les organisations qui ont cru en moi et qui m'ont supporté dans mon travail de recherche. Merci à Pierre Arbour de la fondation Pierre Arbour, au Fonds à l'accessibilité et à la réussite des études (FARE), à l'Association du camionnage du Québec et au Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) pour leurs contributions et pour m'avoir permis de réaliser des études aux cycles supérieurs.

Ce mémoire n'aurait pas pu se réaliser sans la contribution et l'aide de l'entreprise RONA. Les gens ont été généreux et ouverts d'esprit en permettant à un étudiant comme moi de passer un été chez eux, de leur poser des questions, et lui permettre d'avoir accès à des informations privilégiées. Tout cela pour mieux m'aider à comprendre la réalité de la gestion d'une chaîne d'approvisionnement complexe et fascinante comme la leur. Merci à M. Pierre Pelletier, vice-président de la logistique, et à son successeur, M. Richard Brouillette. Merci aussi à Chantal Gauvin, Robert Bergeron, Sandra Pearson, Radovan Michaletz et Éric Cantin pour leur contribution à la réalisation de ce projet. Merci aussi à Rodrigo Carvajal, directeur des projets spéciaux de l'expéditeur transitaire, qui fut très généreux de son temps pour nous aider dans notre compréhension de ce qui se passe entre le fournisseur et la destination. Il a aussi eu la gentillesse de partager son expérience sur le sujet traité dans le mémoire. Merci à Marysol Rodriguez et Danielle Fecteau, des consultants chez RONA, qui

ont partagé leurs connaissances et leurs expériences des pratiques de l'entreprise. Finalement un remerciement tout particulier à Kelly Dimitropoulos, coordonnatrice de la logistique chez RONA, qui fut source d'idées et la pierre angulaire sur laquelle ce projet s'est construit.

Mais c'est surtout grâce à la merveilleuse équipe de la Chaire de recherche industrielle du CRSNG en management logistique que j'ai pu réaliser ce projet. Je tiens à remercier Étienne Lagacé, étudiant à la maîtrise, qui a terminé en 2007, avec qui j'ai fait le premier projet de la chaire chez RONA. À Matthias Takouda stagiaire post doctoral. Sa vision de mathématicien, de scientifique et de bon vivant m'a appris que la question est aussi importante que la réponse, sinon plus. À Walter Rei, professeur à la chaire, qui m'a aidé à mieux comprendre mon rôle dans la science, m'a aidé à me diriger et m'encourager dans les périodes creuses. Je tiens surtout à donner des remerciements particuliers à Suzanne Marcotte et Teodor Gabriel Crainic mes deux directeurs et mentors. Vous m'avez beaucoup appris dans tellement de domaines que vos leçons m'aideront dans ma vie professionnelle et même personnelle.

Finalement, les derniers remerciements vont à ma famille, tout particulièrement à ma femme Émilie qui, malgré le fait qu'elle ait vécu mes périodes de stress et d'angoisse, a su m'encourager et m'épauler tout le long de ce périple, et à mon fils Edmond qui est né un mois avant le début de la maîtrise. À travers ses yeux qui voyaient le monde pour la première fois, j'ai redécouvert la joie d'apprendre, d'être émerveillé et d'apprécier les petits moments de la vie.

À vous tous, je dis merci.

Table des matières

LISTE DE FIGURES.....	VI
LISTE DE TABLEAUX	VII
LISTE DES ACRONYMES	VIII
RÉSUMÉ.....	X
1 INTRODUCTION.....	1
2 CADRE THÉORIQUE ET PROBLÉMATIQUE	4
2.1 L'INDUSTRIE DU COMMERCE DE DÉTAIL	4
2.2 COORDONNER ET INTÉGRER LA CHAÎNE D'APPROVISIONNEMENT	6
2.3 LES DÉFIS DE GESTION POUR LE DONNEUR D'ORDRE D'UNE CHAÎNE D'APPROVISIONNEMENT INTERNATIONALE	10
2.3.1 <i>La logistique internationale</i>	11
2.3.2 <i>Les coûts d'approvisionnement</i>	12
2.4 GROUPEL DES COMMANDES	14
2.5 DÉFINIR LA CONSOLIDATION	15
2.5.1 <i>Le transport dédié</i>	18
2.5.2 <i>La consolidation de fret</i>	21
2.5.3 <i>La consolidation de commandes</i>	24
2.5.4 <i>Le réseau de consolidation</i>	27
2.6 LA PROBLÉMATIQUE.....	28
2.6.1 <i>Questions de recherche</i>	29
2.7 CONCLUSION	30
3 MÉTHODOLOGIE.....	32
3.1 LES ÉTAPES DE L'ÉTUDE	32
3.2 LA CUEILLETTE DE DONNÉES SUR LE TERRAIN	33
3.3 LES ÉTAPES DE LA SIMULATION	34
3.4 CONCLUSION	34
4 ÉTUDE DE CAS.....	35
4.1 L'HISTOIRE DE RONA.....	35
4.2 PRIORITÉS D'AMÉLIORATIONS DE LA CHAÎNE D'APPROVISIONNEMENT.....	37
4.3 LES ÉLÉMENTS DU PROCESSUS D'IMPORTATION	37
4.3.1 <i>Catégories d'approvisionnement</i>	38
4.3.2 <i>Les parties prenantes</i>	39
4.3.3 <i>Standard de négociations entre le donneur d'ordre et le fournisseur</i>	42
4.3.4 <i>Les technologies d'information et de communication</i>	43
4.4 ÉTAPES DE PRISE DE DÉCISION POUR COMMANDER.....	46
4.5 FLUX DE LA CHAÎNE D'APPROVISIONNEMENT	49
4.6 CONCLUSION	55
5 LA RÉINGÉNIÉRIE DES PROCESSUS	57
5.1 DESCRIPTIONS DES OPTIONS PROPOSÉES.....	57

5.1.1	<i>Décision prise lors de la commande</i>	59
5.1.2	<i>Décision prise lors de la gestion de la logistique</i>	60
5.1.3	<i>Décision prise pendant l'assemblage de la commande</i>	60
5.1.4	<i>Décision prise quand le produit est prêt pour l'expédition</i>	61
5.2	SÉLECTION DE L'OPTION À RETENIR	63
5.3	LES CHANGEMENTS NÉCESSAIRES SUR LE PROCESSUS ACTUEL.....	64
5.3.1	<i>La réingénierie des mécanismes organisationnels</i>	64
5.3.2	<i>La réingénierie des mécanismes informationnels</i>	65
5.3.3	<i>La réingénierie des mécanismes technologiques</i>	66
5.4	NOUVEAU DESIGN DE LA CHAÎNE D'APPROVISIONNEMENT	67
5.5	CONCLUSION	70
6	SIMULATION ET VALIDATION DE LA RÉINGÉNIERIE	72
6.1	IDENTIFICATION DES CARACTÉRISTIQUES DE LA SIMULATION	72
6.2	LES HYPOTHÈSES DE TRAVAIL	73
6.3	LE CHOIX DU MODÈLE MATHÉMATIQUE DE LA CONSOLIDATION DE COMMANDES.....	74
6.4	ÉTAPES DE LA SIMULATION	78
6.4.1	<i>Génération de bons de commande</i>	78
6.4.2	<i>Simulation selon l'option de consolidation de commandes</i>	80
6.4.3	<i>Simulation selon l'option du service LCL</i>	80
6.4.4	<i>Simulation selon l'option de transport FCL</i>	80
6.4.5	<i>Le calcul des coûts annuels d'approvisionnement</i>	80
6.5	RÉSULTATS ET ANALYSES.....	81
6.5.1	<i>Résultats globaux</i>	81
6.5.2	<i>Effet sur les coûts de stockage</i>	82
6.5.3	<i>Effet sur les coûts de transport</i>	83
6.5.4	<i>Validité du nombre de scénarios</i>	84
6.5.5	<i>Analyse</i>	85
6.6	CONCLUSION	87
7	CONCLUSION ET RECHERCHE FUTURE	88
	APPENDICE A – LES DÉFINITIONS DES INCOTERMS	91
	APPENDICE B - "MAPPING" DES DÉCISIONS INTERNES DE L'IMPORTATION	94
	APPENDICE C – LES SPÉCIFICATIONS DES DIFFÉRENTS CONTENEURS	95
	BIBLIOGRAPHIE	97

Liste de figures

Figure 2.1- La maison de la gestion de la chaîne d'approvisionnement de Hartmut Stadler (2008).....	8
Figure 2.2 - Transport dédié.....	18
Figure 2.3 - Coûts de transports par mètre cube.....	19
Figure 2.4 - Consolidation de frets.....	22
Figure 2.5 - Consolidation de commandes.....	25
Figure 2.6 - Réseau de consolidation.....	28
Figure 4.1 - Structure des magasins de RONA selon le rapport annuel 2007.....	36
Figure 4.2 - Les grandes étapes de transport d'un produit en importation (Source : Lagacé 2007).....	39
Figure 4.3 - Vue d'ensemble de SIDMA (Source : Lagacé 2007).	44
Figure 4.4 - Catégories des décisions internes de l'importation.....	48
Figure 4.5 - Les différents flux dans le processus d'importation en transport dédié (1re partie) flux décisionnel, flux physique et flux monétaire.....	50
Figure 4.6 - Les différents flux dans le processus d'importation en transport dédié (2 ^e partie) Flux d'information.....	51
Figure 5.1 - Options des décisions de la consolidation de commande.....	58
Figure 5.2 - Flux d'approvisionnement en consolidation de commandes (1re partie), flux décisionnel, flux physique et flux monétaire.....	68
Figure 5.3 - Flux d'approvisionnement en consolidation de commandes (2 ^e partie), flux d'information.....	69
Figure 6.1 – Seuil critique entre le service LCL et le FCL.....	77
Figure 6.2 – Étapes de la simulation Monte Carlo.....	78
Figure 6.3 – Ratio des réductions des coûts de stockage de FCL à LCL et consolidation de commande pour 38 items.....	83
Figure 6.4 – Ratio des réductions des coûts de transport de FCL, LCL et consolidation de commande pour 38 produits.....	84
Figure 6.5 – Moyenne cumulative des coûts d'approvisionnement.....	85
Figure 6.6 – Réduction des coûts de transport entre la consolidation de commande et l'option LCL pour 38 SKUs donnés.....	86
Figure A.1 - Les Incoterms 2000 dans le transport et la logistique (source l'ACDI, 2004).....	91
Figure B.2 - "Mapping" des décisions internes de l'importation.....	94

LISTE DE TABLEAUX

Tableau 2.1 - Matrice de consolidation.....	17
Tableau 2.2 - Synthèse de la problématique et des sujets traités dans le mémoire.....	31
Tableau 5.1 - Synthèse des avantages et inconvénients des options proposées.....	62
Tableau 6.1 – Nombre de SKUs par période selon la classification ABC.....	79
Tableau 6.2 – La moyenne des coûts d’approvisionnement pour les 52 scénarios.....	81
Tableau 6.3 – Comparaisons des coûts pour chaque paire d’option.....	82

Liste des acronymes

Les termes en italique sont en anglais

3PL :	<i>Third party logistics</i> ou transporteurs
4PL :	<i>Fourth party logistics</i> ou expéditeurs transitaires
ACDI :	Agence canadienne de développement international
ALÉNA :	Accord de libre-échange nord-américain (Zone de l')
APS :	<i>Advance Planning Systems</i> ou systèmes avancés de planification et d'ordonnement
B-2-B:	<i>Business-To-Business commerce</i> ou commerce interentreprises
CA :	Coûts d'achat
CAL :	Calgary
M ³ :	Mètre cube
CC :	Coûts de commande
CFR :	<i>Cost and Freight</i> ou coût et fret
CIF :	<i>Cost, Insurance and Freight</i> ou coût, assurance et fret
CIP :	<i>Carriage and Insurance Paid to</i> ou port et assurance payés
CPT :	<i>Carriage Paid To</i> ou port payé
CRSNG :	Conseil de recherches en sciences naturelles et génie du Canada
CS :	Coûts de stockage
CT :	Coûts de transports
DAF :	<i>Delivered At Frontier</i> ou rendu à la frontière
DDP :	<i>Delivered Duty Paid</i> ou rendu droits acquittés
DDU :	<i>Delivered Duty Unpaid</i> ou rendu droits dus
DEQ :	<i>Delivered Ex Quay</i> ou rendu à quai
DES :	<i>Delivered Ex Ship</i> ou rendu non déchargé

EDI:	<i>Electronic Data Interchange</i> ou échange de donnée informatique
ERP:	<i>Enterprise Resource Planning</i> ou progiciel de gestion intégré
EXW :	<i>Ex Work</i> ou en usine
FAS:	<i>Free Alongside Ship</i> ou franco le long du bateau
FCA:	<i>Free Carrier</i> ou franco transporteur
FCL:	<i>Full container load</i> ou conteneur complet
FOB:	<i>Free On Board</i> ou franco à bord
Incoterns :	<i>International Commercial Terms</i> ou conditions internationales de vente
LCL :	<i>Lest than container load</i> ou chargement partiel
MRPII:	<i>Manufacturing Ressource Planning</i> ou la planification et contrôle des produits et stock
OCA :	Optimisation de la chaîne d’approvisionnement
PO :	<i>Purchase order</i> ou bon de commande
POS	<i>Point of Sales system</i> ou point de vente
SAID:	Système d’aide à la décision
SIDMA :	Système informatique de distribution aux marchands
SKU :	<i>Stock Keeping Unit</i> ou unité de stock ou produit
TIC:	Technologies de l’information et de la communication
TMS :	<i>Transportation Management Systems</i> ou système de gestion du transport
UQAM :	Université du Québec à Montréal
YTN:	Yantian
YUL:	Montréal
YVR:	Vancouver

Résumé

Les entreprises dans l'industrie du commerce au détail ont vu leur rôle et leur influence augmenter depuis les vingt dernières années. Considérées auparavant comme de simples marchands face aux manufacturiers, ce sont maintenant des joueurs importants dans la chaîne d'approvisionnement au point qu'ils en sont devenus les donneurs d'ordre. Ces entreprises, qui ont des fournisseurs à travers le monde font face à des questions classiques d'approvisionnement: Est-ce que l'entreprise devrait acheter en grande quantité pour bénéficier des économies d'échelle en transport tout en risquant de stocker en trop grande quantité? Devrait-elle plutôt commander par petits lots pour ne pas avoir besoin de stocker, mais à un coût de transport plus élevé?

Ce que j'explore ici est une approche appliquée depuis un certain temps dans l'industrie du commerce au détail, mais qui est peu traitée dans la littérature scientifique. Elle consiste à coordonner les commandes de plusieurs fournisseurs pour les grouper dans un même conteneur. Cette *consolidation de commandes* permet à la fois de commander des quantités en petits lots tout en contrôlant les coûts de transports.

Ce mémoire est une étude de cas sur la réingénierie de processus d'une entreprise dans le commerce au détail. Il présente un modèle mathématique classique, le « *bin packing* », qui permet de modéliser cette pratique et de la comparer avec une politique de transport dédié (*Full container load* ou FCL) ou par un service de consolidation de fret (*less than container load* ou LCL). À partir d'une simulation Monte-Carlo, nous démontrons que la consolidation de commandes peut donner des réductions de coût total d'approvisionnement de 4,6% comparé au service LCL et 7,48% par rapport à une politique de commande dédié

Mot clé : *Consolidation de commandes, Chaîne d'approvisionnement, Commerce de détail, Réingénierie des processus, bin packing.*

1 Introduction

La distinction entre entreprises d'un même secteur d'activité passe souvent par la capacité d'offrir un produit à un prix moindre par rapport à ceux des concurrents. Or, le coût de la main-d'œuvre est un facteur important dans le secteur manufacturier au même titre que les compétences techniques et l'accessibilité aux produits. Le choix de fabriquer ou acheter des produits dans une région où la main-d'œuvre est la moins dispendieuse devient déterminant et c'est, en partie, ce qui explique la concentration des producteurs de biens en Asie. Avec une main d'œuvre abondante et peu coûteuse, un certain niveau des connaissances techniques et une accessibilité relative des produits finis par navire, plusieurs produits de consommation sont maintenant fabriqués dans cette région du monde. Cette concentration manufacturière sur un autre continent amène le besoin de transporter de la marchandise sur de grandes distances. Si les besoins en transports sont mal évalués, les bénéfices d'un coût d'achat moins élevé seront amoindris. En effet, comme nous le verrons plus tard, il existe plusieurs options lors du choix de transport de biens, entre autres, le transport par conteneurs sur un navire. Ce qui est important, c'est qu'avec la montée du prix de l'essence, il devient primordial d'optimiser le transport de la marchandise pour garder les coûts d'approvisionnement bas. On entend par coûts d'approvisionnement les coûts d'achats, les coûts liés aux activités de commandes, les coûts de stockage et les coûts de transports.

Dans leur quête d'offrir aux clients des biens et/ou des services qui les différencient de leurs concurrents, les entreprises œuvrant dans le domaine de la vente de détail et dans l'industrie de la grande distribution sont en constante recherche de nouvelles sources d'approvisionnement. Cette différence se joue sur la variété mais surtout sur le prix. En se tournant vers le marché mondial, cela permet aux grandes entreprises de distribution un plus grand choix de fournisseurs. Par conséquent, ceci ouvre à un plus grand choix de produits et de prix. Ainsi donc, le marché mondial offre aux entreprises la possibilité de diminuer leurs coûts d'achat ce qui les aide dans leurs distinctions concurrentielles. Malgré les distances et, de ce fait, des délais de livraison de plus en plus grands dans la gestion de commande à l'international, les questions classiques d'arbitrages restent les mêmes. Comment établir un arbitrage acceptable entre le choix de produits, la réponse adéquate au marché ciblé, la gestion d'approvisionnement, les coûts de transport (c'est-à-dire les différents frais liés au transport de la marchandise du fournisseur aux entrepôts qui seront définis dans la section 2.3) et les coûts d'entreposage? Si ces questions ne sont pas répondues correctement, les bénéfices possibles ne seront pas possible et/ou la disponibilité des produits aux clients sera déficiente. Cela affectera la prestation de service, ainsi que les capacités des entreprises à répondre à la demande. Pour aider à y répondre, l'utilisation de bons outils et de politiques d'achats appropriées seront de grand secours.

Une politique d'achat observée pour contrer les hausses du coût de transport est de remplir les conteneurs. Il faut comprendre que le coût de transport FCL (*full container load* ou transport dédié) est chargé par conteneur et non par produit transporté. Il est donc dans

l'intérêt de l'acheteur de remplir le conteneur pour l'utiliser au maximum. Cela est fait soit en augmentant la quantité commandée au fournisseur, soit en avançant des commandes de produits dont il n'a pas encore besoin. Or, ces approches comportent plusieurs lacunes dont entre autres celles d'augmenter les coûts de stockage. Ces coûts englobent les coûts d'infrastructure (exemple : un plus grand entrepôt demande plus d'équipements de déplacements et de manutention, d'étagères et autres structures de stockage), de main d'œuvre (besoin plus de personnel pour le traitement des arrivages et des commandes) et d'immobilier (bâtisse, terrain, électricité). De plus, En achetant des unités qui ne sont pas nécessaires actuellement, l'acheteur immobilise dans des stocks des montants d'argent qui pourraient être utilisés à des meilleures fins. De plus, les risques liés à une perte de popularité d'un produit, à la désuétude, au bris et/ou au vol de marchandise doivent être pris en considération. Également, les coûts de stockage reliés à un besoin de plus grands entrepôts ou à un nombre plus grand de ceux-ci, sont des facteurs qui nuisent à la rentabilité d'achat de produits à l'étranger. Finalement, l'augmentation des coûts aux pieds carrés à proximité des centres urbains augmente les coûts reliés au stockage. Tous ces coûts excédentaires requis dus à une plus grande quantité à stocker augmentent les coûts moyens de stockage par unité.

La problématique de l'importation de produits sur de grandes distances est de trouver une stratégie qui permet à la fois de diminuer les coûts de stockage tout en contrôlant les coûts de transport. Dans le domaine de l'approvisionnement, les deux types de coûts sont aux antipodes l'un de l'autre. En effet, réduire les commandes aux quantités dont on a besoin diminue les coûts d'entreposage, mais augmente le coût de transport par unité. À l'inverse, augmenter les quantités commandées diminuera le coût de transport unitaire, mais fera en sorte qu'il faudra entreposer plus longtemps.

Ce mémoire propose une étude de cette préoccupation en proposant une approche novatrice à une question classique de la logistique et de la gestion des opérations : quelle stratégie une organisation peut-elle mettre en place pour réduire ses coûts d'approvisionnement et comment l'appliquer dans ses opérations actuelles? Cette approche est la consolidation de commandes qui consiste à combiner plusieurs commandes, provenant de plusieurs fournisseurs d'une région donnée, dans un même conteneur. Pour ce faire, le modèle du *bin packing* en recherche opérationnelle est tout indiqué pour aider dans le choix des produits qui devront être consolidés ensemble. Cette approche proactive à la consolidation n'est, à notre avis, pas encore bien documentée dans la gestion de la chaîne d'approvisionnement. L'objectif de ce mémoire est donc d'étudier le fonctionnement de la consolidation de commandes à l'aide d'une étude de cas, de comprendre son application, son impact sur la gestion, de déterminer la réingénierie nécessaire de la chaîne d'approvisionnement, de proposer un modèle mathématique qui représente la consolidation de commande et de valider les bénéfices par une simulation.

Pour ce faire, le prochain chapitre détaillera le cadre théorique nécessaire pour bien comprendre le contexte du mémoire, incluant les définitions de coûts que nous utiliserons

pour l'analyse. Le chapitre présentera aussi la problématique traitée et les questions auxquelles nous allons répondre dans notre analyse. Le chapitre 3 expliquera la méthodologie de recherche. Le chapitre 4 sera consacré à la description de l'étude de cas et au processus actuel d'importation de l'entreprise étudié. Le chapitre 5 développera des options possibles pour une réingénierie des processus dans un contexte de consolidation de commandes, en déterminant les points critiques de décisions. Ce chapitre présentera aussi le choix du design de la chaîne d'approvisionnement, les changements nécessaires et le nouveau processus de la consolidation de commandes. Le chapitre 6 détaillera un modèle mathématique qui représente la consolidation de commandes, l'expérimentation et les analyses du modèle mathématique. La conclusion suivra dans le chapitre 7.

2 Cadre théorique et problématique

Comme nous l'avons mentionné, nous allons étudier la consolidation de commandes dans le cadre d'une étude de cas et voir les impacts qu'aurait l'implantation de cette pratique dans une entreprise. L'entreprise qui nous a permis de faire cette étude est RONA, une organisation qui œuvre dans le secteur de la grande distribution et du commerce au détail, principalement de produits de quincaillerie, de rénovation et de jardinage. L'entreprise sera présentée plus en détails dans le chapitre 4, mais pour le moment, il faut comprendre que RONA est dans un processus d'amélioration et d'optimisation de sa chaîne d'approvisionnement et de stockage. Ceci implique qu'elle cherche des moyens pour diminuer les coûts d'approvisionnement et est intéressée à une approche de consolidation proactive de ses commandes. La Chaire de recherche industrielle du CRSNG en management logistique de l'UQAM fut invitée comme conseillère dans le projet de consolidation de commandes. L'étude effectuée porte donc sur une réingénierie des processus d'importation que nous avons proposée. Cela implique de prendre en considération la gestion de la chaîne d'approvisionnement à l'étranger, les façons de faire, les outils informatiques et les ressources humaines déjà en place. Avant d'en arriver à la problématique, ce mémoire présente ici le contexte de l'étude, c'est-à-dire l'approvisionnement dans l'industrie du commerce de détail, l'importance de la coordination et de l'intégration de la chaîne d'approvisionnement et les éléments qui affectent ces décisions. Suivront des questions sur les stratégies utilisées en transport et le choix de la consolidation de commandes. Finalement, ce chapitre se terminera sur les questions et la problématique à laquelle ce mémoire tentera de répondre.

2.1 L'industrie du commerce de détail

Richard et Nelson (2006) nous dressent un portrait de l'industrie du commerce de détail du début du 21^e siècle, des changements qui sont survenus et des implications qui s'en sont suivies. L'industrie du commerce de détail a la caractéristique de ne produire aucun bien. Elle est la dernière intervenante avant que le consommateur ne puisse utiliser le produit. Elle n'a pas toujours été en position enviable et encore moins en position de force envers les manufacturiers.

Il faut se rappeler que durant une bonne partie du 20^e siècle, les producteurs et manufacturiers déterminaient les produits disponibles et les prix auxquels ces derniers seraient vendus. A titre d'exemple, GM calculait le prix de vente de ses véhicules pour avoir un profit net de 20%. De plus, il déterminait la quantité à produire afin d'assurer un flux continu de ses usines et non selon la demande. Même les corporations de produits de consommation comme Gillette, 3M, Procter & Gamble, Hershey, Kraft et Coca-Cola, avec leurs pouvoirs de marques, se comportaient comme « roi et maître ». D'ailleurs, Procter & Gamble, muni de recherches sur le comportement des consommateurs dans les années 80, déterminait l'espace et le lieu qu'auraient ses produits sur les tablettes des détaillants. À

défaut de respecter leurs consignes, le détaillant se voyait refuser des commandes. À cette époque on ne parlait pas de chaîne d'approvisionnement, mais plutôt de canaux de distribution pour les manufacturiers et on parlait de « marché géographique » pour les grossistes.

Petit à petit, les détaillants ont commencé à grossir et à se consolider, traversant les zones géographiques et centralisant les décisions pour leur réseau commercial. Le secteur de la grande distribution regroupe des commerces de détail de biens de consommation sous une même bannière (Wikipedia, 2008). Intégrés horizontalement, ils disposent d'une enseigne commerciale commune pour bénéficier d'une image et d'une communication renforcée. Ils ont aussi une certaine intégration verticale qui couvre la force de négociation d'achat, la logistique et le partage de services (comptabilité, informatique, etc.).

De plus, les façons de faire et l'arrivée des nouvelles technologies d'information ont permis au détaillant de mieux connaître le consommateur que les manufacturiers. Maintenant, avec la collecte de données des points de services (POS), ils détiennent des informations privilégiées. Ce pouvoir sur l'information privilégiée, combiné avec leur regroupement qui augmente leur pouvoir d'achat en tant que détaillants dans plusieurs localités, font que ce sont eux qui deviennent des donneurs d'ordre dans ce qui est maintenant reconnu comme la chaîne d'approvisionnement. Ces « méga détaillants » ou entreprises de grande distribution, tels que Wal-Mart à Bentonville, Home-Depot à Atlanta, Target à Minneapolis, Carrefour à Paris et IKEA à Stockholm, sont devenus le donneur d'ordre de plusieurs chaînes d'approvisionnement qui affectent plusieurs compagnies. En effet, leurs politiques et leurs choix ont des répercussions sur le reste des intervenants.

L'exemple classique de la politique « le prix le plus bas » de Wal-Mart est l'une de ces politiques qui ont affecté non seulement la chaîne d'approvisionnement et mais aussi l'aspect socio-économique de plusieurs pays. En cherchant à diminuer les coûts, la recherche de main-d'œuvre moins coûteuse est devenue le moyen de l'atteindre. L'usine qui ne peut pas vendre au prix demandé perd des contrats et des clients. Avec l'accessibilité des marchés internationaux, le choix de fournisseurs est grand. Certains pays y ont vu une opportunité et se sont positionnés pour répondre à cette demande de fabrication à petit prix. À titre d'exemple, le gouvernement chinois a créé une zone commerciale dans la région du delta de la rivière des Perles. En effet, il a instauré une politique où un marché libre, des taxes corporatives peu élevées et la facilité de mouvement des capitaux ont transformé la région en « usine du monde ». De 1980 à 2002, la ville de Shenzhen a vu son PIB passer de 8 milliards \$ US à 118 milliards \$ US, sa population augmenter d'un facteur de vingt et son exportation correspondre au tiers des exportations totales de la Chine (Richard et Nelson, 2006). Ce n'est pas seulement parce que les coûts de la main-d'œuvre sont bas, mais parce qu'il y règne une stabilité et une volonté politique et économique qui facilite le transport et la fabrication de la marchandise. Cette concentration de la production de biens transforme aussi le rôle des corporations de fabrication. Leur rôle a changé de fabricants à concepteurs de produits et de marques, ce qui ouvre la porte aux détaillants afin qu'ils puissent s'approvisionner directement chez les manufacturiers à l'étranger.

2.2 Coordonner et intégrer la chaîne d'approvisionnement

La gestion d'une chaîne d'approvisionnement implique plusieurs entreprises, en commençant par le donneur d'ordre, c'est-à-dire celui qui achète et qui passe la commande, et en passant par les fournisseurs, les manufacturiers, l'expéditeur transitaire, les douanes, les transporteurs, les consommateurs, etc. Ainsi, la gestion de la chaîne d'approvisionnement implique les fondements de la gestion de l'entreprise réseau et plus particulièrement la coordination et l'intégration de différentes parties prenantes.

Selon David Simchi-Levi (Simchi-Levi, Kaminsky et Simchi-Levi, 2003), « la gestion de la chaîne d'approvisionnement est l'ensemble de méthodes utilisées pour intégrer fournisseurs, manufacturiers, dépôts, et magasins, de telle sorte que la marchandise soit produite et distribuée : selon la quantité, l'endroit et au moment requis, de façon à minimiser les coûts globaux du système tout en respectant les contraintes de niveau de service ». Une gestion de la chaîne d'approvisionnement implique plusieurs entités internes et externes à l'entreprise que nous appelons des parties prenantes. Pour décrire les échanges entre les parties prenantes dans une chaîne d'approvisionnement, l'approche que nous allons privilégier est celle des flux: des flux de biens physiques, des flux d'information et des flux monétaires. À cela nous ajoutons les flux décisionnels (automatisés ou non) c'est-à-dire le flux des décisions qui ont un rôle à jouer dans les opérations. Pour nous, les flux décisionnels ont autant d'impact que les autres flux dans la chaîne d'approvisionnement. En effet, le flux décisionnel est relié avec les autres flux, car une décision se fait à la lumière des échanges de biens, d'informations et/ou d'argent et en retour détermine les autres flux.

La gestion des flux engendre plusieurs types de problèmes. Simchi-Levi, Kaminsky et Simchi-Levi, (2003) en énumère quelques-uns : les prévisions et les effets coup de fouet (*bullwhip effect*), la gestion des stocks, la gestion de l'entrepôt, le choix de canaux de transport et de distribution, la production centralisée ou décentralisée, l'internationalisation de l'approvisionnement, la variabilité du temps de livraison (*Lead time*), les relations entre fournisseurs et acheteurs, etc. Malgré que cela ne soit pas une liste exhaustive des problèmes en gestion de la chaîne d'approvisionnement, elle nous donne un portrait de l'ampleur des difficultés rencontrées. Plusieurs solutions et stratégies ont été développées pour diminuer les impacts des différents problèmes telles le : e-business, le juste à temps, le *lean logistics*, le design de réseau logistique, la planification agrégée, les alliances ou partenariats, la consolidation, etc.

Un point commun dans les problèmes mentionnés ci-haut, est qu'il y a plusieurs intervenants dans une chaîne d'approvisionnement. Or pour changer, améliorer et/ou optimiser les quatre flux, deux approches sont préconisées: une première est l'amélioration de la coordination entre les intervenants et la seconde est l'intégration de la chaîne d'approvisionnement, c'est-à-dire rapprocher les différents intervenants par la coopération (Stadtler, 2008).

La coordination de la chaîne d'approvisionnement repose sur quatre éléments : la technologie, l'information, la communication et les individus (Malone et Crowston, 1994). La théorie de coordination (*coordination theory*) (Malone et Crowston, 1994) est un domaine de recherche qui s'intéresse aux relations de dépendance entre deux ou plusieurs entités indépendantes (Lei et Benita, 2006). Plusieurs recherches effectuées dans ce domaine ont fait un rapprochement entre la gestion de la chaîne d'approvisionnement et la coordination (Togar, Alan et Ramaswami, 2002) et (Togar M. Simatupang, 2004).

L'approche par coopération est le partage de risques et de bénéfices entre partenaires par l'intégration des processus internes et externes de chacune des entités. Ceci se fait grâce à la mise en commun des prises de décision et d'informations telles les prévisions, les recherches marketing, les études d'activités, etc. Il en résulte une intégration des prises de décision de tous les intervenants pour qu'ils puissent travailler dans un même sens, pour un même objectif et dans une situation gagnante. Ce partage d'information se fait à partir d'outils informatiques tels que des EDI, l'Internet, etc. Malgré plusieurs critiques de l'intégration de la chaîne d'approvisionnement, telles que la trop grande importance des TIC (technologie de l'information et des communications), la difficulté de choisir les bons partenaires, le manque de confiance entre les organisations et la trop grande disparité des cultures d'entreprise (Mark, 2004); l'intégration de la chaîne d'approvisionnement demeure une pratique d'affaires novatrice pour améliorer la chaîne d'approvisionnement.

Nous ajoutons aussi que les décideurs doivent avoir de bons outils de gestion pour les guider. La gestion de la chaîne d'approvisionnement comporte des grandes quantités de données que la recherche opérationnelle permet de traiter globalement que se soit pour des décisions opérationnelles ou stratégiques.

Les travaux de Stadtler (2005, 2008) font d'ailleurs un rapprochement entre la coordination et l'intégration de la chaîne d'approvisionnement en présentant la maison de la gestion de la chaîne d'approvisionnement (voir Figure 2.1).

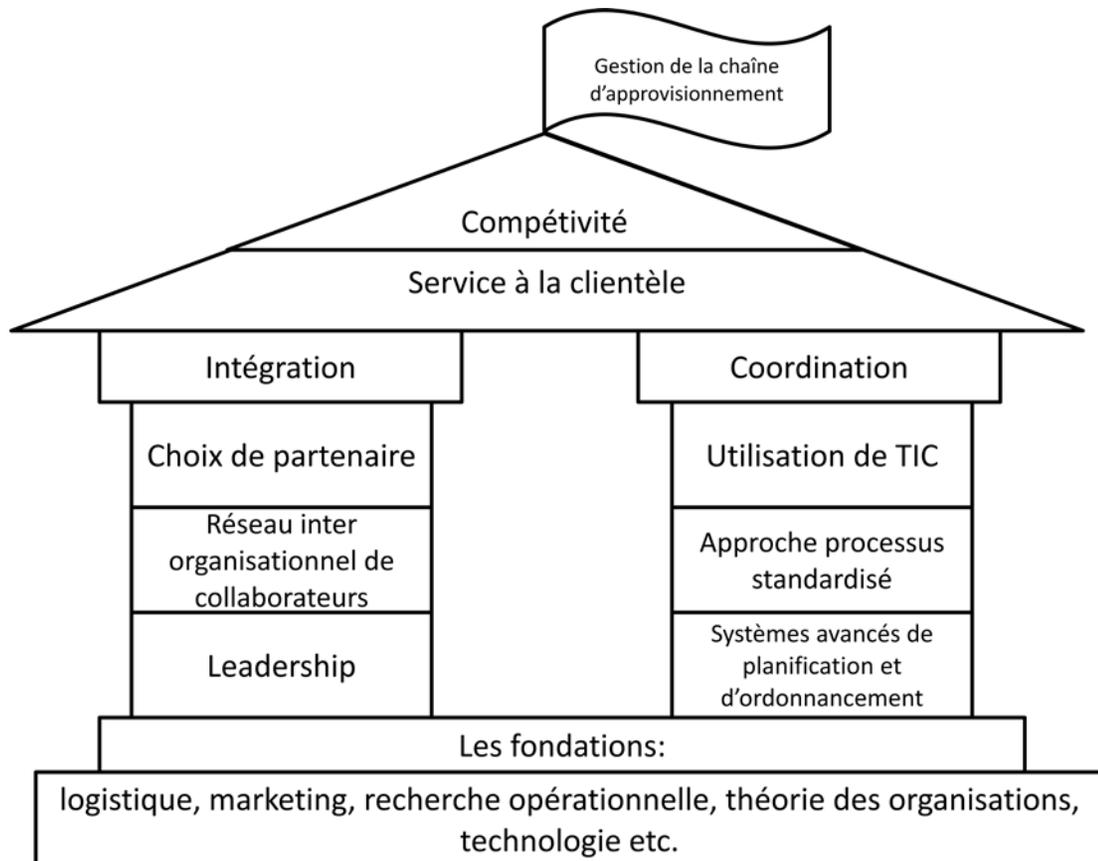


Figure 2.1- La maison de la gestion de la chaîne d'approvisionnement de Hartmut Stadtler (2008)

L'auteur démontre que la chaîne d'approvisionnement est fondée sur des disciplines classiques tels la logistique, le marketing, la recherche opérationnelle, les théories des organisations et la gestion des opérations. Le but ultime est l'efficacité et la compétitivité du réseau à répondre aux besoins du client. Il y a deux piliers pour arriver à un haut niveau de service à la clientèle et une distinction stratégique : l'intégration et la coordination de la chaîne d'approvisionnement. Plus on veut une intégration des intervenants de la chaîne, plus il faut instaurer des pratiques de coordination efficaces. Plus on augmente la coordination entre les différents intervenants, plus la chaîne s'intègre. L'une ne va pas sans l'autre.

Pour avoir une gestion compétitive de la chaîne d'approvisionnement selon l'approche de Stadtler (2008), il faut choisir des partenaires pour des relations de moyen à long terme. Ensuite, il faut établir le réseau inter organisationnel de collaborateurs via une définition des flux et ainsi établir une hiérarchie décisionnelle par le leadership que les partenaires détermineront. La coordination se fera à l'aide de TIC ce qui permettra de réduire le

dédoublément et la redondance d'informations opérationnelles dans le réseau. Ceci permet aux partenaires d'avoir les mêmes informations sans toutefois être obligés de rentrer plusieurs fois les données et permet en plus de garder une qualité d'information. Il faut aussi refaire le design opérationnel pour l'orienter vers une approche de processus standardisé afin que les partenaires puissent parler le même langage.

Finalement, même si l'approche de la planification et contrôle des produits et stock (*Manufacturing Resource Planning ou MRPII*) existe depuis plusieurs décennies, elle est limitée dans ses capacités. En effet, la coordination de plusieurs sites et de plusieurs entités légales séparées représente des nouveaux défis qui sont adressés par les systèmes avancés de planification et d'ordonnancement (*Advance Planning Systems*). Ces derniers sont des systèmes d'aide à la décision qui, à l'aide d'algorithmes et de modèles, « permettent de planifier les flux physiques de la dyade fournisseur-producteur à partir des données (issues des différents ERP par exemple) générées par chacun des intervenants » (Logistics, 2007).

Pour arriver à intégrer et à coordonner la chaîne d'approvisionnement, les travaux de Halley et Bigras (Halley et Bigras, 2003) ont mis en évidence la nécessité de mécanismes de gestion de flux dans une intégration de la chaîne d'approvisionnement. Ces mécanismes de gestion sont :

- Les mécanismes organisationnels, qui sont des structures favorisant les processus opérationnels des flux physiques et de la planification stratégique de l'entreprise, de ses politiques et de ses pratiques d'affaires;
- Les mécanismes informationnels représentant l'information, c'est-à-dire « l'essence » même qui fait avancer la stratégie et les prises de décision, menant à l'atteinte des objectifs de la chaîne d'approvisionnement;
- Les mécanismes technologiques, qui permettent la réalisation des stratégies d'achat, d'approvisionnement et de production du donneur d'ordre en assurant la compatibilité des échanges de flux entre les intervenants de la chaîne d'approvisionnement.

Les mécanismes de gestion des flux ainsi que les notions d'intégration et de coordination seront capitaux pour l'implantation de nouvelles pratiques d'affaires dans la réingénierie de la chaîne d'approvisionnement.

Pour conclure, les travaux de réingénierie proposés à RONA sont basés sur les quatre flux et l'importance de l'intégration et de la coordination de la chaîne d'approvisionnement. Pour y arriver, les recommandations de changement sont faites à partir des mécanismes organisationnels, mécanismes informationnels et mécanismes technologiques.

2.3 Les défis de gestion pour le donneur d'ordre d'une chaîne d'approvisionnement internationale

D'emblée, plusieurs sujets d'étude ont aidé à caractériser la gestion de la chaîne d'approvisionnement internationale tels que :

La logistique

- L'influence des retards de livraison,
- la disponibilité et le choix des conteneurs de transports,
- l'implication d'un réseau de transport complexe (multi-origine et multi-destination),

Le marketing

- l'influence des nouveaux produits,
- la saisonnalité et les promotions,
- le cycle de vie des produits (aspect *mode* et de substitution),

Les technologies

- les besoins en technologie de l'information et de communication,

Recherche opérationnelle

- La gestion de la demande (demande stochastique),
- les outils possibles d'aide à la décision,

Les organisations

- les négociations des contrats et l'effet sur le prix d'achat entre fournisseurs et donneur d'ordre,
- les possibilités de différentes politiques décisionnelles d'une consolidation de commandes et leurs implications,
- l'étude du changement sur les opérations,

etc.

Des caractéristiques qui, mises ensembles, dépassent le cadre d'un mémoire. Pour le cas des entreprises de détail qui s'approvisionnent à l'international, deux défis s'imposent. Celui de la logistique du transport de marchandises et celui des coûts d'approvisionnement.

2.3.1 La logistique internationale

Les pays asiatiques sont devenus le lieu privilégié pour trouver des fournisseurs concurrentiels. Bien que l'on dise que le monde devient un grand village, de nouvelles préoccupations et façons de faire sont maintenant à prendre en considération lorsqu'on importe de contrées lointaines par rapport à l'achat local.

Michael Bellamy (Bellamy, 2004) nous présente trois préoccupations qu'une entreprise devrait avoir lorsqu'elle fait des affaires en Asie. Tout d'abord, il faut trouver le bon partenaire et faire comprendre nos besoins et exigences. Cela veut aussi dire inspecter les lieux et contrôler les produits fournis pour bien comprendre les capacités du fournisseur. Ensuite, il faut s'assurer d'un contrôle adéquat de la qualité, car les normes de qualité ne sont pas les mêmes en Asie qu'en occident. Finalement, il faut mettre en place des dispositifs pour la sauvegarde de la propriété intellectuelle et des données.

Bowersox et al. (2007) classent en cinq catégories les différences entre la logistique de produits domestiques et la logistique des produits en provenance étrangère. Les différences portent sur les considérations que les entreprises doivent tenir compte dans la gestion de l'approvisionnement de source internationale.

La première catégorie de différences entre l'approvisionnement des produits en provenance étrangère et celui des produits locaux concerne les performances du cycle de commandes. Les cycles de commandes de produits internationaux sont affectés par la distance, les délais de communication dus aux fuseaux horaires et aux différences linguistiques, les normes de négociation (Incoterms, que nous étudierons dans le chapitre suivant), les transferts financiers qui sont régis par différentes institutions et par des lettres de crédit, les emballages spéciaux pour les longs voyages, les horaires des transporteurs maritimes, les délais de transport et le besoin de documentation supplémentaire. Ces considérations affectent rarement le cycle de commandes de produits locaux.

La deuxième catégorie de différences porte sur le besoin de plusieurs modes de transport et donc, à cause d'un historique de réglementations, chaque mode de transport est encore géré par des entreprises distinctes. Cela veut dire que lorsqu'on parle de transport multimodal, on parle aussi de partenaires multiples ou des partenaires dits intégrateurs.

La troisième catégorie de différences porte sur les particularités du produit car celui-ci doit se conformer aux standards et réglementation du pays d'accueil. À titre d'exemple, il y a la question de la langue des instructions, celle des normes locales d'environnement, de sécurité et d'énergie qui doivent être respectées, et le suivi et les documents exigés par la loi et/ou par l'assurance qualité.

La quatrième catégorie de différences tient au défi d'intégration des systèmes d'information et d'opération. Les différences technologiques ou de langage font en sorte que passer une commande et gérer des inventaires à distance, chose normalement possible via les TIC ou d'une bonne communication, est très complexe. Intégrer les systèmes et des façons de faire s'avère difficile et coûteux. Si l'intégration n'est pas faite adéquatement, les systèmes d'information ne permettront pas de prendre des décisions éclairées ou même d'avoir les produits convoqués.

Finalement, la cinquième catégorie de différences entre commander des produits de provenance étrangère par rapport aux produits locaux est la nécessité d'alliance avec des entreprises de logistique et des regroupements d'achats tels A.R.E.N.A (www.alliance-arena.com/index.htm). Leur expertise permettra à la fois d'aider dans le transport de la marchandise ainsi que dans la recherche et la négociation avec des fournisseurs actuels et potentiels.

2.3.2 Les coûts d'approvisionnement

Malgré des produits de provenances diverses (locales ou internationales), des stratégies, des industries et des points de vue différents, la problématique fondamentale de coûts liés à l'approvisionnement reste la même ; à partir de fournisseurs connus et de produits connus, comment mieux s'approvisionner, à coûts moindres. Nous prenons la définition classique des coûts d'approvisionnement (Stevenson, Benedetti et Bourenane, 2007) :

$$C_{\text{approvisionnement}} = CA + CC + CS + CT$$

Les coûts globaux annuels d'approvisionnement pour un produit comprennent les coûts d'achats (CA), les coûts de commandes (CC) et les coûts de stockage (CS). À cela nous ajoutons les coûts de transport (CT) quand ils sont sous la responsabilité de l'acheteur selon les incoterms. Considérant que le coût total annuel d'approvisionnement est la sommation du coût total annuel d'approvisionnement pour chaque produit commandé au cours d'une année. La formule du coût total d'approvisionnement qui suit est une sommation sur les coûts (CA , CC , CS et CT) pour chacun des produits.

Chaque produit est identifié par l'indice i et on a un total de I produits.

$$i = 1, 2, 3 \dots, I$$

$$C_{\text{approvisionnement}} = \sum_{i=1}^I (CA_i + CC_i + CS_i + CT_i)$$

Les coûts totaux d'achats (CAT_i) dépendent du prix d'achat du produit (c_i) et de la quantité commandée dans l'année (QT_i).

$$CAT_i = QT_i \times CA_i$$

Même en faisant abstraction de la négociation avec des fournisseurs, le coût peut varier d'une commande à l'autre au courant de la même année. En effet, une pratique courante des fournisseurs est la remise sur quantité pour encourager d'acheter de grands lots. Cette pratique consiste à réduire le coût si une quantité minimale est achetée dans une commande. De plus, le prix unitaire peut varier selon les ententes de livraison, ce que nous allons explorer au chapitre 4. En résumé, deux phénomènes intrinsèques sont observés : le premier est que les coûts ci hauts mentionnés ont des impacts sur les autres coûts. À titre d'exemple, les coûts d'achat ont des impacts sur le coût de stockage, puisque celui-ci est équivalent à un pourcentage du coût d'achat. Le second est que l'équation des coûts d'achat est non linéaire, car les coûts dépendent de la quantité commandée et des ententes de transport.

Les coûts totaux de commande (CCT_i) dépendent du nombre de fois que l'entreprise achète le produit dans l'année (N_i) et des coûts internes de passation de commande (CC).

$$CCT_i = \frac{QT_i}{qn_i} \times CC$$

Le nombre de fois que l'entreprise achète le produit découle de la quantité commandée et de la demande pour ce produit. L'équation des coûts de commande est non linéaire car elle inversement proportionnelle au nombre de fois qu'on commande, indépendamment de la quantité nécessaire.

Le coût total de stockage (CST_i) dépend de la valeur de la marchandise ajustée par un taux de possession des stocks (β) et du niveau moyen des stocks $\overline{qn_i}$.

$$CST_i = \overline{qn_i} \times c_i \times \beta$$

Le taux de possession des stocks comprend les coûts d'immobilisation dans les stocks, les montants d'argent qui pourraient être employés à de meilleures fins et les frais d'équipement et de manutention, c'est-à-dire les coûts physiques de stockage. La quantité en stocks dépend de la quantité commandée. L'équation est non linéaire à cause de la variabilité des quantités commandées à chaque commande, ce qui affecte la quantité en stock. De plus, une grande quantité de produit commandé par rapport au besoin affecte le temps d'entreposage. En effet, ce coût ne considère pas les risques liés à la perte de popularité d'un produit, à la désuétude, au bris et/ou au vol de marchandise augmentent exponentiellement avec la quantité gardée en stock. Cela veut dire que plus on tient une

grande quantité de stock longtemps, plus le risque est grand que des événements affectent la valeur du produit. Mais ce sont des facteurs qu'il faut garder en tête pour éviter des pertes.

Finalement, les coûts totaux de transport dépendent du moyen de transport utilisé. En effet, il existe plusieurs façons de déplacer de la marchandise sur de grandes distances, par exemple : avion, train, camion, bateau; transporté dans : des petits contenants, des cartons ou conteneur. Les politiques et les décisions sur le transport jouent un rôle important sur les coûts de moyen de transport. À titre d'exemple, une des décisions porte sur le choix de la méthode de transport de grandes quantités de marchandises. Deux méthodes populaires pour ce transport sont le transport dédié par conteneur FCL (*Full container load*) et le transport de service LCL (*less than container load*). Le coût total de transport FCL est en fonction du type de conteneur, du nombre utilisé et de la distance parcourue. Cette méthode n'est pas influencée par le volume qui est transporté. Ainsi, les coûts sont appliqués sous forme de paliers. Pour le transport par le service LCL, c'est plutôt un coût par volume de marchandises transportées. Nous verrons en détail les deux types de transport dans la section 2.5 et les coûts de transport dans le chapitre 6. La difficulté dans la détermination des coûts de transport est que le choix du type de transport est non récurrent. Dans certain cas, l'utilisation du FCL plus avantageuse, comme quand on commande des grandes quantités de produit volumineux. Tandis qu'une autre situation va dicter que l'utilisation de service LCL serait mieux (Petit lot de petit volume). Ainsi, en étudiant chacun des éléments des coûts d'approvisionnements, deux importantes variables affecteront l'équation : les quantités commandées (qui affecte le nombre de commande et le stock moyen) et les décisions sur la méthode de transport.

2.4 Grouper des commandes

D'un coté nous avons la question suivante « Quelle est la quantité économique à commander et à quelle fréquence ? », et de l'autre, « Comment faire transporter la marchandise à un coût minimal ? ». Le choix de la méthode de transport est souvent influencé par la quantité commandée. Dans le modèle classique servant à trouver la quantité économique à commander, qui permet un arbitrage entre les coûts de stockage et de commande, on peut tenir compte des coûts de transport en les intégrant soit dans le coût d'achat (alors un coût qui s'ajoute pour chaque item acheté), soit dans les coûts de commande, qui sont alors un coût de livraison fixe (dans une certaine limite des quantités achetées par exemple le volume d'un conteneur). Or, ce coût de transport dépend de la méthode de transport choisie.

Une pratique qui permet de contourner le choix de la quantité économique à commander est le modèle d'approvisionnement à intervalle fixe, qui est une méthode basée sur le temps. Par exemple, l'approvisionneur doit commander le produit X. Dans une politique

fondée sur un cycle de commande ayant un temps fixe, il commandera la quantité prévisionnelle équivalente aux besoins d'une période selon le niveau de service que l'entreprise détermine (exemple : les besoins pour les produits vedettes doivent avoir un réapprovisionnement constant, c'est-à-dire idéalement une commande à chaque semaine). Même si la méthode d'approvisionnement serait idéale selon les besoins pour répondre à la demande, cela ne veut pas dire qu'il est possible de la transporter à moindres coûts. Arrive ensuite le moment où l'approvisionneur (acheteur) doit déterminer s'il augmente les quantités à commander afin de remplir le conteneur qui lui est dédié ou s'il utilise un service de LCL qui est souvent plus dispendieux par unité transportée.

Dans un contexte d'optimisation de l'approvisionnement, une pratique de consolidation d'achats devient intéressante (à ne pas confondre avec consolidation de commandes). Cette pratique consiste à grouper les commandes de produits d'un même fournisseur. Ceci est déjà appliqué quand l'acheteur choisit plusieurs produits d'un même fournisseur et devance certaines commandes pour les combiner avec de la marchandise dont il a besoin. De ce fait, il minimise son coût de transport global. Mais cela veut aussi dire qu'il augmente son stock du produit dont l'achat est devancé, ce qui ne fait que transposer le problème vers des questions de comment et où stocker l'excédent. Il faut donc offrir une autre option de politique de transport de la marchandise pour éviter de stocker inutilement et permettre de minimiser les coûts de transport.

La concentration des fournisseurs dans une zone géographique restreinte (exemple la région du delta de la rivière des Perles), permet d'avoir un volume assez grand pour, théoriquement, consolider des commandes de plusieurs fournisseurs dans un même conteneur dans un lieu prédéterminé. Cette nouvelle option, que nous présentons comme la consolidation de commandes, demande un plus grand effort de coordination et d'intégration de la chaîne d'approvisionnement, mais permet de commander selon les besoins sans toutefois payer plus cher pour l'approvisionnement globalement. Ceci requiert des prises de décision sur l'affectation des commandes aux conteneurs, c'est-à-dire comment grouper les commandes dans des conteneurs dédiés. La consolidation de commandes permet, à première vue, de maximiser l'utilisation de l'espace dans les conteneurs tout en donnant la possibilité de commander des lots de marchandises selon les besoins.

Le principe de consolidation de commandes n'est pas nouveau dans l'industrie du transport. Il est documenté dans le monde scientifique depuis les années 1980 (Jackson, 1981). Mais comme nous le verrons dans la prochaine section, ce qui est nouveau dans cette pratique c'est la consolidation de produits de façon proactive.

2.5 Définir la consolidation de marchandises

La grande définition de la consolidation est l'accumulation de plusieurs petites commandes pour les regrouper soit dans un véhicule comme un camion, un avion, un bateau ou un train,

soit dans un contenant comme, une palette, un wagon, une boîte ou un conteneur, à partir d'un centre de consolidation comme un entrepôt ou un centre de tri. C'est la nature et le quotidien même des transporteurs. Il est reconnu que les transporteurs ont une demande variable globale grandissante pour livrer un plus grand nombre de lots de marchandises et que ces lots ont des volumes de plus en plus petits. Cela doit se faire dans un milieu très compétitif; garder un niveau de service élevé à un coût moindre (Jackson, 1981). Les transporteurs ont des conteneurs de livraison de plus en plus grands, permettant ainsi de regrouper divers lots de produits de différents volumes. Jackson (1981) présente d'ailleurs trois aspects importants au développement d'une stratégie de consolidation : l'aspect temporel (fenêtre de temps pour consolider les produits), l'aspect spatial (lieu(x) de consolidation(s)) et l'aspect quantité (volume ou poids qui peuvent être combinés dans un contenant de livraison). À partir de ces aspects, Hall (1987) présente trois stratégies de consolidation : la consolidation de stock (accumuler avant de livrer), la consolidation de livraison (tournée de livraison au lieu de plusieurs aller-retour) et la consolidation de terminaux (positionnement de centre de tri). L'utilisation d'une seule ou une combinaison des trois stratégies dépend de l'arbitrage que l'on fait par rapport aux besoins de la chaîne d'approvisionnement.

Selon les articles qui traitent du transport de marchandises, le plus grand avantage de la consolidation est d'avoir des économies d'échelle en transport tout en ayant la possibilité de réduire les quantités de biens par lots transportés, en regroupant plusieurs commandes de plusieurs fournisseurs ou acheteurs (Forum pour la formation en commerce international., 2006). Un autre avantage de la consolidation est la flexibilité qu'elle offre aux entreprises sur la gestion du stock. En effet, sans elle l'entreprise commanderait selon le volume de transport et non selon les besoins. D'ailleurs Wal-Mart et 7-Eleven Japon ont eu un grand succès à réduire les lots de livraison en provenance de leurs fournisseurs en consolidant les commandes de plusieurs produits et de plusieurs fournisseurs (Chopra et al., 2004).

Pour réussir une consolidation de la marchandise dans un contenant donné, il n'est pas évident de déterminer à qui revient la responsabilité de cette décision dans la chaîne d'approvisionnement. Selon le *Forum pour la formation en commerce international*, la consolidation est un service qui est offert par les transporteurs du type 3PL ou les expéditeurs transitaires (*freight forwarders*) du type 4PL. Pour Blanchard (2007) c'est plutôt le donneur d'ordre, via un système de gestion du transport (*Transportation Management Systems* ou TMS), qui gère cette opération. Pour arriver à une définition, il faut distinguer les différents flux. En effet, la consolidation est un phénomène issu du transport de la *marchandise* et donc des flux physiques, car ce sont eux qui sont consolidés dans le contenant de livraison. Or, il existe plusieurs approches à la consolidation de la marchandise selon si c'est le transporteur ou le donneur d'ordre qui prend les décisions de regrouper. Pour mieux comprendre, nous proposons une matrice (voir tableau 2.1) pour définir les différents types de consolidation de marchandises dans le transport. La matrice est divisée en fonction de qui prend la décision de consolider : le transporteur et/ou le donneur

d'ordre. Les quatre cadrans nous donnent des pratiques différentes de consolidation qui seront expliquées en détails. Les pratiques sont : « le transport dédié » c'est-à-dire aucune consolidation, « la consolidation de fret ou service LCL » qui est la consolidation de produits de plusieurs acheteurs ou donneurs d'ordre, « la consolidation de commandes » qui est le regroupement de plusieurs commandes d'un donneur d'ordre et « le réseau de consolidation » qui est un réseau où l'on retrouve plusieurs centres de consolidations répartis dans différentes localisations et dont les décisions de consolidation peuvent être prises par le donneur d'ordre ou le transporteur selon des paramètres prédéfinis.

		Consolidation faite par le donneur d'ordre	
		NON	OUI
Consolidation faite par le transporteur	NON	Transport dédié <i>(Full container load ou FCL)</i>	Consolidation de commandes <i>(Order consolidation ou multi vendor consolidation)</i>
	OUI	Service LCL ou la consolidation de fret <i>(Buyer consolidation ou Freight consolidation)</i>	Réseau de consolidation

Tableau 2.1 - Matrice de consolidation de la marchandise

Les illustrations suivantes sont tirées de l'étude de cas. Elles représentent des exemples possibles de chacun des quatre types de consolidation. Les marchandises de ces exemples suivent un cheminement intermodal d'importation de produits fabriqués dans la région de Shenzhen, qui quittent le pays par le port de Yantian (YTN), arrivent au port de Vancouver (YVR) et sont placés sur un train vers les clients de Montréal (YUL). Les marchandises sont transportées dans des conteneurs. Il faut aussi noter que les centres de consolidation en Chine ne sont pas un lieu d'entreposage de longue durée, mais plutôt un centre avec un entreposage de courte durée (moins d'une semaine).

2.5.1 Le transport dédié

Selon la matrice que nous proposons, la première forme de consolidation est le transport dédié montré dans la figure 2.2. C'est la pratique de réserver une unité de livraison (un conteneur dans notre cas) qui est remplie par un fournisseur et qui sera livrée à un client, donc un conteneur dédié à un fournisseur pour un client. En quelque sorte c'est la non consolidation de marchandise car c'est un produit, en multiples unités, par conteneur. Le contenant peut être consolidé avec d'autres contenants lors du transport, mais est sans incident pour notre étude ici.

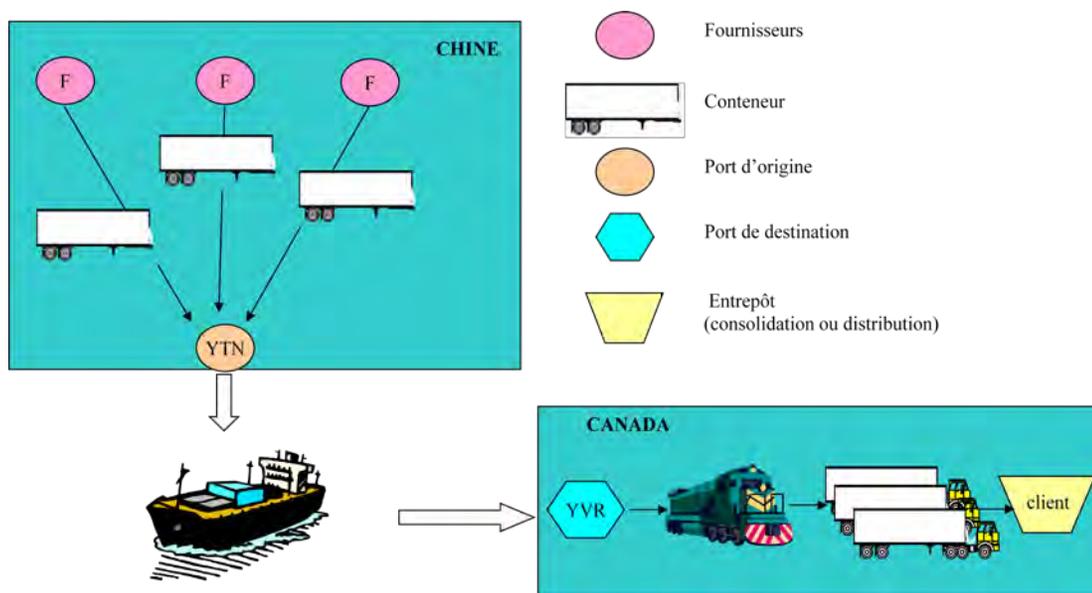


Figure 2.2 - Transport dédié

L'avantage de ce type de choix de transport est la question de sécurité, car les produits sont dans un contenant fermé dédié au donneur d'ordre. En effet, le partage de conteneur avec différents utilisateurs augmente considérablement le risque de perte et/ou de bris de produits (Forum pour la formation en commerce international., 2006).

Le coût de transport est négocié selon les dimensions du conteneur et de la distance parcourue. Il n'est pas influencé par le volume qui y est transporté. Un autre avantage de ce service est de permettre d'avoir des économies d'échelle en transport si le conteneur est rempli à un certain pourcentage. La figure 2.3 permet une comparaison des coûts par mètre cube utilisés selon différentes méthodes de transport (LCL, FCL). Puisque le coût par mètre cube selon une méthode de transport dédié (FCL) dépend du nombre de mètres cubes utilisés, quatre grandeurs de conteneur les plus couramment utilisés ont été utilisés pour fin de comparaison. Il existe quatre principaux types de conteneurs ; le vingt pieds, le quarante pieds standard, le quarante pieds à grand volume et le quarante-cinq pieds à grand volume

(voir APPENDICE C pour les dimensions exactes). Il existe d'autres types de conteneur mais peu utilisés par rapport aux quatre énumérés ici.

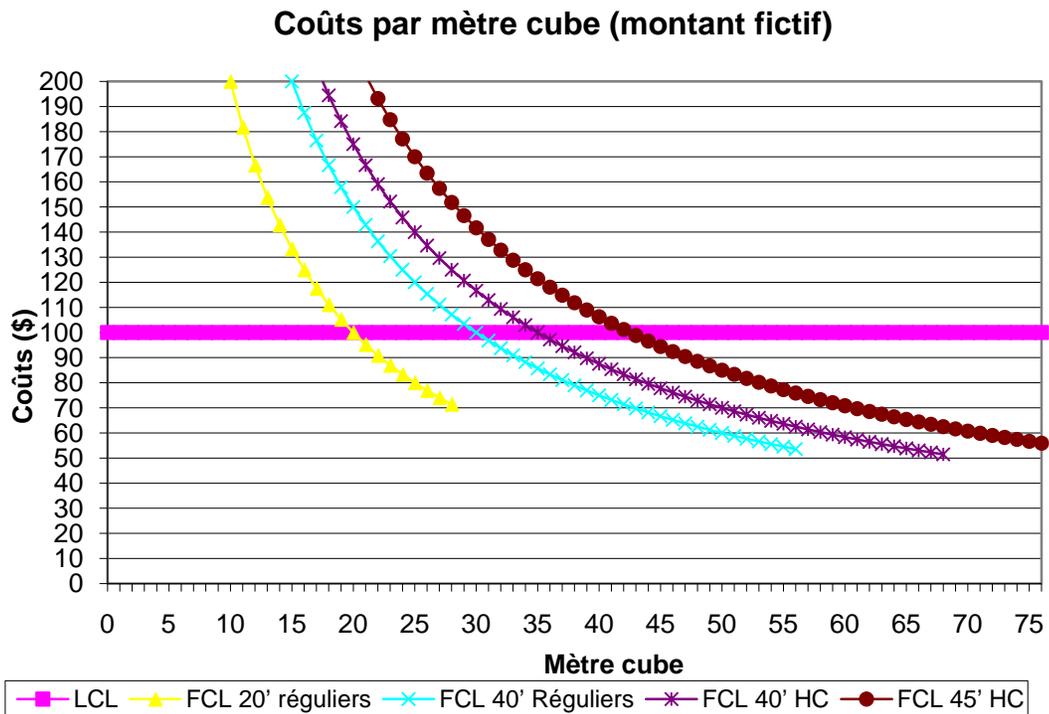


Figure 2.3 - Coûts de transports par mètre cube

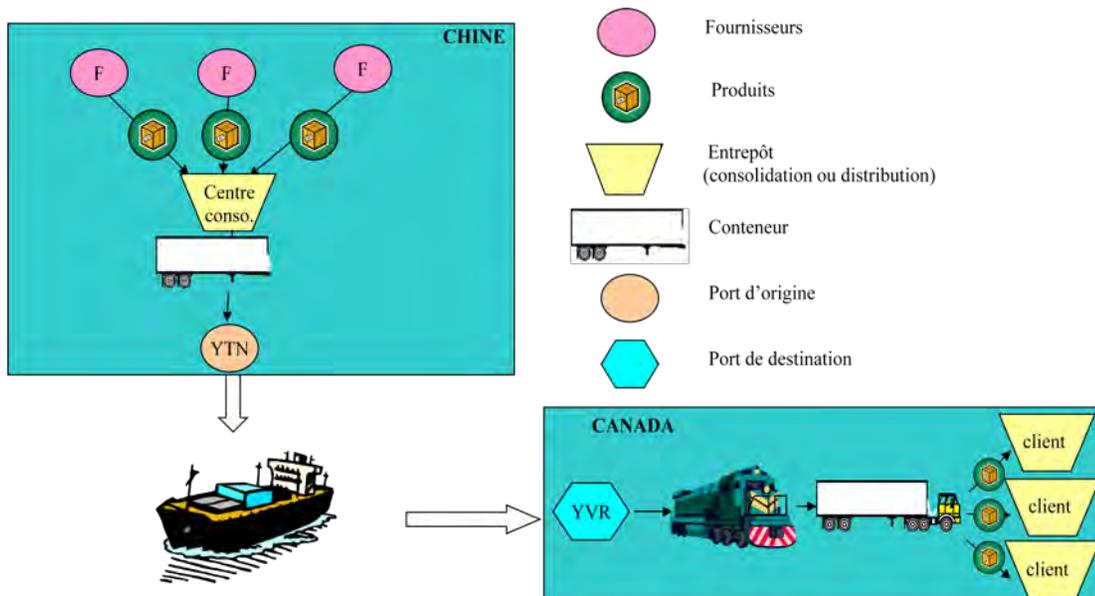
La figure 2.3 représente un exemple des coûts moyens de transport par mètre cube en fonction du volume total transporté en mètre cube selon les types de conteneurs couramment utilisés, c'est-à-dire le 20' régulier, le 40' régulier, le 40' HC et le 45' HC (voir APPENDICE C). Prenons l'exemple d'un logisticien qui doit faire déplacer 40 m³ de marchandise dans un corridor du point A à point B dont les coûts sont représentés ici. Ce que l'on peut constater dans le graphique est que pour les options FCL, plus le conteneur est rempli, plus le coût de transport par mètre cube diminue. Le choix d'utiliser le transport dédié ou non et du type de conteneur dépend du volume que l'on veut y transporter. Donc, par exemple, pour transporter les 40 m³ de marchandise, utiliser un conteneur de 40' régulier est le choix le plus économique dans ce cas-ci. De plus, le graphique permet de déterminer le point d'indifférence entre le LCL et les options de conteneur en FCL selon leur volume.

Il est à noter que le service de transport LCL est chargé selon un coût unitaire au poids ou le volume. Les recherches de l'équipe de Caputo (Caputo, Fratocchi et Pelagagge, 2005) démontrent que le service LCL est trop souvent utilisé, malgré le fait que si on atteint un

certain seuil, il en coûte moins cher de transporter la marchandise dans un transport dédié. Dans cette étude, les auteurs présentent un algorithme facilitant le choix du service de transport. On pourrait considérer le transport dédié comme l'option de ne pas consolider dans des applications de *Business-To-Business* (B-2-B) en transport de marchandise.

2.5.2 La consolidation de fret

Selon la matrice proposée, la deuxième forme de consolidation de marchandise est la consolidation de fret, aussi appelée service de LCL. Cette forme de consolidation est illustrée dans la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** Elle consiste à transporter de petites commandes de produits, venant d'un ou plusieurs fournisseurs et destinées à un ou plusieurs clients. Cette consolidation de marchandise est du point de vue des transporteurs. Les commandes seront combinées par des 3PL ou des 4PL dans un même contenant de transport. Comme nous l'avons vu dans la



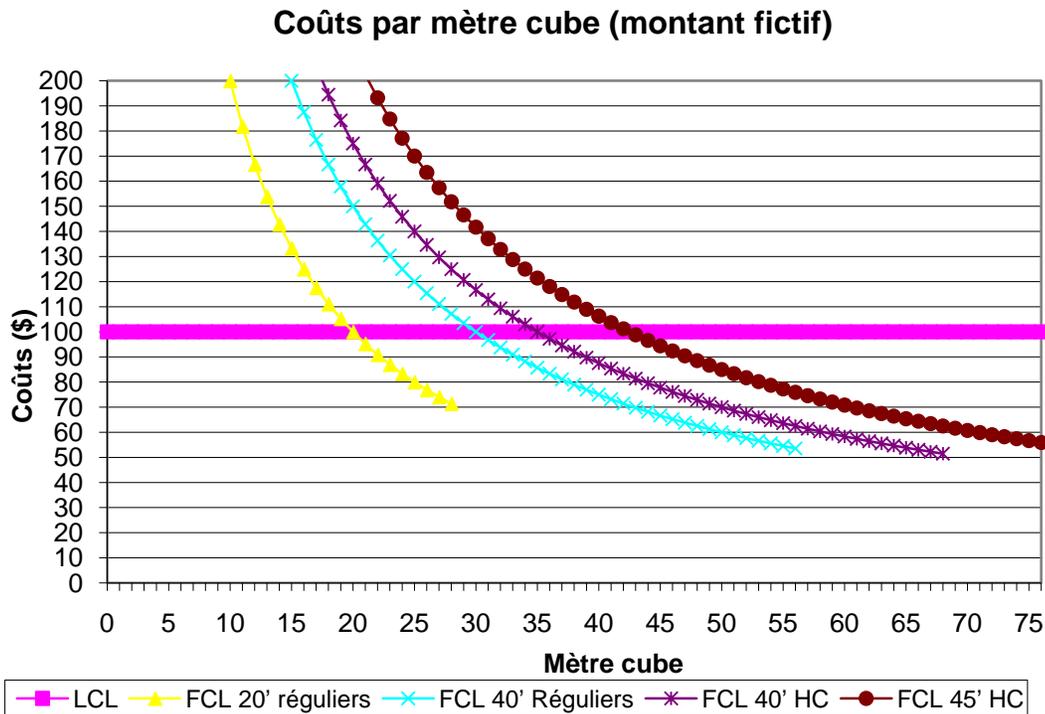


figure 2.3, les coûts de transports dans une consolidation de fret sont

habituellement chargés au volume ou au poids.

Figure 2.4 - Consolidation de frets

Comportant un risque plus élevé de perte et de vol, c'est une option pour laquelle on doit prévoir une surprime due aux assurances dans les coûts de transport, en plus des coûts de manipulations supplémentaires, par rapport à un transport dédié. Mais c'est une option qui offre plus de flexibilité de commandes lorsque comparée à l'option du transport dédié, i.e., livraison de plus petit lots. La recherche faite sur la consolidation de fret fait partie des problématiques de la planification et de l'optimisation du transport de marchandises (Crainic, 2000) qui est un domaine important en recherche opérationnelle. D'ailleurs, une majorité des articles sur la consolidation porte sur la consolidation de fret.

Les avantages de la consolidation de fret sont associés au juste-à-temps. En effet, une gestion en mode juste à temps implique des approvisionnements plus fréquents et donc en plus petites quantités. Dans un tel mode de gestion, la consolidation de fret offre un outil qui permet à la fois de livrer les quantités minimales requises tout en gardant le coût de transport au minimum. D'ailleurs, Gupta et Bagchi, (1987) présentent des outils pour calculer le remplissage minimum nécessaire pour faire de la consolidation de fret. De ce fait, ils énumèrent les aspects nécessaires à prendre en considération dans le développement d'une stratégie de consolidation tels que les coûts de transports, les coûts de manutention, le temps de transit et la quantité économique minimum acceptable à expédier dans un contenant de consolidation du centre de tri.

Bowersox et al. (2007) décrivent la consolidation de fret comme une consolidation réactive. Ils expliquent que les transporteurs et leurs agents n'influencent pas a priori la composition de la marchandise à consolider ou le moment auquel les produits doivent être expédiés. Les transporteurs axent plutôt leurs efforts à optimiser leur réactivité face aux demandes des expéditeurs. Pour illustrer ceci, Bowersox et al. (2007) présente trois décisions stratégiques que le transporteur et/ou les expéditeurs transitaires doivent envisager pour mieux gérer leurs réactivités face à la nécessité de consolider de la marchandise de plusieurs clients : déterminer sa ou ses régions géographiques de marché (*market area*), optimiser les horaires des tournées de livraisons (*scheduled area delivery*) et faire des choix de partenaires en transport (*pooled delivery*). Plusieurs travaux ont développé un ou plusieurs outils et/ou d'approches pour aider dans la prise de décision de l'une des trois décisions stratégiques que nous venons de voir. Les recherches présentées ici ont tous le but d'améliorer l'un des aspects de la consolidation de fret du point de vue du transporteur.

- Higginson (1995) approche la question des horaires des tournées de livraison ou de cueillette comme une prise de décision non récurrente. En effet, au lieu de déterminer si une livraison doit partir selon des politiques prédéfinies, il propose plutôt une heuristique d'aide à la décision. Cette heuristique aidera les décideurs de première ligne à déterminer quand le contenant de consolidation doit quitter le centre de tri, selon des probabilités que la prochaine commande à être consolidée puisse faire partie du regroupement déjà fait dans des délais raisonnables.
- Sila et al. (2006) se penchent aussi sur l'aspect des horaires de tournées des consolidations de fret. Leurs recherches sont basées sur les politiques de quantité minimale et les politiques de fenêtres de temps de consolidation. Ils présentent, via une modélisation, une politique hybride qui est à la fois supérieure en termes de service que les politiques en quantités minimales et supérieures en termes d'économie de coûts que les politiques de fenêtre de temps prédéfini.
- Min (1996) compare l'efficacité entre le transport dédié et la consolidation de fret. Cette comparaison se fait sur la base des choix stratégiques en se basant sur les aspects spatiaux (emplacement géographique des routes et clients), volume (combinaison de plusieurs produits dans un contenant à dimension prédéfini) et temporel (fenêtre de consolidation avant le départ du contenant vers les clients). Il présente d'ailleurs un modèle qui met l'accent sur les décisions spatiales.
- Les TIC jouent un rôle important dans la gestion de la consolidation de fret. Entre autres, les systèmes de gestion du transport (TMS) sont des logiciels utilisés pour l'optimisation du transport, qui aide à choisir les types de véhicules, les tournées de livraison et les horaires. Plusieurs TMS incluent la consolidation de frets, (Marty, 1998).
- De façon plus macro, Tyan, Wang et Du (2003) présentent un modèle mathématique qui permet d'évaluer des politiques de consolidation de fret par un transporteur (3PL) dans une situation d'intégration de la chaîne d'approvisionnement.
- La consolidation de fret n'est pas uniquement utilisée pour transporter des produits du fabricant vers le donneur d'ordre. On voit maintenant son application dans le retour de marchandises. En effet, Min, Seong Ko et Jeung Ko (2006) présentent un modèle de

consolidation sur des aspects spatiaux et temporels pour le retour de produits des détaillants vers le producteur dans un contexte de logistique inverse.

Tout ceci nous démontre que la recherche sur la consolidation de fret est importante dans le contexte du transport de marchandises. Ce qui est à retenir est l'utilisation de modèles mathématiques et des TIC pour aider dans la prise de décision, ce qui est, selon nous, la base pour réussir n'importe quelle forme de consolidation. Il reste encore d'autres avenues à étudier telles que les politiques qui prennent en considération les trois décisions stratégiques de la consolidation et l'avenue de centre de tri « temporaire » c'est-à-dire, la sous-traitance des points de consolidation ce qui en retour offre un plus grand nombre d'options au gestionnaire des transporteurs et des expéditeurs transitaires.

2.5.3 La consolidation de commandes

La troisième forme de consolidation de marchandise, et celle sur qui nous intéresse dans le cadre de ce mémoire est la consolidation de commandes illustrée dans la figure 2.5. C'est un processus contrôlé par le donneur d'ordre. Ce que nous voyons sur la figure est l'envoi de plusieurs produits de marchandises en provenance de plusieurs fournisseurs. Ils sont acheminés vers un point commun, c'est-à-dire un centre de consolidation. Ensuite les produits sont mis dans des conteneurs dédiés au donneur d'ordre.

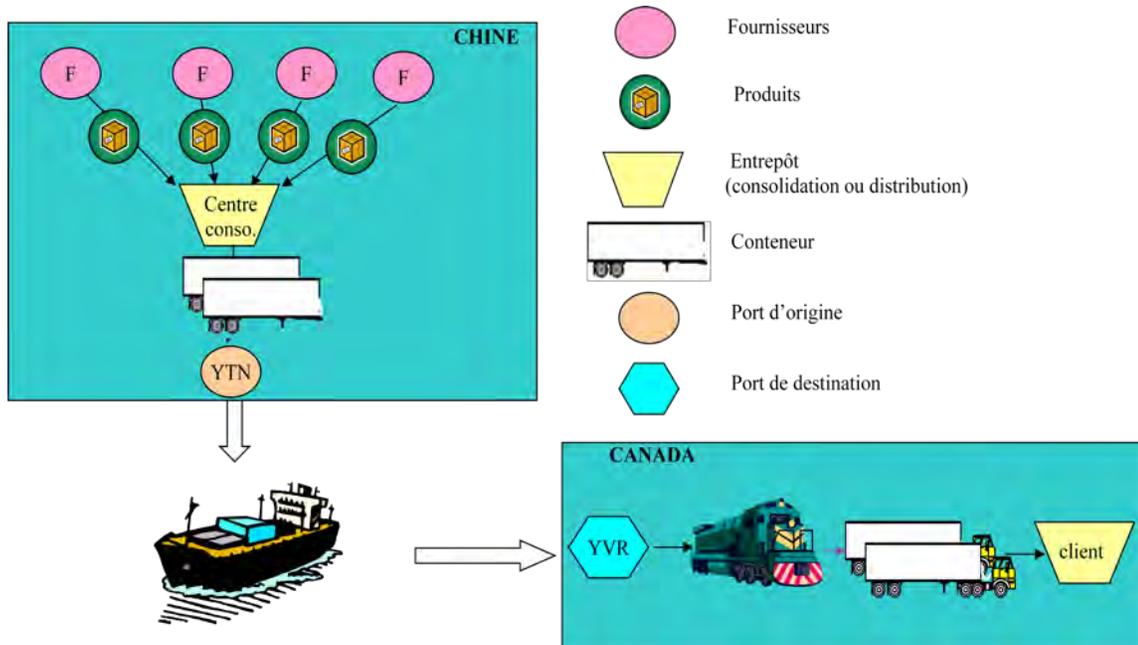


Figure 2.5 - Consolidation de commandes

Cette stratégie a le potentiel de réduire à la fois les coûts de stockage tout en profitant des économies d'échelle sur les coûts du transport de la marchandise. Le principe est de coordonner plusieurs fournisseurs à expédier leurs produits dans un centre de consolidation à proximité et de combiner les commandes pour qu'elles puissent être livrées dans un contenant pour une destination unique. Cette responsabilité de coordination revient aux donneurs d'ordre, car ils sont situés au centre des flux d'information, d'argent, de biens et de décisions. Ce ne sont pas tous les donneurs d'ordres qui ont l'expertise logistique ou les installations pour accomplir la consolidation de commandes. De ce besoin, certains transporteurs et expéditeurs transitaires ont développé un service de support pour les entreprises qui veulent faire de la consolidation. Cette consolidation multifournisseurs (*multivendor consolidation*) s'inscrit pour les 3PL et 4PL dans une prestation de services dite de consolidation proactive, où il est question de participer à la planification des quantités et du temps de livraison (Bowersox, Closs et Cooper, 2007).

Jackson (Jackson, 1981) est le premier à parler de consolidation de commandes et présente une méthodologie pour analyser la pertinence de la pratique de la consolidation de commandes à l'aide de simulation.

En 1985 Jackson présente les résultats d'une recherche sous forme de sondages sur les pratiques de consolidation de commandes dans 53 entreprises divisées en 11 industries différentes aux États-Unis. Jackson tire plusieurs conclusions dont quelques-unes sont

encore applicables aujourd'hui et ce même dans un contexte de mondialisation. La principale raison de faire la consolidation de commandes est les économies d'échelles. Les plus grands désavantages sont les cycles de commandes plus longs et le besoin plus grand de manutention. Les commandes urgentes sont des facteurs qui peuvent dérégler une consolidation planifiée, pourtant 74% des répondants affirment qu'ils tentent tout de même de consolider les commandes urgentes avec les commandes régulières. Jackson découvre qu'il y a quatre règles qui reviennent souvent dans les entreprises qui font de la consolidation de commandes. Ces règles sont utilisées seules ou en combinaison :

- Toutes les commandes destinées à un point de livraison sont gardées jusqu'à ce que la combinaison des poids (ou volume) de celles-ci ait atteint un minimum (politique de marchandise minimum).
- Toutes les commandes destinées à un point de livraison sont gardées jusqu'à ce que la plus vieille commande soit gardée un maximum de temps au centre de consolidation ou que le poids (ou volume) combiné ait atteint un seuil minimum prédéterminé. Si l'une des deux conditions est atteinte, le conteneur de commandes consolidées est relâché (politique marchandise minimum ou de temps maximum).
- Toute la marchandise est expédiée pour un même fournisseur, consolidées ou non, selon une période de temps prédéterminé (politique de temps fixe).

Et/ou

- Toutes les commandes destinées à un point de livraison seront expédiées du centre de consolidation à une date fixe ou jusqu'à ce qu'un poids minimum soit atteint et ainsi le conteneur sera relâché plutôt (politique de période de temps fixe ou de marchandise minimum).

Personne ne semble utiliser une politique où la quantité de marchandise doit attendre la capacité maximum d'un conteneur avant de l'expédier

Les TIC sont utilisées à ce moment surtout pour évaluer chaque commande individuellement selon un système de pointage déterminé, la facilité de combiner la commande avec d'autres, des critères de volume ou de poids, le taux de service, l'urgence, etc. Certaines entreprises utilisaient aussi les TIC comme aide à la décision en déterminant les dates de relâches selon les critères de fenêtre de temps, de volume ou de limite atteinte.

Gurnani (2001) nous présente un approche différente sur comment gérer la consolidation de commande. En effet, Gurmani développe le concept de coordination de commande et de consolidation de commandes dans un contexte de négociation de prix (*pricing*) et de rabais sur quantité.

La consolidation de fret a pris beaucoup de place dans la recherche, mais très peu de chercheurs se sont intéressés à la pratique de consolidation de commandes depuis les travaux de Jackson. Ce mémoire est en quelque sorte une mise à jour des trouvailles de

Jackson en appliquant dans une étude de cas les nouveaux outils à une stratégie qui est utilisée depuis plusieurs décennies.

2.5.4 Le réseau de consolidation

La quatrième forme de consolidation de marchandise, appelée réseau de consolidation (voir figure 2.6), combine le transport dédié, le service LCL et la consolidation de commandes regardés du point de vue des nœuds (*hub*). Il implique divers responsables ou parties prenantes et installations, par exemple de multiples centres de consolidation, qui travaillent en parallèle et/ou en chaîne. En effet, l'approche réseau de consolidation consiste à gérer plus d'un centre de consolidation et/ou point de livraison à la fois, c'est-à-dire plusieurs nœuds. L'étude et l'utilisation d'une telle pratique consiste à voir la gestion, la prise de décision et la répartition des éléments d'une chaîne en différents points qui sont reliés les uns aux autres.

Elle permet aussi plusieurs consolidations entre le fournisseur et la destination d'entreposage. Cette approche permet, par exemple, de consolider plusieurs commandes des fournisseurs d'une région donnée dans un même lot, transporter ce lot vers un centre de "déconsolidation" dans le pays de destination, séparer le lot pour être livrée, via un service LCL local, dans les centres de distribution du donneur d'ordre ou même directement dans les magasins.

D'autres canaux de distribution sont possibles. Par exemple, les commandes sont directement combinées à l'origine et chaque conteneur est dédié pour un magasin ou groupe de magasins d'une même région. Le réseau donne la flexibilité d'offrir plusieurs options qui peuvent être économiques pour le donneur d'ordre selon sa situation géographique (nombre et location des magasins et des centres de distributions) et ses infrastructures. Les recherches faites sur des réseaux de consolidation en tant que tels ne sont pas nombreuses (Rummel *et al.*, 2005), mais les résultats de recherches faites dans le domaine des réseaux de transport, des réseaux de collecte et de distribution (*hub and spoke*), centre de tri, etc. couvrent des aspects et des problématiques des réseaux de consolidation.

Malgré cela, les descriptions stratégiques, tactiques et opérationnelles de la consolidation dans ces réseaux sont déficientes dans la recherche scientifique.

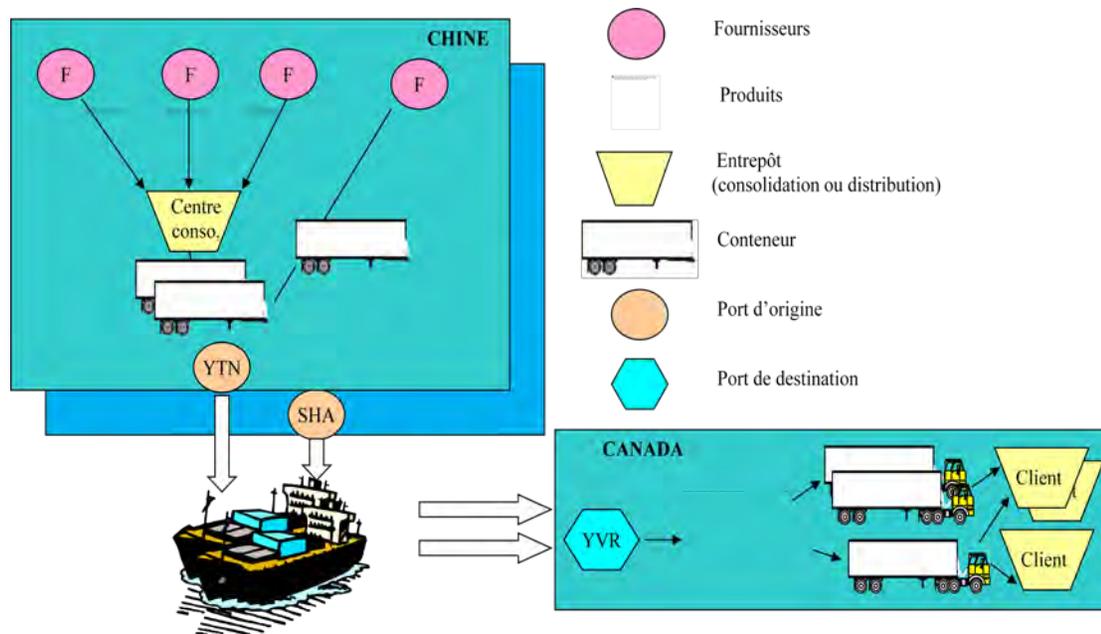


Figure 2.6 - Réseau de consolidation

2.5.5 Conclusion sur la consolidation de marchandise

Ce que nous venons de voir, c'est une mise en situation des recherches sur la consolidation de la marchandise. Comme nous avons vu, les approches sur la gestion dépend de qui gère et prend la décision de consolider, soit le donneur d'ordre ou soit le transporteur. Elle se traduit par : le transport dédié quand il n'a pas de consolidation de marchandise, la consolidation de fret si c'est le transporteur qui décide ce qui est consolidé ensemble, la consolidation de commande si c'est le donneur d'ordre qui prend les décisions et le réseau de consolidation quand à la fois le transporteur et le donneur d'ordre prennent des décisions sur ce qui doit être consolidé ensemble. Nous avons fait un survol des quatre types de consolidation de marchandise pour bien situer la recherche faite dans ce mémoire et pour donner un cadre de définition pour l'étude de cas.

2.6 La problématique

Comme nous l'avons mentionné, la recherche de ce mémoire s'intéresse à la consolidation de commande. Étant donné que le sujet est relativement peu étudié du point de vue scientifique, la question du comment consolider des produits de différents fournisseurs n'a pas, selon nous, été entièrement traitée. L'étude de ce mémoire s'intéresse à deux aspects de la consolidation de commandes :

1. La réingénierie nécessaire des processus intra et inter entreprise pour l'implantation d'une pratique de consolidation de commandes.

Vu la complexité et les possibilités de différentes directions qu'un changement de processus peut amener, la recherche, les hypothèses et les propositions sont faites dans le cadre d'une étude de cas. Ainsi, les options étudiées et proposées sont celles réalisées chez RONA et portent sur la préparation et l'implantation du processus de consolidation de commandes. Pour une question de rigueur scientifique et pour le bénéfice de l'entreprise qui veut implanter ce processus, nous proposons de faire une modélisation du nouveau design de la consolidation de commande. Par conséquent, le deuxième aspect auquel ce mémoire s'intéresse est :

2. La présentation d'un modèle correspondant la consolidation de commandes.

Ce modèle sera validé par une simulation qui comparera les résultats du modèle proposé avec un modèle de transport dédié et un modèle de transport par service LCL, c'est-à-dire les deux politiques les plus plausibles actuellement chez RONA.

Malgré son importance, cette étude effleure seulement le sujet de la gestion du changement chez le personnel et la gestion des ressources humaines. En effet, l'étude effectuée dans ce mémoire sera surtout consacrée aux changements faits sur la chaîne d'approvisionnement, sur ses processus opérationnels et de présenter un aperçu des bénéfices économiques.

2.6.1 Questions de recherche

La principale question qui englobe les deux aspects de ce mémoire est « Comment consolider plusieurs commandes de plusieurs fournisseurs et comment cette consolidation s'insère au sein du processus de commande ? ». De cette question, l'étude devra détailler les changements apportés à la chaîne d'approvisionnement et aux processus opérationnels.

L'étude de la chaîne d'approvisionnement intra et inter entreprises sera faite par l'analyse des flux, c'est-à-dire les flux décisionnels, physiques, monétaires et d'informations. Voici sommairement les questions que les différents flux soulèvent :

- Flux décisionnel : Qui est responsable des décisions, comment ces décisions sont prises, quand doit-on combiner les commandes et quelles commandes seront combinées?
- Flux physique : Quand et qui combinera les produits physiquement? Quand les commandes doivent-elles partir du fournisseur par rapport aux dates requises à destination?

- Flux monétaire : Quelles sont les implications sur les différents coûts par rapport à la situation actuelle?
- Flux d'information : Quelle information devra être disponible et à qui?

De ces questions sur les changements de la chaîne d'approvisionnement, la question de l'intégration et de la coordination des activités entre les entreprises devient importante. En effet, réussir un tel projet demande la collaboration de chacune des parties prenantes et d'installer ou de modifier les mécanismes de coordination entre elles. Notre analyse et nos questionnements sur les changements des processus opérationnels porteront sur les trois mécanismes de coordination : les mécanismes intra et inter organisationnels, les mécanismes informationnels et les mécanismes technologiques.

2.7 Conclusion

En résumé, nous avons vu dans les dernières années une mutation de la chaîne d'approvisionnement. Elle est de plus en plus dictée par le dernier intervenant avant d'arriver au consommateur. Les canaux de distribution ne sont qu'une composante d'un tout. Ces entreprises de grandes distributions jouent un rôle prépondérant dans la chaîne d'approvisionnement au point qu'ils deviennent des donneurs d'ordre pour une multitude d'entreprises. Les différents flux de la chaîne d'approvisionnement, la coordination et l'intégration sont les piliers d'une gestion de la chaîne d'approvisionnement et ceci passe par trois mécanismes de gestion des flux (organisation, information et technologies). L'approvisionnement à l'international offre beaucoup d'opportunités, tel une plus grande source d'approvisionnement. Ceci porte aussi son lot de défis logistiques et de contrôle des coûts. De cela, découle l'importance de la consolidation de la marchandise pour aider à minimiser les coûts liés au transport. Or, nous avons vu que l'industrie manufacturière de biens de consommation a subi une concentration de ses activités dans des pays qui offrent des avantages aux entreprises. Cette concentration est le préalable de réussir la consolidation de commandes dans une même région.

La problématique de base de ce mémoire est « comment faire mieux avec une stratégie de consolidation de commandes par rapport à une stratégie de transport dédié ou de service LCL ». Ce problème peut être étudié de plusieurs façons, mais ce mémoire traitera surtout de l'aspect de la réingénierie de la gestion de la chaîne d'approvisionnement. Les réponses à nos questions sont basées sur les changements des processus de flux et des besoins en mécanisme de coordination. Le tableau 2.2 présente une synthèse de la problématique et des sujets traités dans le mémoire.

Problématique traitée dans le mémoire
<ul style="list-style-type: none"> • La réingénierie nécessaire des processus intra et inter entreprise pour l'implantation d'une pratique de consolidation de commandes; • La présentation d'un modèle correspondant à la consolidation de commandes.
Les questions à répondre
<ul style="list-style-type: none"> • Comment consolider plusieurs commandes de plusieurs fournisseurs • Les changements dans les flux de la chaîne d'approvisionnement : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Qui est responsable des décisions, quand doit-on combiner les commandes et quelles commandes seront combinées ? (flux décisionnel) ➤ Quand et qui combinera les produits et quand les commandes partiront-elles par rapport aux dates requises ? (flux physique) ➤ Quelles sont les implications sur les différents coûts ? (flux monétaire) ➤ Quelle information doit être disponible et à qui ? (flux d'information) • Les changements nécessaires sur le processus actuel sur : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Les mécanismes organisationnels ➤ Les mécanismes informationnels ➤ Les mécanismes technologiques

Tableau 2.2 - Synthèse de la problématique et des sujets traités dans le mémoire

3 Méthodologie

Ce chapitre présente la méthodologie utilisée pour étudier la réingénierie des processus afin d'arriver à une pratique de consolidation de commandes. Le sujet n'étant pas très développé, nous avons décidé de faire une étude de cas dans une entreprise de grande distribution. La méthode de travail doit pouvoir répondre à nos deux questions : Quels sont les processus impliqués et lesquels doivent être changés? Est-ce qu'un modèle mathématique correspond à la consolidation de commande de notre étude de cas? Pour valider la pratique de consolidation de commandes, le modèle proposé devra être comparé à ce qui se fait déjà dans l'entreprise. Pour ce chapitre, nous décrivons d'abord les étapes de la méthodologie puis les étapes de la cueillette de données sur le terrain.

3.1 Les étapes de l'étude

Avant tout changement, il faut comprendre le contexte de l'entreprise, les raisons de la réingénierie et comment le processus actuel fonctionne. Ainsi, le chapitre 4, Étude de cas, présentera la situation actuelle, sans consolidation de commandes. La méthode utilisée pour faire un portrait de la situation actuelle est une série d'entrevues avec des gens de l'entreprise et de l'extérieur de RONA qui sont impliqués dans la chaîne d'approvisionnement. De plus, nous avons rencontré des personnes qui ne sont pas liées au processus, mais qui œuvrent dans le domaine de la gestion de la chaîne d'approvisionnement internationale, pour valider notre compréhension des processus d'importation en général.

La deuxième étape consiste à faire un design du nouveau processus de consolidation de commandes. L'approche préconisée pour développer un nouveau design est la conception de plusieurs options envisageables et l'évaluation de la possibilité d'implanter l'une d'entre elles. Ces options sont basées sur l'étude du processus actuel. Une équipe multi disciplinaire était affectée au projet de consolidation de commandes pour évaluer chacune des options. Les personnes de la Chaire de recherche industrielle du CRSNG en management logistique de l'UQAM agissaient à titre d'animateurs aux discussions et de consultants. L'option retenue est alors décrit en détail avec les besoins en changements de mécanismes de coordination. Le chapitre 5 présente les propositions et le développement d'options sur le déroulement d'une pratique de consolidation de commandes, l'option retenue par l'entreprise et les modifications nécessaires.

Pour valider la réingénierie des processus, nous avons modélisé le nouveau design de la consolidation de commandes à être implanté. Ce modèle, qui sera présenté à la section 6.3, permet de comparer la consolidation de commandes aux pratiques actuelles de l'entreprise, c'est-à-dire le transport dédié pour une commande ainsi que la comparaison avec l'utilisation du service LCL. À partir des données sur les produits achetés par l'entreprise,

cette simulation a été effectuée selon la méthode Monte-Carlo. Pour les étapes d'optimisation du problème nous avons utilisé le logiciel CPLEX 10.0. Le chapitre 6, Simulation et validation de la réingénierie, exposera la simulation et la résolution effectuée pour déterminer la viabilité de l'option choisie.

3.2 La cueillette de données sur le terrain

Pour bien comprendre les étapes de la chaîne d'approvisionnement lors d'importation de produits, nous avons procédé à des entrevues avec des personnes qui y sont parties prenantes. Les entrevues ont été réalisées en juillet et août 2007, avec des questions ouvertes qui dépendaient du poste que la personne occupait. Les personnes rencontrées chez RONA furent le vice-président de la logistique, la coordinatrice de la logistique, une logisticienne, la directrice des approvisionneurs, le coordonateur de l'approvisionnement, deux approvisionneurs et un marchandiseur. Nous avons également rencontré deux personnes de l'extérieur de RONA : le directeur de l'Est du Canada de l'expéditeur transitaire et un représentant d'un important fournisseur de l'Asie qui est prêté à RONA à titre d'approvisionneur. De plus, nous avons assisté à une réunion sur les difficultés que les approvisionneurs des centres de distribution rencontrent lors d'importations d'Asie. Ceci nous a permis de décrire et de faire une synthèse des processus d'importation.

Nous avons aussi rencontré trois consultants qui travaillaient pour l'entreprise sur des mandats d'optimisation de la chaîne d'approvisionnement (OCA) en général. D'ailleurs, l'un d'entre eux était impliqué plus particulièrement avec l'équipe de la logistique de RONA dans le projet de consolidation de commandes. Nous avons travaillé en étroite collaboration avec ce consultant. Finalement, nous avons aussi rencontré deux consultants externes. L'un se spécialise dans l'implantation d'outils de recherche opérationnelle dans les entreprises et l'autre dans la négociation et l'implantation de processus d'approvisionnement à l'étranger. Chacun nous a donné un portrait de la problématique selon leur point de vue et a validé notre approche.

Après avoir fait un portrait de la situation actuelle, une équipe constituée de la coordinatrice de la logistique, du coordonateur de l'approvisionnement, du directeur de l'expéditeur transitaire, du consultant du projet OCA et des membres de la Chaire de recherche industrielle du CRSNG en management logistique de l'UQAM se rencontrait une fois par semaine pendant un mois pour travailler sur les différentes options de consolidation de commandes afin d'arriver à un choix.

En parallèle, une cueillette d'information fut réalisée sur les différents produits importés tels les ventes, les retards, les quantités commandées, le type, les dimensions et le volume, le niveau de service, la classification ABC, la provenance, la fiabilité des fournisseurs et le prix d'achat. Les informations ont été recueillies sur les produits vendus entre le 1 juin 2006

et le 30 juin 2007. Les données proviennent des différents logiciels qui sont décrits dans le chapitre 4 – Étude de cas.

3.3 Les étapes de la simulation

Le chapitre 6 propose une comparaison entre l'option de la consolidation de commandes, qui est proposée, et deux autres options de transport : le transport dédié (ou FCL) et la consolidation de fret, c'est-à-dire le service LCL. La comparaison entre les trois options portera principalement sur les coûts d'approvisionnements, tel que définis à la section 6.4. La consolidation de commande sera modélisée à partir d'un système d'aide à la décision (SAID) qui facilitera la consolidation de commandes. Ce système, qui est représenté par un modèle mathématique, regroupe de façon efficiente les différentes commandes. Ces commandes correspondent à de petits volumes, qui sont regroupés dans des lots qui correspondent chacun à un conteneur. Une simulation Monte-Carlo, en trois étapes, est utilisée pour calculer les coûts d'approvisionnement des trois options qui seront par la suite comparés. La première étape consiste à générer des commandes. La deuxième étape représente la combinaison des commandes qui dépend de l'option de transport étudiée. Finalement, la troisième étape est le calcul des coûts d'approvisionnement de tous les produits pour l'année selon l'option de transport étudiée. Les coûts sont utilisés pour la comparaison entre les options et permettre la sélection de l'option la plus avantageuse pour RONA.

3.4 Conclusion

En résumé, nous avons étudié la situation actuelle des pratiques d'importation de l'entreprise. Les informations recueillies furent à la fois qualitatives, c'est-à-dire une série d'entrevues et des séances de remue-méninge et quantitatives, c'est-à-dire de données prises dans la base de données de l'entreprise.

Nous avons également développé des options de processus à l'aide d'une équipe de personnes impliquées dans le processus d'approvisionnement à l'international afin de sélectionner la plus appropriée. Ce choix sera la base du nouveau design de consolidation de commandes. Pour valider le nouveau design et entrevoir les bénéfices pour l'entreprise, nous avons développé un modèle mathématique qui permet d'aider dans les décisions dans un contexte de consolidation de commandes que nous allons comparer avec le transport dédié et le service LCL. Les comparaisons seront faites via une simulation de trois options : La consolidation de commandes, le transport FCL et le service LCL.

4 Étude de cas

Ce chapitre présente l'entreprise et les processus impliqués dans l'étude de cas. Avant de proposer une nouvelle façon de faire, il faut d'abord comprendre la situation sociale et économique de l'entreprise et les motivations qui la poussent à changer ses pratiques et ses stratégies. En effet, tout changement doit avoir un lien avec la stratégie globale de l'entreprise et prendre en considération sa culture et sa façon de faire pour assurer sa réalisation et le support des dirigeants. C'est pour ces raisons qu'un bref historique des points saillants de RONA sera présenté. De cela, les stratégies d'amélioration de la chaîne d'approvisionnement de RONA seront expliquées. Suivra la définition des éléments du processus d'importation qui comprennent l'identification et la présentation des catégories d'approvisionnement, des intervenants, des normes de négociation de transport et des outils informatiques. Un survol des étapes de prise de décisions de commandes en provenance de l'étranger sera présenté. Finalement, ce chapitre se terminera avec une étude des flux de la chaîne d'approvisionnement actuels de l'importation et une conclusion.

4.1 L'histoire de RONA

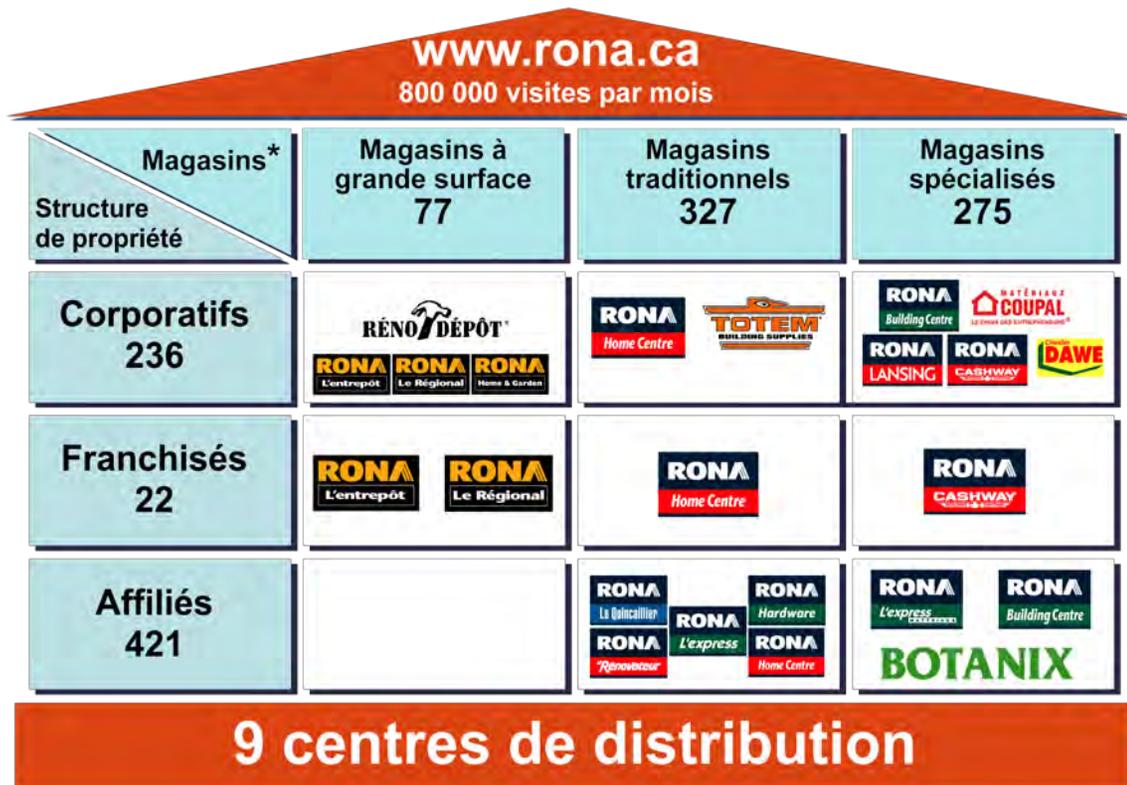
L'entreprise RONA (RONA, 2005) (Lagacé, 2007) est le plus important distributeur et détaillant canadien de produits de quincaillerie, de rénovation et de jardinage au Canada. L'entreprise fut fondée en 1939 sous le nom de *Les marchands en Quincaillerie Itée* comme regroupement d'achats. Elle subit un premier changement en 1962 pour devenir une entité qui offre à la fois des produits du regroupement d'achats et le nom RONA fut créé pour aider dans le développement de la commercialisation et de la notoriété de ses magasins membres. À cette époque, le groupe de marchands achète la totalité des parts et adopte sa structure coopérative qui est encore en fonction aujourd'hui. Ces marchands « affiliés » opèrent des magasins de type traditionnel (entre 1000 pieds carrés et 20 000 pieds carrés) ou spécialisé (quincaillerie, matériaux de construction ou jardinage). Au cours des années suivantes, l'entreprise fait des fusions et acquisitions de plusieurs regroupements et compagnies dans son domaine (au début avec Botanix et Dismat, et plus tard Cashway Building Centres, Totem, Revy, Revelstoke, Lansing et Réno-Dépôt.) et établit des alliances d'achat (avec Home Hardware Stores Itée en Ontario en 1984 et Hardware Wholesalers inc. en Indiana en 1990) pour à la fois renforcer sa notoriété, accroître ses parts de marché et augmenter son pouvoir d'achat. C'est lors de l'acquisition de Cashway en 2000 que RONA sort de la province de Québec pour s'ouvrir sur le marché ontarien et éventuellement en 2001 sur le marché pancanadien.

En 1994, RONA ouvre son premier magasin corporatif du type magasins-entrepôts (RONA L'entrepôt). Cette ouverture transforme l'entreprise de distribution en détaillant. Quelques années plus tard, RONA vend des franchises. En 2000, Dans le but de continuer à développer son expertise comme détaillant, la notoriété de sa marque et augmenter sa part

de marché, RONA ouvre son site de vente en ligne. Cette diversité de types de magasins permet de mieux desservir ses clients. Cet effort de consolider l'industrie de la quincaillerie, de la rénovation et du jardinage au Canada multiplie les bannières et les types de magasins que l'entreprise chapeaute. Comme illustré dans la figure 4.1, RONA compte en tout 19 bannières distribuées dans trois catégories de magasins et trois types de propriétaires.

Pour aider l'entreprise à financer ses fusions et acquisitions, RONA fait son entrée à la bourse de Toronto le 5 novembre 2002 sous le symbole « RON ». Cette entrée dans la bourse force certains changements dans la gestion de l'entreprise car celle-ci devient imputable envers le financement des investisseurs publics.

RONA exploite en 2007 un réseau de près de 680 magasins franchisés, affiliés et corporatifs, de dimensions et de formats variés, qui emploie plus de 27 000 personnes dans toutes les régions du Canada, sous diverses bannières. Le groupe RONA totalise plus de 15 millions de pieds carrés de magasins, plus de 2 millions de pieds carrés d'entreposage à travers ses 9 entrepôts, offre près de 50 000 produits différents (des SKU) et réalise des ventes au détail



annuelles consolidées de plus de 6,3 milliards \$ en 2007.

Figure 4.1 - Structure des magasins de RONA selon le rapport annuel 2007

4.2 Priorités d'améliorations de la chaîne d'approvisionnement

Étant donné la complexité de la chaîne d'approvisionnement pour ses différents types de magasins, les marchandises distribuées sur des grandes distances, la gestion de la chaîne d'approvisionnement joue un rôle capital pour la rentabilité. La pression de la concurrence (Lagacé, 2007) et des marchés boursiers imposent à l'entreprise de constamment améliorer son offre de service et sa profitabilité. L'importation des biens et l'établissement d'une force de négociation deviennent des enjeux importants pour conserver et augmenter ses parts du marché canadien. Le 27 février 2008, RONA présente à ses actionnaires ses stratégies d'affaires pour les 4 prochaines années (Brouillette et Dumont, 2008). Le vice-président exécutif de la commercialisation et le vice-président de la logistique ont établi conjointement des priorités de la gestion de la chaîne d'approvisionnement. Entre autres :

- Augmenter la marge brute sur les ventes au détail de 100 points;
- Profiter de la hausse du dollar canadien;
- Augmenter de 5 % à 10 % l'approvisionnement provenant directement des usines à l'étranger;
- Positionner l'entreprise pour mieux négocier avec les fournisseurs;
- Négocier avec A.R.E.N.A. qui est un regroupement d'achats à l'échelle mondiale;
- Augmenter la rotation des stocks;
- Introduire des nouveaux outils d'optimisation dans la gestion de la chaîne d'approvisionnement.

Du contexte socio-économique et des enjeux ci-haut mentionnés, nous pouvons maintenant regarder quels sont les éléments importants dans la livraison de commandes, le processus actuel d'importation des produits chez RONA et étudier les flux entre les entreprises de la chaîne d'approvisionnement.

4.3 Les éléments du processus d'importation

Avant de passer à l'explication du processus et des flux de la chaîne d'approvisionnement, certains éléments doivent être préalablement définis. Dans cette section, nous présenterons les catégories d'approvisionnement définis par RONA, ici appelé le « donneur d'ordre », les parties prenantes, les termes de négociation et les technologies d'information et de communication utilisées dans les différentes chaînes d'approvisionnements de l'entreprise.

4.3.1 Catégories d'approvisionnement

Pour RONA, les fournisseurs sont classés en trois catégories d'origine ou type de chaîne d'approvisionnement en amont : les fournisseurs « locaux », les fournisseurs ou agent intermédiaires et les fournisseurs outremer.

Les fournisseurs locaux sont les entreprises dont la fabrication des produits se fait en Amérique du Nord (Canada, États-Unis ou Mexique). De par la facilité de déplacement de la marchandise grâce au traité de l'ALÉNA et de la proximité, cette catégorie est caractérisée par une livraison terrestre (camion et train), en provenance directement du manufacturier ou d'un grossiste et la responsabilité du transport est presque toujours attribuée au fournisseur. Il n'y a donc pas d'intervention de la part des logisticiens d'importation. Le produit est acheminé vers un centre de distribution RONA ou directement en magasin. Ainsi, le délai de livraison est habituellement court.

Les fournisseurs ou agents intermédiaires sont des entreprises nord-américaines (Canada, États-Unis ou Mexique) qui eux transigent avec un fournisseur étranger. Les produits sont donc fabriqués à l'extérieur de l'ALÉNA. Ainsi, ce type de fournisseur de RONA joue un rôle d'intermédiaire. Le fournisseur commande des quantités à l'étranger, les entrepose, puis les livre aux centres de distribution ou directement aux magasins. Ici encore il n'y pas d'intervention de la part des logisticiens d'importation. Les délais de livraison peuvent être courts si le fournisseur intermédiaire possède du stock en main afin de répondre à la demande. Par contre, pour des demandes accrues, ponctuelles ou lors de rupture de stock, les délais peuvent être aussi longs que les fournisseurs outremer, car le fournisseur intermédiaire doit commander une quantité supplémentaire auprès de son fournisseur étranger.

La dernière chaîne d'approvisionnement en amont regroupe les fournisseurs outremer, c'est-à-dire l'approvisionnement directement des fabricants à l'étranger. Une fois la commande effectuée, ces derniers doivent procéder à la production du produit commandé et le transporter jusqu'au port d'expédition. Selon ce qui est spéculé dans les contrats, la responsabilité du fournisseur s'arrête là. En effet, les logisticiens de RONA, en collaboration avec l'expéditeur transitaire, doivent s'assurer que la marchandise quitte le port d'expédition jusqu'au port de réception (Vancouver, Montréal ou Halifax) et qu'elle arrive par la suite, par voie terrestre, à un centre de distribution de RONA. La marchandise devient à ce moment disponible pour les magasins. Cette chaîne d'approvisionnement est caractérisée par l'arrêt obligatoire des produits dans un centre de distribution et donc, les magasins n'importent pas de produits. Aussi, les logisticiens ont la responsabilité de faire dédouaner la marchandise. Étant donné le nombre d'intervenants et les distances à parcourir, les délais de livraison peuvent être longs. Ce dernier type de chaîne d'approvisionnement est celui pour lequel nous étudierons la consolidation de commandes. La figure 4.2 permet de visualiser l'approvisionnement de fournisseurs à l'étranger.

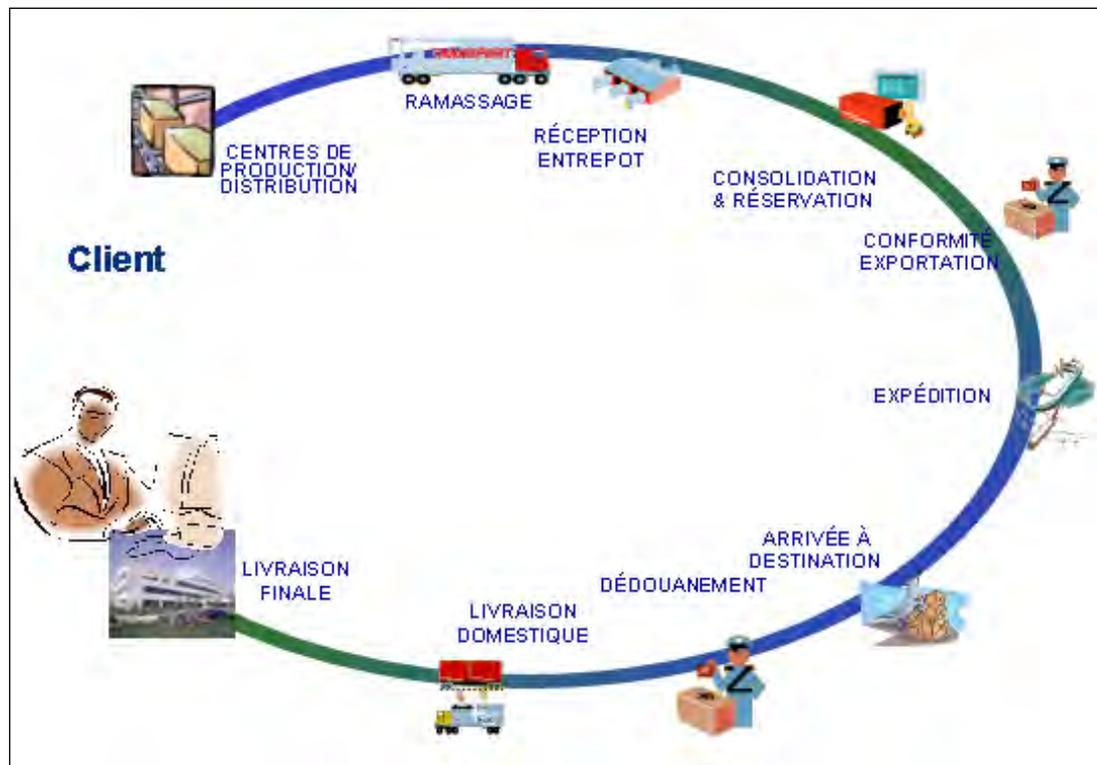


Figure 4.2 - Les grandes étapes de transport d'un produit en importation (Source : Lagacé 2007)

4.3.2 Les parties prenantes

Plusieurs intervenants, qu'ils soient internes ou externes à l'entreprise, viennent affecter directement le processus d'approvisionnement de fournisseurs à l'étranger. Ces parties prenantes ont chacune un rôle et des responsabilités à jouer pour le bon fonctionnement de la chaîne d'approvisionnement. Il est à noter que les intervenants internes à l'importation pour le réseau de RONA sont situés au siège social à Boucherville.

Les intervenants internes à l'entreprise

Quatre groupes d'intervenants internes sont parties prenantes de l'importation de produits. Ce sont les directeurs de département, les marchandiseurs, les approvisionneurs et les logisticiens.

L'entreprise, ainsi que ses magasins, est divisée en départements tels que la quincaillerie, la plomberie, l'horticulture, etc. À la tête de chaque département, il y a un directeur qui supervise les activités pancanadiennes de son secteur. Il donne les objectifs et les stratégies, gère les budgets et approuve les choix et les achats de produits. Son équipe

multidisciplinaire, qui est constituée entre autres de merchandiseurs et d'approvisionneurs, intervient dès le début dans la chaîne d'approvisionnement.

Le merchandiseur est responsable du plan de merchandising en définissant l'offre de produit de son sous-département. Cela signifie que le merchandiseur s'occupe du choix des produits offerts selon le potentiel de ventes dans les magasins. Il choisit les fournisseurs et les produits qui seront commercialisés. Ceci implique la négociation des prix, les rabais sur quantités, l'estimation de la demande annuelle et les termes de livraison (Incoterms, qui sera expliqué un peu plus loin, délais de livraison, quantité minimum, port ou endroit de livraison, etc.).

L'approvisionneur a la responsabilité de maintenir le niveau de stock adéquat selon les politiques de niveau de service et de stockage de l'entreprise. À l'aide de logiciel qui avertit quand le niveau de stock atteint un seuil critique, il évalue les quantités à commander et la date de livraison. Il utilise des données du merchandiseur pour commander les produits chez les fournisseurs. Il y a deux types d'approvisionneurs : ceux pour les magasins et ceux pour les centres de distribution. Étant donné que les produits d'importation passent obligatoirement par les centres de distribution pour être déconsolidés, seuls les approvisionneurs du centre de distribution sont partie prenante de la consolidation de commandes.

Le logisticien est responsable de l'arrivée des produits aux centres de distribution à temps. Il s'occupe du paiement via l'émission de la lettre de crédit et du suivi avec l'expéditeur transitaire et les transporteurs. Le logisticien a la responsabilité que le paiement et le processus de dédouanement soient faits selon les lois et règles du pays. Il est aussi responsable du choix du moyen de transport. La marchandise est transportée dans des conteneurs pour lesquels le logisticien a actuellement le choix entre deux options de transport, par transport dédié ou par la consolidation de fret (le service LCL).

Les intervenants externes à l'entreprise

Sept groupes externes à l'entreprise sont parties prenantes à l'importation de produits. Ce sont les fournisseurs, les institutions financières, les transporteurs, l'expéditeur transitaire, les douaniers, les palettiseurs et le consommateur.

Le fournisseur est l'entreprise qui vend le produit à RONA. Il peut être un représentant, un grossiste, un agent ou le manufacturier lui-même. Dans le cas de l'importation, le fournisseur peut être situé à l'étranger ou peut même être une entreprise locale qui ne prend pas la responsabilité d'entreposer localement et/ou de livrer à RONA.

Les institutions financières jouent un rôle important pour les transactions internationales. En effet, elles sont émettrices de lettres de crédit qui assurent au fournisseur que l'argent est réservé pour le paiement des produits à la livraison et protège le donneur d'ordre, car le montant ne sera pas déboursé avant que la marchandise ne soit livrée. De plus, les transferts d'argent entre le donneur d'ordre, l'expéditeur transitaire, les transporteurs, les assureurs et le dédouanement passent, bien entendu, par les institutions financières.

Les transporteurs (3PL) sont les entreprises qui transportent de la marchandise. À cause d'un historique de réglementation, rares sont les entreprises qui exploitent plus d'un type de mode de transport, que ce soit par camion, avion, train ou par camion. D'où vient l'importance d'entreprises spécialisées dans la coordination de transport.

L'expéditeur transitaire (4PL) est une entreprise mandatée par le fournisseur ou le donneur d'ordre lorsqu'une commande doit subir plusieurs modes de transports multimodaux successifs (exemple : camion-bateau-train-camion). Sa mission est d'organiser la liaison entre les différents transporteurs, négocier les assurances, assurer un suivi et la continuité du transport de l'origine à la destination. Il assume donc la performance du transport envers son client.

Il y a deux types de douanes lors de l'importation, la douane d'origine qui est responsable de la conformité d'exportation et les taxes d'exportations, et les douanes à la destination qui est garante des questions d'approbation et de taxe de dédouanement. Leur rôle précis dépend des lois locales, d'ententes internationales et des traités entre les deux pays. Sans entrer dans les détails, il suffit ici de dire que les douanes exigent une série d'informations et de documents appelés *Full Set Documents* dans l'industrie du transport, pour approuver le départ et l'arrivée de produits. Les copies de documents typiques pour passer des biens par les douanes sont : une déclaration d'exportation ou d'importation, la facture pro forma et/ou la facture commerciale, un bordereau d'expédition, un certificat d'origine, les connaissements requis et un certificat d'assurance de la cargaison. Les documents seront décrits dans la section 4.5. Il existe d'autres documents pertinents que la douane peut exiger dépendamment du type de marchandise telle une attestation du consulat du pays d'origine pour des produits dits « protégés », un certificat d'hygiène pour la nourriture, une licence pour des produits dangereux ou restreints, etc. Ces documents sont rarement nécessaires dans le cas de RONA et ne seront pas traités dans ce mémoire. La nature et l'utilité des documents seront décrites en détails un peu plus loin dans le chapitre.

Les palettiseurs sont des entreprises qui se spécialisent dans la réception de la marchandise venant des fournisseurs, de les répertorier dans l'inventaire et de les mettre physiquement sur des palettes pour ensuite les envoyer chez le donneur d'ordre. Leurs services deviennent intéressants car, pour optimiser l'espace dans un conteneur, les produits ne sont pas mis sur des palettes lors d'un voyage océanique, mais empilés directement dans le conteneur par les fournisseurs. Toutefois, la mise sur palette facilite de beaucoup la manutention dans les

entrepôts de RONA et est essentielle pour un bon fonctionnement de celui-ci. Faute d'espace de travail et de main d'œuvre dans leurs propres entrepôts, environ 90 % des produits d'outremer acheté par RONA passent par un palettiseur externe afin d'être placés sur des palettes avant d'être acheminé aux entrepôts.

Finalement il y a le consommateur. Ce dernier va, par son comportement d'acheteur, influencer la demande de produits et affectera toute la chaîne d'approvisionnement. Il suffit de dire qu'il est l'élément le plus important de la chaîne, car si le produit n'est pas disponible au bon prix, en bonne quantité et au bon moment, le client ira chez le concurrent pour se procurer le bien dont il a besoin.

Les intervenants définis, il existe un standard de négociation entre le donneur d'ordre et le fournisseur qui se répercute sur les responsabilités de chacune des parties prenantes.

4.3.3 Standard de négociations entre le donneur d'ordre et le fournisseur

Lors de négociations entre le marchandiseur et le fournisseur, il y a un aspect légal important qui porte sur les responsabilités de livraison. En effet, en plus de fournir la marchandise, le fournisseur doit livrer à l'endroit négocié avec le donneur d'ordre. Dépendamment du lieu, il peut facturer plus cher pour couvrir les frais de transport, d'assurance et de coordination, etc. Il peut être avantageux pour le donneur d'ordre de prendre ces responsabilités afin de réduire ses coûts d'achat en obtenant des économies d'échelle sur le transport. Pour faciliter la négociation et la coordination entre les intervenants, une norme de termes commerciaux a été développée par la Chambre de Commerce international appelé les Incoterms (acronyme pour *International Commercial Terms*). Les Incoterms déterminent les obligations réciproques de deux parties (soit le vendeur et l'acheteur) dans le cadre d'un contrat d'achat/vente international. Les termes précisent les responsabilités respectives et fixent le partage des coûts de transport et la division des risques. Les Incoterms sont limités, car ils ne définissent pas la date du transfert de propriété, seulement le moment du transfert de la responsabilité de la marchandise. Il est à noter que les Incoterms ne sont pas utilisés pour le déplacement de marchandises à l'intérieur de l'ALÉNA, car le *American Foreign Trade Definitions* régit les normes dans cet espace commercial.

Il existe 13 Incoterms en date de l'année 2000 (appendice A). RONA utilise trois Incoterms lors de négociations avec ses fournisseurs outremer. Ils sont définis comme suit (INCOTERMS 2000):

FOB (*Free On Board* ou franco à bord): Le vendeur a rempli son obligation de livraison quand la marchandise est placée à bord du navire au port d'embarquement (maritime ou aérien) désigné. Le vendeur dédouane la marchandise à l'exportation. Le donneur d'ordre choisit le

navire et paie le fret maritime. Le transfert de la propriété des biens et des risques se fait au passage du port d'embarquement vers le navire. L'Incoterm FOB est utilisé chez RONA lors de transport dédié.

FCA (*Free Carrier* ou franco transporteur): Le fournisseur a rempli son obligation de livraison quand il a remis la marchandise dédouanée pour l'exportation à un lieu préalablement convenu dans le pays d'origine, normalement dans un entrepôt. Le donneur d'ordre choisit le mode de transport et le transporteur pour l'acheminer à destination. Le donneur d'ordre paie donc le transport principal. Le transfert des frais et risques intervient au moment où la marchandise est arrivée au lieu convenu dans le pays d'origine. L'Incoterm FCA est utilisé par RONA lorsqu'ils veulent entreposer le stock dans le pays hôte pour un certain temps ou pour du transport via un service de LCL.

DDU (*Delivered Duty Unpaid* ou rendu droits dus): Le vendeur livre la marchandise au donneur d'ordre, non dédouanée à l'importation, au lieu convenu dans le pays de destination. L'acheteur s'occupe, à ses risques et frais, de l'accomplissement des formalités douanières d'importation et du paiement des droits et taxes d'importation. Ce dernier Incoterm est utilisé par RONA seulement pour la marchandise qui requiert une attention particulière lors du transport (telle la céramique qui est à la fois lourde et fragile).

Ces normes aident à définir les responsabilités de chacun des intervenants. Pour la fonctionnalité, la communication et le transfert d'information, les intervenants utilisent, en plus du téléphone, du courriel et du fax, des technologies informatiques qui sont internes et externes à RONA.

4.3.4 Les technologies d'information et de communication

L'étude des TIC chez RONA a été faite par un collègue de la Chaire de recherche industrielle du CRSNG en management logistique lors de son mémoire sur les impacts des activités promotionnelles sur la chaîne d'approvisionnement (Lagacé 2007). La section suivante sur les systèmes d'information internes et externes lui est créditée et elle est partiellement transcrite ici pour faciliter la vue d'ensemble de l'étude de cas. Seules les TIC qui sont utilisées dans la gestion de l'approvisionnement sont mentionnées ici.

Les systèmes d'information à l'interne

Le principal système informatique corporatif de l'entreprise est SIDMA (Système informatique de distribution aux marchands). La figure 4.3 illustre les fonctions du logiciel qui encadre les activités administratives et de gestion de RONA. Les principales fonctions sont : la gestion des prix, des commandes des magasins et des centres de distribution, des

achats, des ententes avec les fournisseurs, des opérations entrepôts, des mouvements de stock, de la comptabilité et de l'appariement de facture.

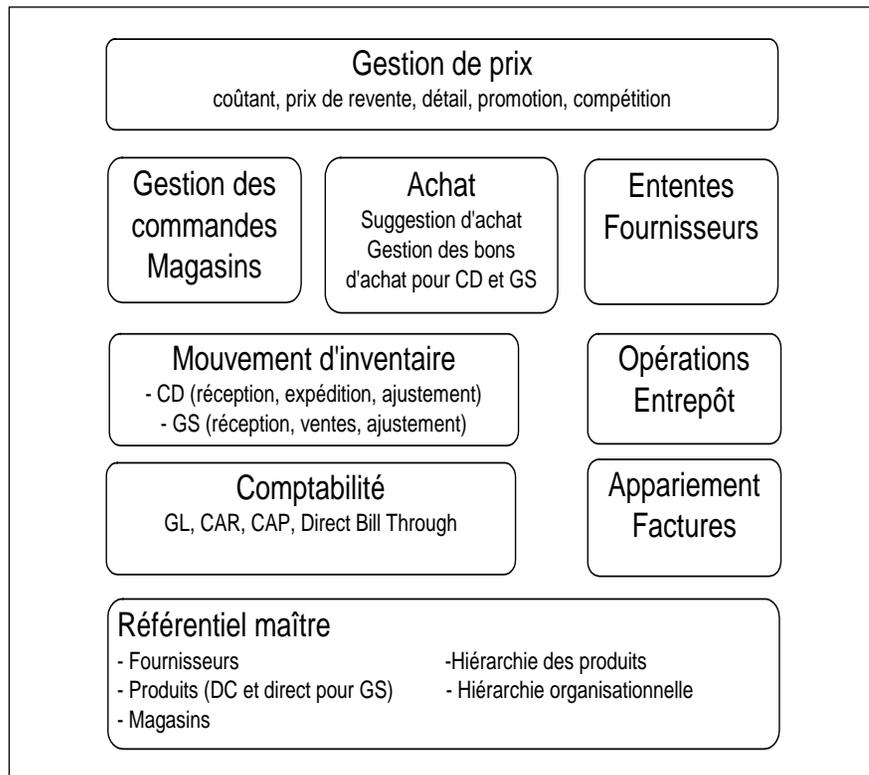


Figure 4.3 - Vue d'ensemble de SIDMA (Source : Lagacé 2007).

SIDMA est lié, par différents canaux de communication, aux systèmes réseaux utilisés par la plupart des bannières de l'entreprise à l'exception des affiliées qui sont indépendantes. Cependant, malgré tous les éléments positifs de SIDMA, celui-ci ne parvenait toujours pas à répondre à certains besoins au moment de cette étude. C'est pourquoi RONA a acquis, au fil du temps, différents progiciels spécialisés.

La base de données RD2W est utilisée afin de donner une vision unique des données de vente et des stocks, de faciliter et d'accélérer la prise de décision. Les données statistiques sont chargées quotidiennement à partir de SIDMA ce qui aide à refléter les informations contenues dans l'ensemble des systèmes sources. Le logiciel permet une rétroaction de 5 ans.

Au niveau de la planification des commandes, un progiciel nommé E3 facilite le travail des responsables de l'approvisionnement. En effet, il suggère aux acheteurs les quantités à commander en fonction des prévisions pour chaque article. L'information sur laquelle ce

Le système se base provient de SIDMA. Également, le progiciel permet un réapprovisionnement des produits réguliers en fonction des stocks en main. Par contre, pour assurer son bon fonctionnement, il faut que les paramètres de base soient déterminés et actualisés par les employés de RONA (taux de « en stock », coût d'acquisition et de stockage et niveau optimal des stocks). Par conséquent, les paramètres statiques sont insérés dans E3 lors de l'activation du produit (profil de la demande et informations fournisseurs). L'approvisionnement des centres de distribution, dont tous les produits d'importation, et une quarantaine de magasins à grande surface des bannières RONA sont liés à E3.

Un autre outil primordial pour RONA est nommé Exceed. Il s'agit d'un système de gestion d'entrepôt qui est implanté dans tous leurs entrepôts de plus de 200 000 pieds carrés. De façon plus détaillée, il fait la gestion de la réception, de la palettisation, de la mise en stock, de l'expédition, des emplacements, de la préparation des commandes, des listes de cueillettes, du prélèvement des stocks, du transbordement, etc. Il est à noter que les plus petits centres de distribution sont gérés par SIDMA.

Les systèmes d'information à l'externe

En amont, RONA utilise un système d'échange de documents informatisés (EDI) avec 98 % de ses fournisseurs nord-américains et de l'Europe. RONA échange les bons de commande ainsi que les factures par ce système. Pour les fournisseurs non connectés au système, c'est-à-dire environ 2 % des fournisseurs nord-américains et de l'Europe, une interface Internet a été développée afin de faciliter l'envoi des commandes ainsi que la facturation entre les deux parties.

Pour les fournisseurs de l'Asie, aucun système spécifique n'est en place. En effet, l'utilisation de la lettre de crédit conventionnelle ou du transfert bancaire est privilégiée.

Une dernière application informatique utilisée chez RONA et ses fournisseurs est INTRAC. Ce logiciel à interface web a été développé par l'expéditeur transitaire. Celui-ci s'occupe de la logistique d'importation des produits par voie maritime pour RONA. INTRAC est un outil de gestion de transport de marchandises et de suivi de bons de commande. Il permet de créer des rapports de gestion des exceptions, de créer des rapports d'indicateurs de rendement, de suivre les bons de commande et d'offrir un système automatisé de préavis. Chez RONA, le département logistique et le département des achats (marchandiseurs et approvisionneurs) ont accès aux informations fournies par INTRAC. Lors du suivi des bons de commande, les informations suivantes sont disponibles (liste non exhaustive) :

- numéro du bon de commande;

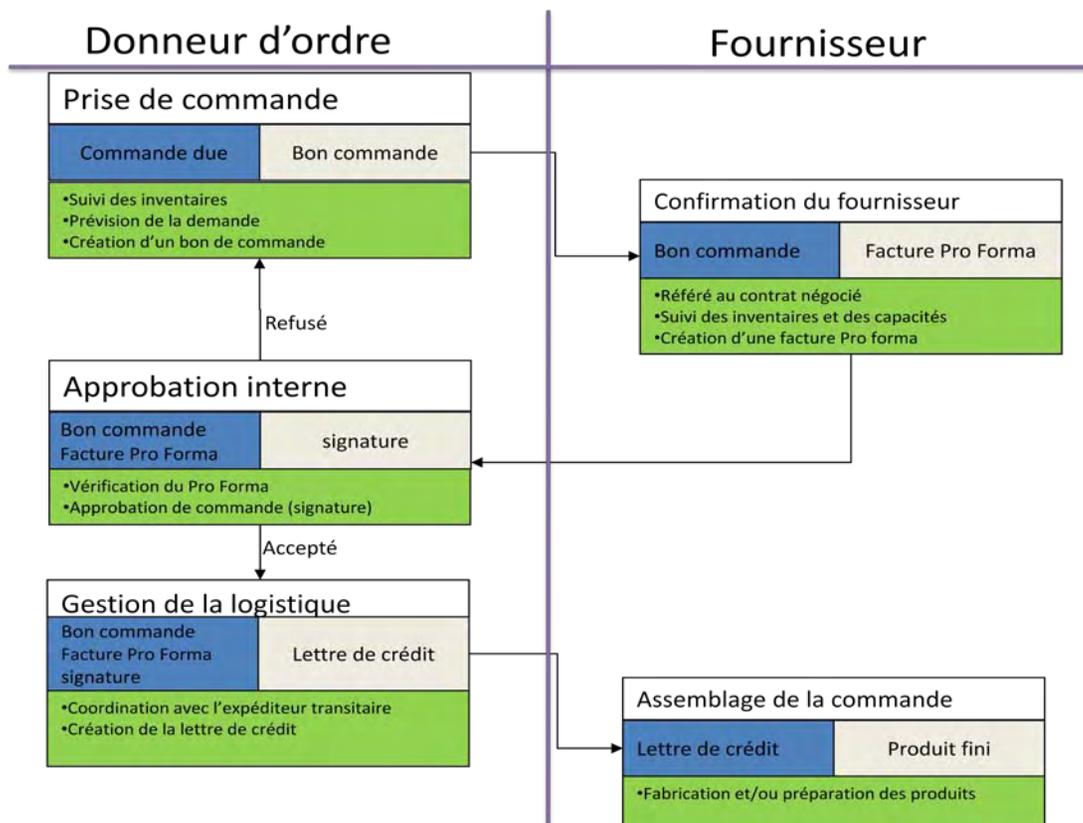
- description du produit;
- nom du fournisseur et son numéro;
- date d'envoi de la commande;
- destination (le centre de distribution RONA où le produit sera livré);
- port d'expédition;
- date de départ au port d'expédition (estimée et réelle);
- port de réception;
- date d'arrivée au port de réception (estimée et réelle);
- date de mise en place du conteneur sur les voies ferroviaires;
- date de dédouanement;
- date de réception au centre de distribution (estimée et réelle);
- etc.

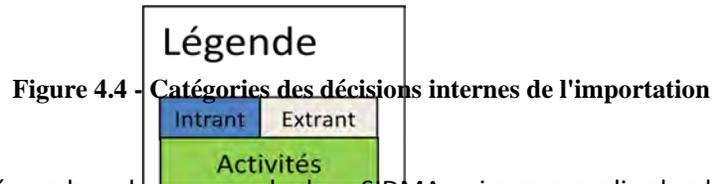
4.4 Étapes de prise de décision pour commander

Comme nous l'avons mentionné dans la problématique, la politique actuelle de RONA est de dédier un conteneur par commande pour un fournisseur. Chaque commande d'un ou plusieurs items est donc constituée de façon indépendante. Sauf exception, l'Incoterm FOB est utilisé pour toutes les transactions en provenance de l'Asie. De plus, lors de l'écriture de ce mémoire, peu ou pas de fournisseurs asiatiques ont une connexion EDI avec RONA et donc le processus est décrit en utilisant les lettres de crédit. La description qui suivra est résumée dans un diagramme en annexe 2 (Mapping des décisions internes à l'importation). Chaque activité a été classée en catégories de décisions qui sont présentées dans la

figure 4.4. Cette catégorisation permettra de mieux définir les options de consolidation de commandes qui seront présentés dans *le chapitre 5*.

Le processus commence quand E3, à partir de l'historique de vente, des quantités en mains, des réceptions prévues et des délais de livraison, envoie un message à l'approvisionneur pour lui mentionner qu'une **commande est due**. Le processus de prise de commande peut aussi commencer si une promotion est planifiée ou une commande spéciale est effectuée, mais ceci ne sera pas étudié dans l'étude de cas, car celle-ci focalise sur la consolidation de commandes dans un cas de réapprovisionnement régulier. À ce moment, le processus de **prise de commande** commence. L'approvisionneur étudie, à l'aide du logiciel SIDMA, le suivi des stocks, fait une estimation des prévisions de la demande et regarde s'il peut combiner, devancer des commandes de produits en provenance du même fournisseur ou augmenter les quantités suggérées par E3 pour remplir la capacité d'un conteneur.





À cette étape, il crée un bon de commande dans SIDMA qui sera rempli selon les besoins de l'entreprise. L'approvisionneur écrit sur le bon de commande l'identification des produits, les quantités demandées, la date de livraison (due date), la personne responsable (qui est l'approvisionneur lui-même) et identifie l'Incoterm et le prix préalablement négocié avec le marchandiseur. Le processus de prise de commande se termine quand le document est finalement transmis au fournisseur par Fax ou par voie électronique.

Le fournisseur traite la demande à partir des exigences du contrat négocié avec RONA et des demandes selon le bon de commande qu'il a reçu. Il vérifie les stocks en main et sa capacité, et s'il peut livrer les quantités selon les dates demandées. Il vérifie aussi si l'Incoterm, les prix et la quantité minimum sont ceux négociés préalablement. Il crée une facture pro forma qui est une description des biens, la quantité, la date et le lieu de livraison, etc. À la différence d'une facture, la facture pro forma n'est pas une demande de paiement, mais juste un ensemble d'informations pour une commande future. Les mots pro forma doivent être clairement identifiés sur le document. Cette **approbation du fournisseur** sous forme de facture pro forma est par la suite envoyée à la personne-ressource chez le donneur d'ordre par la même voie que lorsqu'il a reçu le bon de commande.

À la réception de la facture pro forma, l'approvisionneur vérifie la concordance entre ce dernier et le bon de commande. S'il y a des différences, il s'informe auprès du fournisseur. Si les différences sont jugées acceptables, l'approvisionneur modifie les informations dans le bon de commande dans SIDMA et envoie une copie au fournisseur. Une fois la vérification de la facture pro forma terminée, cette dernière est envoyée avec le bon de commande au marchandiseur, au directeur de départements ou au Vice-président exécutif de la commercialisation pour approbation selon le montant d'argent impliqué dans la commande. En effet, cette partie assure un contrôle des dépenses et permet d'arrêter le processus s'il y a un changement prévu dans le plan de marchandisage ou les stratégies de marchés dont l'approvisionneur ne serait pas au courant. Si la commande est refusée, on doit décider si la commande sera révisée ou substituée et ainsi le processus repart à la prise de commande. Si **l'approbation interne** est acceptée, le dossier est transféré à l'équipe de la logistique.

La gestion de la logistique commence quand l'équipe de logisticiens de RONA reçoit le dossier de la commande. Responsable de faire transporter la marchandise selon les termes du bon de commande, le logisticien attribué aux dossiers coordonne avec l'expéditeur transitaire en entrant les données dans le logiciel Intrac. Le logisticien a le dernier mot sur le type de conteneur et le mode de transport. De plus, il prend contact avec l'institut financier

pour la création d'une lettre de crédit qui sera envoyée à l'institution financière du fournisseur et en copie conforme au fournisseur. La plupart des fournisseurs attendent la réception de la lettre de crédit avant de commencer à assembler la commande, que ce soit à partir de stocks qu'il a en main ou de la fabrication qu'il devra faire.

Le délai normal du processus décisionnel est d'environ 3 à 4 jours. Après les quatre grandes étapes de décision, la résultante est la commande de produits finis prêts à être expédiés selon les directives du donneur d'ordre 60 à 90 jours plus tard. Quand la commande est prête à partir, un conteneur est commandé à l'expéditeur transitaire par le fournisseur et il est livré chez ce dernier pour être chargé. Ainsi commence le flux physique du transport de la marchandise.

4.5 Flux de la chaîne d'approvisionnement

Cette section décrit les flux physiques, décisionnels, monétaires et d'information du processus actuel de l'importation de RONA en provenance d'Asie selon l'Incoterm FOB. Le flux physique sera suivi pour expliquer les flux décisionnels et monétaires ainsi que les intervenants, les lieux et les délais moyens qui sont impliqués dans ce flux physique. La figure 4.5 représente un organigramme des flux décisionnels, flux physiques et flux monétaires sous forme de flux continu. La figure 4.6 présente séparément les flux d'information, car ces derniers dépendent plus des intervenants que des activités, mais seront expliqués selon l'étape du flux physique. Il est à noter que les termes en anglais sont indiqués dans la figure de flux d'information entre parenthèses, car ce sont les termes les plus utilisés dans l'industrie du transport. Il est important de mentionner que ce qui est décrit est le processus normal de la chaîne d'approvisionnement et fait abstraction d'événements spéciaux (retard, désastre naturel, changement de route, fêtes nationales, congestion, etc.)

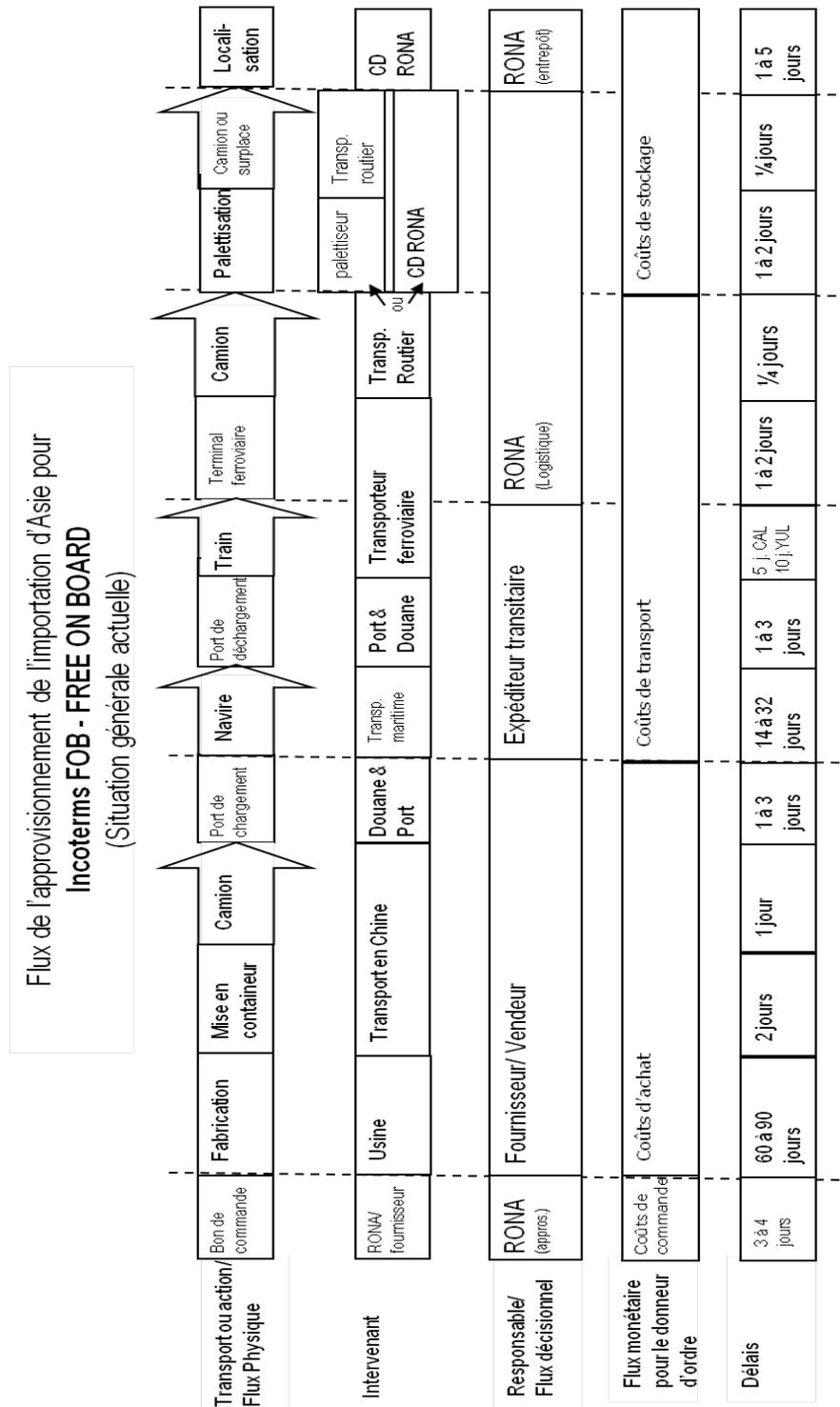


Figure 4.5 - Les différents flux dans le processus d'importation en transport dédié (1re partie) flux décisionnel, flux physique et flux monétaire.

La première étape du processus d'importation de l'Asie est décrite dans la section 4.4 **Étapes de prises de décision pour commander**. Les coûts reliés à cette étape pour le donneur d'ordre sont les coûts de commande. Les délais de cette étape sont de 3 à 4 jours. Les flux d'information qui en résulte sont le bon de commande (*purchase order*), la date d'exigibilité (*due date* qui indique la date de livraison dans le centre de distribution de RONA) et la facture pro forma (*Invoice pro forma*). À partir de la date d'exigibilité, du délai de transport et des horaires de départ des navires, le logiciel de l'expéditeur transitaire calcule la date limite d'envoi (*Latest shipping date*), c'est-à-dire la date limite où la marchandise doit être sur un navire à destination de Vancouver (YVR). Cette information est importante, car elle se retrouve dans la lettre de crédit (*Letter of credit*) qui est le dernier flux d'information de cette étape.

L'étape suivante consiste à **la fabrication des produits** commandés dans l'usine. L'intervenant responsable de cette étape est le fournisseur. Le flux monétaire de l'étape représente les coûts d'achats pour le donneur d'ordre. Si le produit est à fabriquer, le délai moyen est entre 60 et 90 jours. Il arrive que le produit soit en stock ce qui réduit le délai à cette étape. Il est à noter que les négociations entre les marchandiseurs de RONA et les fournisseurs outremer sont faites selon une prémisse que le produit devra être fabriqué. Donc, un délai de fabrication de zéro est l'exception et non la norme. Durant la fabrication, le seul flux d'information pourrait être la notice de retard (*Late notification*) qui informe l'expéditeur transitaire et le donneur d'ordre que la production est en retard et donne un estimé de la nouvelle date limite d'envoi. La fin de l'étape consiste pour le fournisseur à commander le ou les conteneurs à l'expéditeur transitaire qui seront acheminés à l'usine de fabrication. Il est à noter que les conteneurs sont loués au transporteur maritime par l'expéditeur transitaire.

L'étape de **mise en conteneur** est sous la responsabilité du fournisseur, comprise dans les coûts d'achat et prend en moyenne deux jours. Durant cette période, beaucoup d'informations circulent entre les intervenants. Premièrement, un bordereau d'expédition (*packing list*) est préparé par le fournisseur. Ce document légal atteste le contenu du conteneur par boîte et par poids. Ce document permet à la marchandise de passer les douanes rapidement et est un document important lors de litige, de perte ou de vol. Ce document est envoyé à l'expéditeur transitaire qui l'utilisera pour préparer un bordereau ou aussi appelé bulletin de chargement (*waybill*) et le certificat d'assurance (*Cargo insurance certificate*). L'expéditeur transitaire demande que le bordereau d'expédition lui soit parvenu 3 à 5 jours avant le départ pour préparer ses documents. Le bordereau d'expédition sera finalement acheminé au palettiseur et au donneur d'ordre pour l'aider à distinguer les boîtes et faciliter le tri lors de la mise sur des palettes.

Le bordereau est un document préparé par l'expéditeur transitaire pour le transporteur maritime au point d'origine. Ce document identifie le conteneur, le point d'origine, la destination, les routes, le vendeur, l'acheteur, la description des produits et le montant total du transport. Le bordereau est un document essentiel pour la déclaration douanière des biens exportés et importés. Le document doit être complété par le transporteur principal

(dans ce cas le transporteur maritime) à destination pour assurer que l'information soit complète et légitime. Le bordereau est transmis au fournisseur pour qu'il puisse mettre une copie dans les documents remis au douanier.

Le certificat d'assurance est en fait une police d'assurance ouverte préparée par une compagnie d'assurance pour le compte de l'expéditeur transitaire qui couvre toutes les marchandises outremer sous sa responsabilité. Le document contient le nombre de polices d'assurance ouvertes et a de l'espace pour décrire les marchandises, leur valeur, le nom du transporteur, le type d'assurance et si un supplément devra être ajouté. Il y a un certificat par conteneur.

Le fournisseur doit aussi préparer, ou faire préparer, trois autres documents avant que la marchandise quitte l'usine : le certificat d'origine (*Certificat of origin*), la déclaration d'exportation (*Export declaration*) et la facture commerciale (*Commercial Invoice*). Le certificat d'origine contient une déclaration sous serment (affidavit) qui prouve l'origine des produits. Elle est importante tant pour l'exportation que pour l'importation pour les questions de tarifs et de taxes. Les informations retrouvées dans le certificat d'origine contiennent le pourcentage des coûts de production faits dans le pays exportateur et nomme la provenance des autres coûts. La déclaration d'exportation est un formulaire du gouvernement du pays d'expédition où l'on retrouve des informations telles que le nom et les coordonnées de l'expéditeur, les coordonnées de l'usine de fabrication, le contenu, la destination, l'expéditeur transitaire, la compagnie de transport, etc. Ce document est utilisé par les douanes du pays exportateur pour faciliter le traitement de la marchandise. Finalement, la facture commerciale est la facture finale qui est donnée au donneur d'ordre pour paiement.

La prochaine étape est **le transport vers le port**. Communément appelé le transport en amont (*pre-carriage*), cette étape est sous la responsabilité du fournisseur. Il choisit son transporteur pour cette partie du flux physique, que ce soit par train ou camion. Le coût pour le donneur d'ordre est compris dans le coût d'achat. Le transporteur fournit au fournisseur un connaissement. Le conteneur est livré directement au port d'expédition avec les copies d'une série de documents nécessaires pour les douanes. Le conteneur doit arriver un à trois jours avant la date de départ pour que le tout soit traité et chargé à temps.

Le connaissement (*Bill of Lading*) est un document préparé par le transporteur. Il indique l'origine, la destination, le client, l'identification du conteneur, le poids, les dimensions du conteneur et le montant chargé pour le service de transport. Ce document fait aussi office de facture de transport.

L'étape du **port de chargement** (*loading port*) consiste à la vérification par les douaniers d'origine que tout est en ordre et que le conteneur peut être transféré sur le navire. Sous l'Incoterm FOB, le fournisseur est responsable de cette étape et donc assume les coûts de

vérification, s'il y a lieu. Pour le traitement usuel, le conteneur et les documents complets doivent être prêts dans la zone de dédouanement 1 à 3 jours avant le départ du navire dépendamment de l'achalandage du port. Les douanes d'expédition ont besoin des copies des documents suivants (le *Full Set Documents*) pour traiter le conteneur : la facture commerciale, le bordereau d'expédition, le bordereau, les certificats d'origine des produits et un certificat d'assurance de la cargaison. Seule la version originale de la déclaration d'exportation est nécessaire, les autres documents sont des copies certifiées. Une facture douanière sera alors émise au fournisseur pour les frais de traitement et toute taxe d'exportation (s'il y a lieu).

À la date limite d'envoi, le navire quitte le port d'expédition. Le **transport par navire**, aussi appelé le transport principal (*main carriage*) est, selon l'Incoterm FOB, sous la responsabilité de l'acheteur. Or, il délègue cette responsabilité à l'expéditeur transitaire. Ce dernier choisit la compagnie de transport naval et ferroviaire au Canada. Cette étape entre dans les coûts de transport. Le capitaine du navire a la responsabilité de préparer le connaissement avant l'arrivée au port de destination. Le voyage dure entre 14 et 32 jours dépendamment de l'origine. Le transporteur maritime donne le connaissement à l'expéditeur transitaire et complète le bordereau.

Toute la marchandise de RONA en provenance d'Asie passe par le port de Vancouver (YVR). L'étape du **port de déchargement** (*discharge port*) consiste à débarquer le conteneur du navire et le transférer sur un train. C'est l'expéditeur transitaire qui a la responsabilité de coordonner le transfert, et de donner les documents pour les douanes dans le pays de destination. Le traitement des documents douaniers se fait durant le transport en train. Les documents sont les mêmes qu'à la douane d'origine à l'exception du formulaire d'exportation qui est remplacé par un formulaire d'importation canadienne. En échange, la douane canadienne donne une facture douanière à l'expéditeur transitaire.

Le **transport par train** se fait en 5 jours si le conteneur va aux entrepôts de Calgary (CAL) ou de 10 jours s'il est destiné pour Montréal (YUL). Le terme transport en aval (*post-carriage*) est aussi utilisé pour signifier le transport de la marchandise du terminal portuaire jusqu'à ce que le donneur d'ordre en prenne la responsabilité. Sous la responsabilité de l'expéditeur transitaire, les coûts font partie des coûts de transport. Le traitement douanier se fait en route. Si la marchandise doit être inspectée, celle-ci sera faite à destination. Un connaissement sera envoyé à l'expéditeur transitaire de la part du transporteur ferroviaire pour paiement de transport du conteneur.

Arrivé au **terminal ferroviaire**, RONA prend la responsabilité de la marchandise. En effet, ayant un fournisseur de transport routier local, l'entreprise préfère utiliser son propre 3PL que celui de l'expéditeur transitaire. Si les douanes canadiennes doivent faire l'inspection, c'est à cette étape-ci qu'elles le feront. Le transporteur ferroviaire communique avec RONA dès que le conteneur est disponible. Il donne à RONA un Temps libre au terminal (*Free time*

or free CY) c'est-à-dire, une période durant laquelle le conteneur peut rester au terminal sans avoir de frais d'entreposage. Cette période est habituellement de 24 à 48 heures.

Le transporteur de RONA va chercher le conteneur au terminal ferroviaire pour le **transport routier** vers le centre de distribution de RONA ou le centre de distribution d'un palettiseur désigné par le donneur d'ordre. Une fois vidé, le conteneur est transporté au terminal ferroviaire pour être réutilisé ou envoyé vers le port maritime. D'ailleurs, selon une entente entre le transporteur maritime et l'expéditeur transitaire, il y a une date de retour du conteneur (*container return date*) qui doit être respectée sous peine de pénalité. Le 3PL donne un connaissement à RONA pour le service de transport pour l'aller et le retour du terminal ferroviaire. Cette étape fait partie des coûts de transport du donneur d'ordre.

Rendu au palettiseur ou chez le donneur d'ordre, le conteneur est déchargé pour être mis sur palette, communément appelé **la palettisation** (*palletization*). Cette étape fait partie des coûts de stockage et c'est l'équipe de la logistique, suite aux consignes données par les approvisionneurs et les informations sur le bordereau d'expédition du fournisseur, qui donne des instructions au palettiseur spécifiant les marchandises qui doivent être groupées sur une même palette. L'information est donnée sous forme de liste de palettisation (*PO list Pallet*). Cette étape prend en moyenne 1 à 2 jours.

Si les palettes de produits ne sont pas déjà dans le centre de distribution de RONA, elles y sont **transportées par route**, soit par un 3PL routier soit par la flotte de camions de RONA vers les entrepôts de la compagnie. Bien que cette étape soit du transport, elle est considérée dans les coûts d'entreposage. Le transport externe est sous la responsabilité de l'équipe de logistique de RONA.

Finalement, la marchandise est livrée à l'entrepôt de RONA pour y être **localisé**. Sous la responsabilité de l'équipe d'entreposage, cette étape fait partie des coûts de stockage. La localisation et l'entreposage peuvent prendre entre 1 et 5 jours, après lesquels le stock est disponible pour être distribué aux magasins et éventuellement aux consommateurs.

4.6 Conclusion

Partie d'un simple regroupement d'achats, RONA, au fil du temps, a pris de l'expansion en consolidant le marché de la quincaillerie, de la rénovation et du jardinage au Canada. Selon la dernière étude de marché pour la compagnie, RONA occupe une moyenne de 17 % de ces secteurs d'activités et est le premier au Canada dans les trois marchés. RONA cherche toujours à offrir plus, avec les coûts les plus bas, ce qui l'incite à aller acheter ses produits directement en Asie. L'approvisionnement apporte son lot de complexité avec un certain nombre d'intervenants, des décisions qui sont déléguées à des fournisseurs, une structure

de flux avec plusieurs étapes et un nombre important d'informations à faire circuler. Après avoir étudié les flux, nous pouvons constater plusieurs éléments sur les coûts.

Premièrement, les coûts d'achat ne sont pas seulement attribués à la fabrication, mais aussi au transport dans le pays d'origine, les frais de douanes et les frais d'embarcation. Après discussion avec des gens du métier, les coûts d'achat varient selon l'Incoterm négocié.

Deuxièmement, les coûts de transport pour le donneur d'ordre viennent des coûts de négociation avec plusieurs intervenants et de la coordination de tous les transporteurs entre eux. La plupart des frais font partie d'une entente entre le donneur d'ordre et l'expéditeur transitaire. Les frais comprennent ce que l'expéditeur transitaire paye aux compagnies de transports. De ce fait, des économies d'échelle peuvent être faites. En effet, l'expéditeur transitaire qui coordonne un volume appréciable de marchandises pour le compte de plusieurs clients, a un pouvoir de négociation avec les transporteurs. Cela lui permet à la fois d'assurer un niveau de service élevé et des meilleurs prix comparativement à ce qui serait obtenu si le donneur d'ordre coordonnait seul le transport.

Finalement, les coûts de stockage comprennent des coûts de manutention importants à cause du transfert de marchandises sur palette. Transporter de la marchandise sur des palettes dans des conteneurs réduit considérablement la capacité de transport. Avec le prix du transport, il est effectivement moins dispendieux de palettiser la marchandise à la destination que de faire transporter la marchandise sur palettes. La capacité limitée des conteneurs nous amène à l'une des contraintes du problème : transporter des biens de différentes grandeurs dans un volume fini.

5 La réingénierie des processus

Dans ce chapitre, nous présentons les différentes étapes qui permettront de changer le processus de commande de transport dédié en un processus de consolidation de commandes chez RONA. Comme nous l'avons mentionné dans la méthodologie, l'équipe du projet de consolidation de commandes a élaboré différentes options pour la gestion de la nouvelle pratique. Les options se distinguent selon qui et quand la consolidation sera faite à l'intérieur du processus en fonction. Ce chapitre commence par présenter les options retenues ainsi que les avantages et les inconvénients de chacune. Puis, nous élaborons plus en détail l'option choisie par l'entreprise et les arguments en faveur de cette avenue. Nous abordons aussi les changements nécessaires sur les mécanismes de coordination du processus actuel. Finalement, nous décrivons les nouveaux flux de la chaîne d'approvisionnement.

5.1 Descriptions des options proposées

Élaborer différentes options pour gérer la consolidation de commandes facilite le design final de la chaîne d'approvisionnement. En effet, cela permet d'avoir une vue d'ensemble des avenues que l'entreprise peut prendre lors d'une réingénierie de ses processus. La nouvelle pratique est en fait une évolution du processus actuel, les options présentées ici sont établies en fonction des étapes du flux décisionnel. Dans le cas présent, ce qui est important à déterminer est le moment auquel la décision de combiner ou non une commande doit se faire et à qui revient cette décision d'affecter les commandes à des conteneurs. Pour des questions de qualité de service, RONA impose une fenêtre de temps maximale durant laquelle les produits peuvent attendre au centre de consolidation en Asie avant d'être combinés avec d'autres produits et expédiés. De ce fait, s'il y a un délai supplémentaire occasionné par les options du processus de consolidation, ceci ne devra pas augmenter le temps de total du processus d'approvisionnement à plus de sept (7) jours. Cela veut donc dire que les produits ne doivent pas rester dans le centre de consolidation plus d'une semaine avant d'être mis dans des conteneurs. Il existe une multitude de moments où la consolidation de commandes peut être réalisée. Certaines options furent rejetées d'emblée, car elles étaient jugées trop difficiles à appliquer étant donné la présence de facteurs d'incertitude (quantité commandée, date de livraison, etc.) ou trop complexes à introduire dans le processus actuel. Voici par exemple quelques options qui ont été rejetées : au moment où le calcul des *commandes dues* est fait, lors des prévisions de la demande, pendant l'attente du pro forma et durant l'approbation interne.

Quatre options décisionnelles ont été conçues par la chaire de recherche et présentées à l'entreprise. Pour bien comprendre ces quatre propositions, nous faisons référence aux étapes de prise de décision de commande déjà présentées à la figure 4.4. Les quatre options font référence à trois blocs décisionnels : la prise de commande, la gestion de la logistique et l'assemblage (voir Figure 5.1).

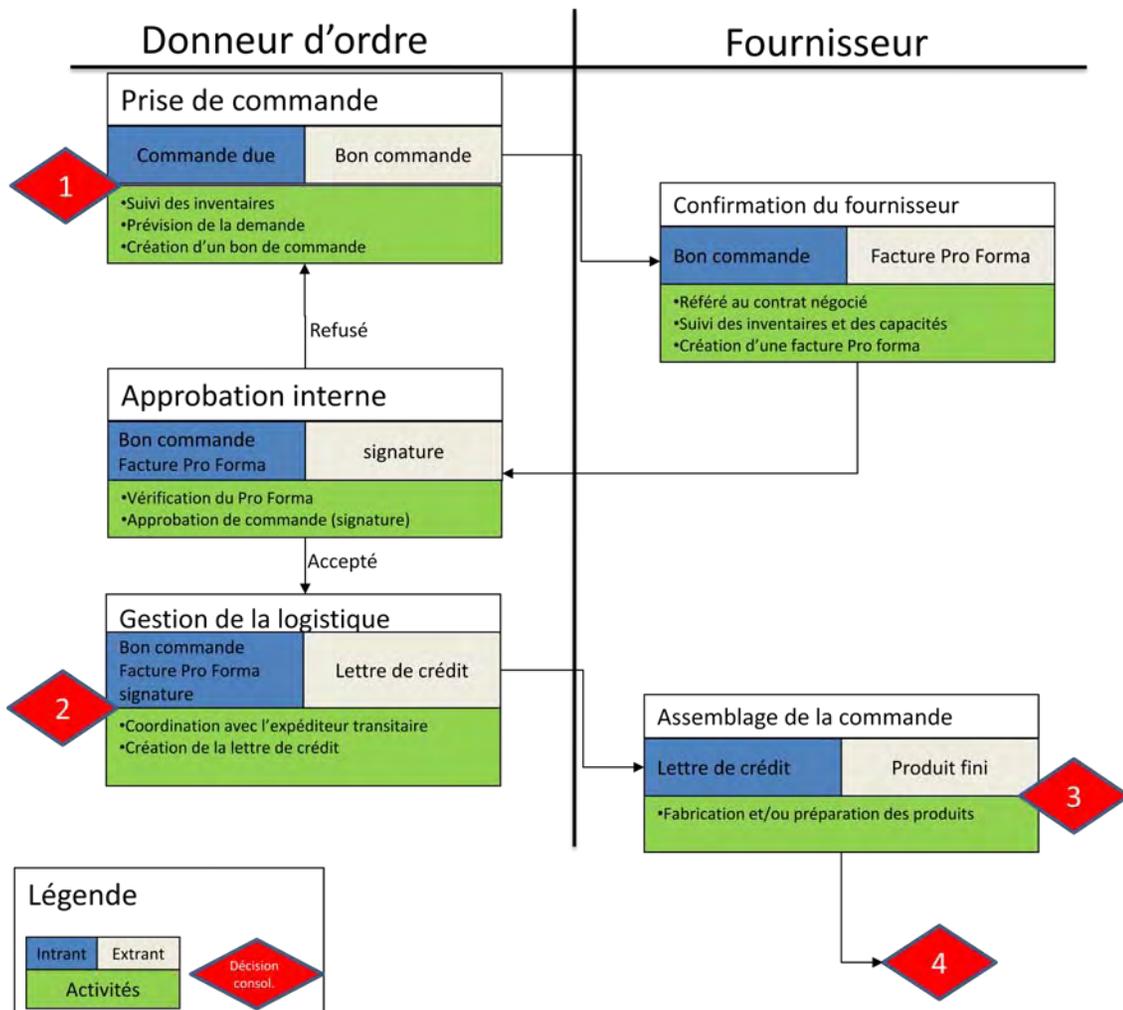


Figure 5.1 - Options des décisions de la consolidation de commande.

Ainsi, les quatre options sont :

- 1) Lors de la prise de commande, la consolidation est faite par l'approvisionnement;
- 2) Lors de la gestion de la logistique, la consolidation est faite par le logisticien;
- 3) Pendant l'assemblage de la commande, la consolidation est faite par le logisticien ou par l'expéditeur transitaire;
- 4) Quand le produit est disponible et prêt à quitter la manufacture, la consolidation est faite par l'expéditeur transitaire.

5.1.1 Décision prise lors de la commande

Cette option donne la responsabilité de la consolidation de commandes à l'approvisionneur. Ainsi, lorsqu'il passe une commande, il regarde dans le système si d'autres commandes de petite taille sont dues pour la même semaine que celle-ci et à partir de la même région, c'est-à-dire le même port d'expédition, pour les combiner avec celle-ci. Si aucune commande n'est due à la même période et du même port, il indique que sa commande est disponible pour être combinée.

Si elle n'est pas combinée, la commande sera expédiée via le service LCL du transporteur. Ainsi, l'approvisionneur a la tâche de combiner les commandes ensemble. Un système d'aide à la décision jumelé aux TIC de l'entreprise faciliterait le travail pour trouver des bons de commande qui sont disponibles à être combinés et ainsi faire le suivi des capacités volumiques des conteneurs « virtuels ». Le système pourrait donc proposer une date de départ selon les besoins de l'approvisionneur. De plus, l'approvisionneur peut réviser son choix de combinaison quand il reçoit le pro forma du fournisseur si les quantités ou le délai ont été révisés..

Cette option présente plusieurs avantages. Premièrement, l'approvisionneur peut ajuster les quantités et les dates de livraison pour optimiser la combinaison de commandes. Par exemple, il peut compléter une commande avec dix unités en extra pour remplir le conteneur ou retarder la commande d'une semaine pour remplir un conteneur dans lequel il reste suffisamment d'espace pour la commande. De plus, cette option étant faite au début du processus de commande, cela permet de mieux prévoir les besoins en conteneurs pour l'expéditeur transitaire et de les réserver d'avance auprès des transporteurs.

Trois inconvénients ont été identifiés avec cette option : le niveau d'incertitude trop élevé, le système trop vulnérable aux retards de livraison et l'augmentation de la charge de travail des approvisionneurs. Plusieurs changements peuvent survenir entre la décision de consolider lors de la prise de commande et de la consolidation physique des biens. Entre autres, le fournisseur peut changer la date ou les quantités selon ses capacités. Tant que la commande n'est pas approuvée à l'interne, elle est incertaine. Les retards de production et de livraison rendront difficile la gestion de cette option, car si le produit n'arrive pas au centre de consolidation à la date prévue, le conteneur partira soit en retard ou partiellement vide, et cela affectera le rendement de la consolidation de commandes. La difficulté de la charge des approvisionneurs vient du fait qu'il y a plusieurs approvisionneurs dans l'entreprise et chacun a une méthode de travail différente dépendamment du département. Il ne faut pas oublier qu'ils ont déjà une charge de travail complexe, car chacun traite entre 1000 et 5000 produits différents et une multitude de fournisseurs différents qui sont à la fois locaux et étrangers. Ajouter à cela la tâche de combiner des commandes pour la consolidation complexifie leur travail et ce qui rend la coordination entre eux difficile.

5.1.2 Décision prise lors de la gestion de la logistique

L'option où la décision de consolider se fait lors de la gestion de la logistique signifie que la responsabilité de combiner les commandes revient aux logisticiens. Ainsi, l'approvisionneur envoie la commande approuvée à l'équipe de la logistique et c'est cette dernière qui aura la responsabilité de faire le suivi de la consolidation des commandes. Cette option donne au logisticien la possibilité de varier la date limite d'envoi d'une semaine pour se donner une fenêtre de consolidation. En effet, cette option est basée sur l'approche de consolidation temporelle de Jackson. La consigne donnée au logisticien sera qu'il y a un départ de produits consolidés par semaine et par port d'expédition. La date d'envoi limite sera calculée à partir de la date d'exigibilité et de la journée de consolidation. Si par exemple, il est décidé que la consolidation de commandes au port de Yantian se fera tous les mardis et que la marchandise sera sur le navire le samedi, alors le fournisseur recevra comme consigne de livrer sa marchandise au centre de consolidation le mardi de la semaine où il devra l'expédier. La date sera inscrite dans la lettre de crédit afin d'être communiquée au fournisseur. Un système d'aide à la décision faciliterait le travail en optimisant les combinaisons de commandes qui sont dues pour la même semaine d'expédition et d'un même port, et ce, à chaque arrivée de nouvelles commandes jusqu'à la date où l'on doit commander les conteneurs.

Cette option évite le problème d'incertitude sur la quantité commandée et à savoir si la commande va être réellement passée, car elle a été approuvée. De plus, les décisions ne sont pas réparties entre plusieurs départements, mais regroupées dans une seule entité, ce qui facilite la coordination. Finalement, les besoins en conteneurs sont connus assez tôt, ce qui permet à l'expéditeur transitaire de réserver les conteneurs à l'avance.

L'inconvénient majeur est la perte de flexibilité sur le temps et la quantité (et donc le volume). En effet, étant donné que les quantités et les dates d'exigibilité ont été fixées et approuvées par une tierce partie, elles ne peuvent pas être facilement changées pour optimiser le remplissage des conteneurs. De plus, comme l'option de la prise de décision lors de la prise de commande, le rendement du transport sera affecté par tout retard de la part du fournisseur.

5.1.3 Décision prise pendant l'assemblage de la commande

La décision de consolider les commandes pendant l'étape de la fabrication/de l'assemblage de la commande, signifie que les commandes seront combinées trois semaines avant la date limite d'envoi. Cela représente deux avantages opérationnels majeurs :

Ça laisse suffisamment de temps pour réserver un conteneur sans trop de difficulté.

Cela assure que la marchandise sera livrée à temps et que les délais de livraison sont connus a priori.

En période de pointe, réserver un conteneur trop près de la date de départ peut s'avérer problématique. À l'inverse, réserver trois semaines avant la mise en conteneur augmente considérablement la disponibilité de ceux-ci au moment requis. Selon les personnes interrogées, tous les retards des fournisseurs sont communiqués et connus trois semaines avant la date où la marchandise sera expédiée. Ainsi, seuls les produits qui seront disponibles dans trois semaines sont consolidés ensemble.

Dans cette option, l'intervenant qui décidera de consolider les produits sera soit l'équipe de la logistique, soit l'expéditeur transitaire. La raison dépend de qui fera le suivi des commandes. Ce dernier point semble anodin, mais le suivi des commandes n'est pas systématique chez RONA, car le contact principal du fournisseur est l'approvisionneur. Pourtant, le responsable de l'acheminement de la marchandise est le département de la logistique, ce qui élimine l'approvisionneur comme intervenant dans la consolidation des commandes. Le suivi devra être fait par l'intervenant qui prendra les décisions de consolider les produits ou de les envoyer par le service LCL. Or, dans cette option, les fournisseurs devront être avisés que ce n'est pas l'approvisionneur qui fera le suivi avec eux, mais celui qui sera responsable de la consolidation de commandes. Le responsable dans cette option pourra être aidé par le même type de système d'aide à la décision que celui utilisé pour l'option de consolidation précédente c'est-à-dire l'option où la décision de consolider est prise lors de la gestion de la logistique. Le responsable prépare la consolidation une fois par semaine.

Ce suivi devient un inconvénient pour l'entreprise. En effet, cela l'oblige d'avoir une ou plusieurs ressources supplémentaires pour faire le suivi avec les fournisseurs. Il faut aussi transmettre aux fournisseurs un deuxième nom à titre de responsable des commandes ce qui complexifie les canaux de communication entre le donneur d'ordre et le fournisseur..

5.1.4 Décision prise quand le produit est prêt pour l'expédition

Cette option représente le cas où c'est l'expéditeur transitaire qui reçoit la marchandise dans ses entrepôts et consolide les produits qui sont arrivés ensemble lors de la dernière semaine. Effectivement, les décisions sont prises quand le produit est prêt à être expédié chez le donneur d'ordre. Cette approche est caractérisée par une consolidation réactive, car les décisions sont prises seulement après que le produit soit disponible. Un système d'aide à la décision qui permet d'optimiser la combinaison de commandes serait utile pour cette option, mais pas aussi nécessaire que pour les autres options, car le chargement se fait avec

les produits qui sont sur place. D'ailleurs nous avons appris que les affectations de ce genre sont souvent faites manuellement.

Les avantages de cette option sont l'élimination de la perturbation des retards sur le rendement du système, car la consolidation se fait avec les produits sur place. De plus, il n'y a pas besoin de suivi, car la chaîne d'approvisionnement est en mode réactif.

L'inconvénient majeur est que ce n'est plus une consolidation de commandes, mais plutôt une consolidation de fret, dont l'entreprise n'a pas le contrôle. En fait, cette option met le rendement de la consolidation à la merci des fournisseurs ce qui la rend réactive et non proactive. De plus, les besoins en conteneurs sont difficiles à prévoir ce qui peut engendrer des ratés au niveau des réservations des conteneurs et donc des retards supplémentaires sur la livraison.

À partir de ces quatre options, l'équipe du projet de la consolidation de commandes discute ensemble pour choisir l'option qui sera la base pour la réingénierie du processus actuel en pratique de consolidation de commandes. Le tableau 5.1 présente une synthèse des avantages et inconvénients de chacune des options qui viennent d'être présentées.

Options	Avantages	Inconvénients
1) Consolidation de commandes lors de la prise de commande	<ul style="list-style-type: none"> • Tôt dans le processus; • Optimisation possible de la commande (date et quantité); • Facilite les prévisions des besoins en conteneurs. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incertitude des commandes; • Les retards perturbent le système (effet en chaîne); • Complexité de coordonner les approvisionneurs.
2) Consolidation de commandes lors de la gestion de la logistique	<ul style="list-style-type: none"> • Commande certaine; • Décision de consolidation centralisée; • Facilite les prévisions des besoins en conteneurs. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ne permet pas une flexibilité dans les commandes; • Les retards perturbent le système (effet en chaîne).
3) Consolidation de commandes lors de l'assemblage de la commande	<ul style="list-style-type: none"> • Peu perturbé par les retards; • Oblige de faire un suivi. 	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi supplémentaire; • Complexité de communication; • Ne permet pas une flexibilité dans les commandes.
4) Consolidation de commandes quand les produits sont prêts à être expédiés	<ul style="list-style-type: none"> • Les retards ne perturbent pas le système; • Aucun suivi à faire. 	<ul style="list-style-type: none"> • Consolidation physique (réactive et non proactive); • À la merci des fournisseurs; • Difficile de prévoir les besoins en conteneurs.

Tableau 5.1 - Synthèse des avantages et inconvénients des options proposées

5.2 Sélection de l'option à retenir

L'option retenue a été celle de la consolidation de commandes lors de la gestion de la logistique (option 2) avec la partie du suivi de l'option 3, lors de l'assemblage de la commande. Les raisons de ce choix sont surtout opérationnelles. Il est plus facile de coordonner les décisions dans une unité de travail que dans plusieurs départements. De plus, le département de la logistique a déjà la responsabilité de choisir le type de transport et négocie avec l'expéditeur transitaire qui sera responsable de mettre physiquement les commandes ensemble. Ce choix permet aussi de diminuer certaines incertitudes par rapport aux autres options, à savoir : la commande est-elle acceptée ou non, la disponibilité des conteneurs et la variation possible des quantités. La consolidation sera faite après l'approbation interne ce qui évite de faire des corrections après un changement de décision, car les commandes auront été confirmées. Le fait de consolider les commandes tôt dans le processus assure aussi une disponibilité des conteneurs, ce qui réduit les risques de retard dans la chaîne d'approvisionnement. L'entreprise évite aussi le « remplissage » des conteneurs par les approvisionneurs; les quantités commandées seront seulement ce dont l'entreprise a besoin, selon les prévisions de la demande. Les approvisionneurs pourront continuer à se concentrer sur le réapprovisionnement et non sur le moyen de transport.

Seule la date d'expédition reste une variable qui peut changer à cause des retards possibles des fournisseurs et de la fenêtre de consolidation de sept jours. Ainsi, l'entreprise doit faire un suivi rigoureux de ses fournisseurs pour faire des changements nécessaires dans ses combinaisons de commandes. Pour ce faire, une ressource sera affectée au suivi et les informations seront mises à jour dans le logiciel de suivi Intrac. En déterminant la journée de consolidation, les intervenants de la chaîne pourront mieux coordonner le tout. Aussi, dans le calcul des commandes dues, le temps de livraison sera augmenté de sept jours dans E3 et Intrac, ce qui permettra de prendre en considération le temps de consolidation physique des biens.

La raison pour laquelle ce n'est pas l'expéditeur transitaire qui fait la consolidation de commandes est que ce dernier ne connaît pas les besoins de l'entreprise et n'a pas de lien direct au début du processus avec le fournisseur. De plus, il peut y avoir une décision de retarder une commande qui n'est pas urgente et qu'il serait plus avantageux de combiner avec des produits qui seront prêts plus tard.

Plusieurs points devront être répondu avant d'accepter cette option et de procéder à la réingénierie:

Quels sont les changements que l'entreprise et ses partenaires devront faire pour la réussite de la consolidation de commandes?

Quels sont les changements dans le flux de la chaîne d'approvisionnement?

Est-ce que le volume des produits consolidés permet de réelles économies sur les coûts d'approvisionnement par rapport au transport dédié ou à l'utilisation du service LCL pur?

Sur le point d'économie potentielle une simulation sera présentée dans le chapitre suivant. Pour les questions des changements et des flux, suite à une réflexion faite par l'équipe de consolidation de commandes, elles seront présentées dans la section 5.3. *Les changements nécessaires sur le processus actuel* et 5.4 *Nouveau design de la chaîne d'approvisionnement*

5.3 Les changements nécessaires au processus actuel

Étant donné que la consolidation de commandes requiert de la coordination et l'intégration des différents intervenants dans la chaîne d'approvisionnement, les changements au processus doivent être faits dans ce sens. Ainsi, la réingénierie des processus devra être faite sur les trois mécanismes de coordination, c'est-à-dire les mécanismes organisationnels, informationnels et technologiques.

5.3.1 La réingénierie des mécanismes organisationnels

Trois grands changements devront être faits à l'organisation de la gestion de la chaîne d'approvisionnement : celui de la négociation des Incoterms, le suivi des processus et la préparation des documents pour les douanes.

Étant donné que les fournisseurs ne livreront pas la marchandise aux ports d'expédition, mais plutôt vers un centre de consolidation, les termes et responsabilités de la marchandise devront être revus. En effet, l'Incoterm FOB est utilisé quand le transfert de responsabilité se fait et que la marchandise est transférée sur le navire. En étudiant les différents termes de négociation, celui qui devra être utilisé *de facto* est l'Incoterm FCA. En effet, c'est le seul qui permet de transférer des responsabilités et de la marchandise dans un entrepôt du pays d'origine. Ainsi, les coûts d'achat et les coûts de transport devront être revus pour les produits qui seront soumis au processus de consolidation de commandes. Les approvisionneurs auront la consigne de mettre l'Incoterm FCA sur toutes les commandes qui ont un volume plus petit qu'un conteneur et les autres seront livrées sous l'Incoterm et processus FOB.

Le suivi des commandes va être un élément clé au bon fonctionnement de la consolidation de commandes. Pour cela, une ressource sera responsable du suivi de la marchandise. Il a été décidé d'impartir cette tâche à l'expéditeur transitaire. Cette décision est double. Premièrement, la mise à jour des suivis des commandes sera faite dans Intrac et c'est déjà une responsabilité que cette personne a face au donneur d'ordre. De plus, ceci lui facilitera la tâche de la consolidation physique des produits en coordonnant la livraison au centre de consolidation. Le centre de consolidation peut être sous-traité ou appartient à l'expéditeur

transitaire, s'il est équipé d'entrepôts et d'équipements de manutention adéquats. Il sera important pour faciliter le suivi des commandes que l'expéditeur transitaire soit reconnu par les fournisseurs comme représentant de RONA et que cette entente soit approuvée par la haute direction de l'entreprise. En effet, cette alliance n'implique pas seulement la logistique, mais les approvisionnements et les marchandiseurs. L'avantage d'avoir l'expéditeur transitaire comme représentant de l'entreprise est qu'il a des bureaux dans les différents ports du monde, autant dans la plupart des pays d'origine que dans le pays de destination. Cela permet d'avoir quelqu'un sur place si des imprévus surviennent.

Pour les retards, il est envisagé de créer un incitatif pour que les fournisseurs expédient à temps. Ceci dépasse le cadre de ce mémoire, mais il s'agit d'une option qui a des pour et des contres dans la pratique d'affaires entre acheteurs et fournisseurs et qui mérite qu'elle soit étudiée.

Le fait que l'expéditeur transitaire ait des bureaux dans tous les principaux ports et que la marchandise sera mise en conteneurs sous sa responsabilité le rend responsable aussi de préparer les documents pour les douanes. Cela uniformisera les informations entre le donneur d'ordre et les différents gouvernements d'origine et de destination.

5.3.2 La réingénierie des mécanismes informationnels

Même si la consolidation physique est sous la responsabilité de l'expéditeur transitaire, c'est le donneur d'ordre qui a la responsabilité de déterminer quelles commandes seront combinées ensemble dans un conteneur donné. Dans le cas de RONA, c'est à l'équipe de logistique que revient cette responsabilité. À partir du processus actuel, un certain nombre d'informations supplémentaires devront être transmises entre les différents intervenants. Entre autres, entre les intervenants dans l'entreprise, entre le donneur d'ordre et les fournisseurs, entre le donneur d'ordre et l'expéditeur transitaire et entre l'expéditeur transitaire et les douanes.

Certains produits en grand volume et/ou ayant une grande demande ponctuelle (comme des sapins de Noël artificiels ou des climatiseurs) vont continuer à être expédiés par transport dédié, car ils sont achetés par lot de conteneurs (indiqué dans les contrats d'achat comme minimum d'achat). Il faut donc distinguer les produits destinés à être consolidés par rapport aux produits qui seront expédiés en FCL. Pour distinguer les deux types de transport, l'Incoterm est tout indiqué. En effet, une commande FCA sera pour consolidation tandis que FOB est une commande en transport dédié. Ce choix sera sous la responsabilité des approvisionneurs. Il est à noter que les prix d'achat seront différents selon si c'est une commande passée en FCA ou en FOB. En effet, le FCA réduit les responsabilités du fournisseur et ses coûts (douane d'exportation, coûts de chargement portuaire). L'utilisation

de l'incoterm en FOB sera pour les commandes en lot de conteneurs. Les autres commandes passeront par une négociation FCA et par le centre de consolidation.

Pour les informations transmises au fournisseur, l'Incoterm et l'adresse du centre de consolidation devront être bien définis dans le bon de commande pour éviter toute ambiguïté. Une date et une adresse lui seront fournies pour indiquer quand et où il devra fournir les documents qu'il doit donner à l'expéditeur transitaire. Il recevra aussi les coordonnées de la personne ressource de l'expéditeur transitaire pour coordonner la livraison vers le centre de consolidation et pouvoir lui signifier tout retard. Finalement, la date limite de livraison du fournisseur au centre de consolidation lui sera communiquée via la lettre de crédit.

RONA devra fournir des informations supplémentaires à l'expéditeur transitaire. Entre autres, fournir d'avance le contenu de chaque commande, le volume de chaque boîte, la personne ressource du fournisseur en Asie pour coordonner les arrivées des produits au centre de consolidation et les commandes qui seront mises ensemble dans chacun des conteneurs. Il ne faut pas oublier qu'en transport dédié, la marchandise est scellée dans un conteneur et l'expéditeur transitaire n'a donc pas besoin de savoir ce que le conteneur contient avant de préparer la documentation finale. Avec la consolidation de commandes, il doit maintenant faire le contrôle des produits dans les conteneurs et s'assurer que ce qui est expédié est la même chose que ce que RONA a commandé.

Finalement, étant maintenant responsable de faire passer la commande aux douanes d'expédition et de charger sur le navire, l'expéditeur transitaire doit préparer des documents que le fournisseur faisait dans un contexte de transport dédié. À partir des informations du fournisseur et du donneur d'ordre, il préparera le « *Full Set Documents* » qui sera donné aux douanes.

5.3.3 La réingénierie des mécanismes technologiques

Au niveau des technologies, trois changements devront être réalisés : la distinction entre une commande FOB et FCA, le transfert d'information entre les intervenants et un module qui aidera dans l'analyse de la consolidation ou l'affectation des commandes dans des conteneurs.

Avec la consolidation des commandes, les systèmes devront être capables de distinguer les produits qui sont consolidés et les produits qui ne le sont pas. Ceci sera distingué par l'Incoterm, mais certains champs et/ou informations devront être modifiés dans les logiciels internes, comme la distinction des lieux de livraison (port ou centre de distribution), les prix (FOB ou FCA), les délais de livraison (+ 7 jours pour la consolidation de commandes).

Étant donné que peu d'entreprises asiatiques sont connectées par EDI avec l'entreprise, RONA envisage de créer une interface web pour aider les échanges d'information. Or, cette interface devra pouvoir effectuer des mises à jour avec les différents systèmes informatiques de l'entreprise. Dans un même ordre d'idées, les nouvelles informations dont l'expéditeur transitaire a besoin devront être automatisées pour diminuer le risque d'erreurs humaines lors de la transcription d'informations. En effet, Intrac ne suivra plus seulement un bon de commande, mais des produits.

Finalement, un système d'aide à la décision (SAID) qui facilitera la consolidation de commandes devra être capable de regrouper de façon efficace les différentes commandes qui seront de petits volumes dans des lots correspondant à un conteneur. Ce type de problématique est bien documenté dans la littérature scientifique en recherche opérationnelle. Connue sous le nom de modèle *Bin Packing* (Martello et Toth 1990a), elle est définie de la façon suivante : un certain nombre d'items doivent être placés dans un minimum de contenant (Bin). Le choix de prendre le modèle de Bin Packing sera tout indiqué comme méthode de calcul comme base pour la programmation du SAID. Ce module pourrait être utilisé de façon autonome ou intégré dans l'un des logiciels utilisés (Intrac semblerait être le plus prometteur).

Nous verrons l'application du Bin Packing dans une politique de consolidation de commande dans le prochain chapitre.

Les modifications proposées pour la réingénierie des processus affecteront les flux d'approvisionnement. La prochaine section présente le nouveau design de la chaîne d'approvisionnement des flux physiques, décisionnels, monétaires et d'information.

5.4 Nouveau design de la chaîne d'approvisionnement

Nous présentons ici les nouveaux flux de la chaîne d'approvisionnement avec consolidation de commandes. Suite à la réingénierie des processus, des changements résultent des décisions et du choix du design. La figure 5.2 et la figure 5.3 représentent ce à quoi elle pourrait ressembler. En effet, au moment de la rédaction, la réingénierie des processus et la négociation avec les différents intervenants n'étaient pas encore complétées.

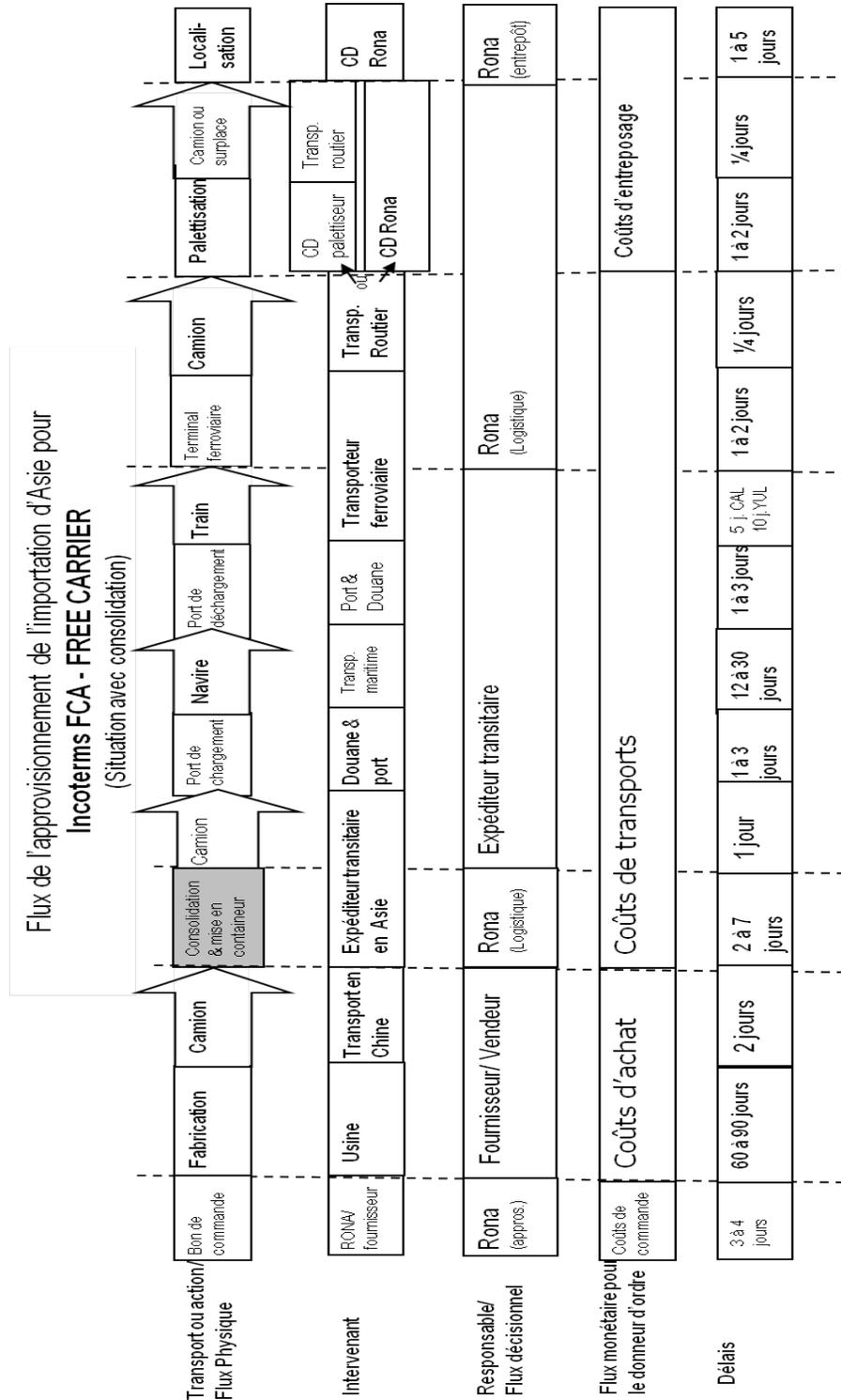
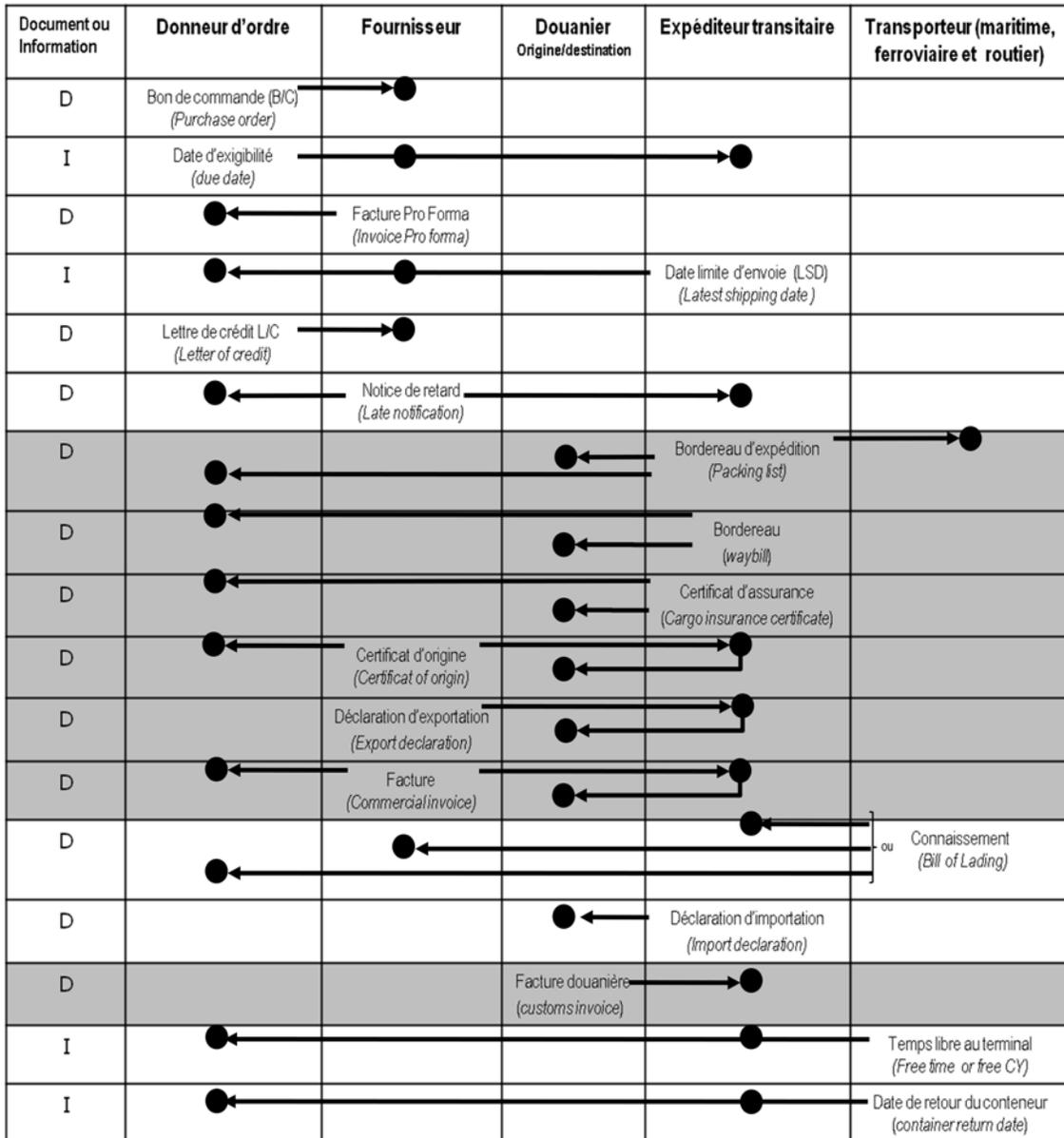


Figure 5.2 - Flux d'approvisionnement en consolidation de commandes (1re partie), flux décisionnel, flux physique et flux monétaire.



● récepteur d'information(s) et/ou de copie(s) de document(s)

D : Document papier

I : information (électronique ou fax)

Figure 5.3 - Flux d'approvisionnement en consolidation de commandes (2^e partie), flux d'information.

Le plus grand changement se fait avant le chargement de la marchandise sur le navire. Les produits fabriqués seront acheminés, sous la responsabilité du fournisseur, vers un centre de consolidation. Ce dernier est une installation qui appartient à l'expéditeur transitaire ou à l'un de ses fournisseurs d'entrepôts. Le choix d'affectation des commandes est sous la responsabilité de l'équipe de la logistique de RONA. La consolidation de commandes sera faite avant que la commande ne soit envoyée chez le fournisseur pour donner une date de livraison et les affectations seront mises à jour à chaque nouvelle commande qui devra être expédiée dans la même semaine. Ainsi, l'équipe de la logistique a la responsabilité de décider quelles commandes seront affectées dans des conteneurs, lesquelles seront expédiées par service LCL et lesquelles seront retenues au centre de consolidation. Pour les aider dans la prise de décision, un module de consolidation sera créé contenant les algorithmes (entre autre le *bin packing*) que nous présenterons dans le chapitre 6. Ce module deviendra le SAID pour la consolidation de commande dans la chaîne d'approvisionnements.

La supervision de la consolidation physique revient à l'expéditeur transitaire. Ce dernier devra préparer le bordereau d'expédition à partir des informations qu'il aura de la part du fournisseur et il devra s'assurer du décompte des cartons de marchandise qui entrent dans les conteneurs. Il devra aussi récupérer des fournisseurs : les certificats d'origine, les déclarations d'exportation et les factures de tous les fournisseurs dont les produits seront consolidés dans un même conteneur afin qu'il puisse donner tous les documents aux douanes d'importation et d'exportation. L'expéditeur transitaire devra aussi fournir, via un 3PL, le transport du conteneur du centre de consolidation au port de chargement. Il recevra la facture douanière pour l'exportation en plus de la facture douanière d'importation. En tout, le délai de livraison sera augmenté de 2 à 7 jours sur un processus qui prend entre 90 et 120 jours

5.5 Conclusion

À partir de plusieurs options basées sur le choix du responsable et le moment de prendre les décisions de grouper certaines commandes, le choix du design de la nouvelle chaîne d'approvisionnement avec consolidation s'est arrêté sur l'étape de la gestion de la logistique (option 2). L'option retenue comporte plusieurs avantages intéressants à exploiter. À partir de la décision d'appliquer l'option, plusieurs changements dans les mécanismes de coordination ont été identifiés pour éventuellement établir un nouveau design de la chaîne d'approvisionnement. À partir de la réingénierie, une nouvelle charte des flux physiques, monétaires, décisionnels et d'information a pu être créée pour donner une vue d'ensemble des modifications.

Le choix de l'option a été décidé suite à des discussions avec différents intervenants de la chaîne d'approvisionnement. Reste à savoir les perspectives de gains possibles du nouveau processus par rapport aux pratiques actuelles de gestion de l'entreprise. De plus, nous ne savons pas si un SAID serait réalisable pour aider dans l'affectation de commandes. Nous, l'équipe de la Chaire de recherche industrielle du CRSNG en management logistique de l'UQAM, avons développé un modèle mathématique qui représente l'action de consolider efficacement. À partir de ce modèle, une simulation a été faite pour voir les bénéfices monétaires possibles et valider l'utilité de la pratique de consolidation de commandes. Il est à noter qu'au moment de la rédaction de ce mémoire, les conclusions de la réingénierie n'étaient pas toutes implantées (dont le SAID) ce qui ne nous permet pas d'évaluer l'impact final.

6 Simulation et validation de la réingénierie

Dans ce chapitre, le choix du design de la chaîne d'approvisionnement avec consolidation de commandes sera validé par une simulation sur trois options de transport : consolidation de commandes, transport dédié (ou FCL) et consolidation de fret, c'est-à-dire le service LCL seulement. Ce qui sera principalement comparé entre les trois options sont les coûts d'approvisionnements. De ce fait, une évaluation préliminaire a été effectuée afin de vérifier si le volume de produit groupé était suffisant pour envisager d'établir la pratique de consolidation de commandes telle que proposée dans le chapitre précédent. Pour ce faire, nous identifierons les caractéristiques de la simulation, les hypothèses de travail, le choix du modèle mathématique qui représente la consolidation de commandes et les résultats de la simulation des trois options. Il est à noter que nous ne comparons pas les résultats avec ceux réalisés par la compagnie, car nous n'étions pas en mesure d'évaluer le coût de transport de la marchandise durant la période étudiée.

6.1 Identification des caractéristiques de la simulation

Pour l'étude, plusieurs caractéristiques ont été identifiées, définies et connues avant de faire la simulation. Elles sont précisées en détails dans le chapitre 5 - *Étude de cas*. Nous les répétons ici, en trois catégories, pour mieux comprendre l'objectif de la simulation.

La première catégorie des caractéristiques de l'étude de cas concerne les politiques actuelles d'importation. Dans le cas de RONA, le processus actuel est surtout caractérisé par le transport dédié, c'est-à-dire un conteneur dédié à transporter les biens en provenance d'un fournisseur. De ce fait, les approvisionneurs ont tendance à commander plus que nécessaire pour remplir le conteneur, même si cela signifie d'acheter des unités supplémentaires du fournisseur pour des ventes futures, dont l'entreprise n'a pas besoin actuellement. Ceci a pour but d'utiliser l'espace du conteneur au maximum et de réduire les coûts de transport à l'unité, sans toutefois tenir compte des coûts supplémentaires de stockage.

La seconde catégorie fait référence aux produits à importer. Étant donné que la présente étude fait abstraction de la négociation des contrats, les produits sont connus et les prix sont fixes. De plus, étant donné que nous voulons savoir la viabilité d'une stratégie de consolidation de commandes avec des commandes régulières, nous ferons abstraction des produits qui sont nouveaux, en promotion ou saisonniers. C'est donc une situation de réapprovisionnement. Ainsi, une liste de produits réguliers avec une demande annuelle connue a été dressée. Cette liste indique le volume des produits, les quantités requises pour une période donnée, la date d'exigibilité de livraison (*due date*), les coûts de stockage basés sur le taux d'écoulement (valeur%/année) et l'origine des biens.

La troisième catégorie se rapporte au transport de la marchandise. La consolidation se fait à partir d'un centre de distribution vers la destination finale. Pour des questions de simplicité

et pour mieux comprendre les différents phénomènes dans l'implantation d'une stratégie de consolidation de commandes, la simulation est celle d'un seul point d'origine et de destination. De façon globale, le modèle est applicable pour des fournisseurs situés près d'un port d'exportation et dont les produits sont expédiés à une destination définie. Afin de simplifier, nous allons considérer qu'il n'y a pas de retard ni d'imprévu et nous ferons abstraction du stock de sécurité.

À partir de ces caractéristiques, plusieurs variables doivent être fixées pour avoir une base de comparaison. Cela nécessite des hypothèses de travail.

6.2 Les hypothèses de travail

Pour l'étude et afin de mieux comprendre le phénomène, nous avons décidé de regarder la consolidation de commandes à partir d'un lieu et de ne pas faire varier l'aspect spatial. Les produits choisis doivent passer par un même point. Pour l'étude de cas, les biens choisis transitent par le port de Yantian (YTN), terminal international de la ville de Shenzhen. Ce port a été sélectionné pour effectuer l'étude puisque c'est celui par lequel transite le plus grand volume de produits pour RONA (environ le 1/4 des bons de commande de l'Asie passent actuellement par Yantian).

Dans le chapitre 2, nous avons souligné les principales difficultés de la gestion de la chaîne d'approvisionnement qui se résument à la quantité à commander et le choix de transport. Le choix de la quantité à commander peut être déterminé soit par une approche de calcul de quantité économique à commander (QEC), soit à partir d'un délai de réapprovisionnement. Étant donné que le calcul de la quantité à commander classique ne tient pas compte des coûts de transport, la quantité commandée représente ici une période de demande à des fins de simulation et d'utilité. De plus, les items choisis ne devront pas être des produits saisonniers, des nouveaux produits ou des produits en promotion, afin de savoir si les produits réguliers sont suffisants pour instaurer une pratique de consolidation. Pour choisir ces types de produits, nous avons appliqué un filtre $\pm 3\sigma$ sur la variabilité de la demande annuelle pour déterminer les items dont les ventes sont stables durant la période d'étude. Pour bien évaluer la robustesse de la stratégie de consolidation de commandes, les produits choisis sont de petites à moyennes tailles. De plus, nous devons choisir des produits qui peuvent être mis ensemble sans courir le risque de bris lors du transport. Le choix s'est arrêté sur les produits des luminaires et de la petite quincaillerie qui représentent 40% des commandes en provenance de Yantian durant la période étudiée. Après analyse, 109 items furent choisis pour l'étude de cas.

Afin de simplifier, les prix sont fixes pour toute l'année et pour toutes les options, même s'il y a une variation de quantité à commander. En effet, la variation des quantités peut

impliquer des remises sur quantité, information qui est très difficile à obtenir, car c'est de la négociation cas par cas.

Étant donné le peu d'historique pour cette pratique, nous voulons surtout étudier le processus de prise de décision dans une stratégie de consolidation de commandes et le comparer avec les pratiques connues. De ce fait, nous avons choisi un seul type de conteneur qui est de 40 pieds de long et à format régulier. Le choix de ce type de conteneur vient du fait que c'est celui qui représente la meilleure valeur volume/prix et c'est le conteneur le plus utilisé pour transporter de la marchandise de l'Asie. De cette façon, nous connaissons la capacité volumique des conteneurs, la seule dimension à laquelle nous nous intéresserons. Pour la simulation de l'option du transport FCL, le nombre d'unités par commande sera augmenté pour arriver à la pleine capacité du conteneur 40 pieds à format régulier. Ceci ne représente pas ce que RONA fait. En réalité, plusieurs produits différents peuvent être mis dans un même conteneur en provenance du même fournisseur en avançant ou en retardant des commandes. Mais nous avons choisi ceci, car nous voulons comparer une pratique de transport dédié avec les deux autres options.

Finalement, les coûts d'utiliser un conteneur seront les mêmes pour la consolidation le transport dédié. Même si les coûts divergent à cause des différents Incoterms et de la manutention, le fait d'avoir un coût d'achat identique permet de compenser pour la différence des coûts de transport. Comme nous l'avons vu, l'Incoterm FCA coûte moins cher que l'Incoterm FOB à l'achat de la marchandise. Les responsabilités de charger sur le navire et le dédouanement d'exportation sont transférées au donneur d'ordre. Ce dernier soustrait les responsabilités à l'expéditeur transitaire. L'expéditeur transitaire a des économies d'échelle sur les coûts de chargement sur le navire supérieur par rapport aux fournisseurs, ce qui compense en partie les coûts de manutention accrus. Étant donné que la surcharge de consolidation pour les coûts de manutention n'est pas encore négociée entre les intervenants, nous n'avons pas accès à ces données. Nous avons donc conservé les coûts de transport identiques pour l'option FCL et consolidation.

Ce qui reste à décider pour la consolidation de commandes est l'affectation de la marchandise et le nombre de conteneurs, qui seront choisis par un modèle mathématique et par la quantité à commander.

6.3 Le choix du modèle mathématique de la consolidation de commandes

Le système d'aide à la décision (SAID) qui facilitera la consolidation de commandes doit être capable de regrouper de façon efficiente les différentes commandes étant de petits volumes dans des lots qui correspondent chacun à un conteneur. Le modèle mathématique devra donc représenter ceci. Ce type de problématique est bien documenté dans la littérature scientifique en recherche opérationnelle. Connue sous le nom de modèle *bin packing* (Martello et Toth, 1990b), elle est définie comme ayant un certain nombre d'items qui

doivent être placés (*packing*) dans un minimum de contenants (*bin*). En général, les problèmes résolus par le modèle de bin packing sont définis selon cinq critères ((Martello et Toth 1990b) (Wäscher, Haußner et Schumann, 2007) : les dimensions utilisées, le type d'assignation, les types d'items, le type de contenant et des contraintes liés aux items. Pour l'étude de cas, nous définissons les cinq critères comme suit :

Le critère de **dimension** définit les caractéristiques utilisées dans le problème. Dans le cas de cette étude, nous utiliserons seulement le volume pour les produits et la capacité des conteneurs.

Le critère **d'assignation** est l'objectif que l'on cherche à résoudre, soit maximiser le nombre d'items ou minimiser le nombre de contenants. Pour la consolidation de commandes, il est de minimiser le nombre de contenants, car chaque conteneur utilisé est associé à un coût qui affecte le coût d'approvisionnement.

Le troisième critère consiste à établir la différence entre **les produits**, c'est-à-dire la différence volumique entre les commandes. Dans notre cas, les commandes choisies seront toutes celles qui occupent moins d'espace que la capacité du conteneur. De plus, considérant les différences entre les produits, les volumes sont très hétérogènes.

Le quatrième critère se réfère **au contenant** et en particulier, le nombre de contenants (unitaire ou multiple) et la différence entre eux (de dimension identique à hétérogène). Dans l'étude de cas, nous considérons qu'il y a un nombre suffisant de conteneurs pour répondre à nos besoins et que le volume maximum de chaque conteneur est de 67 m^3 , c'est-à-dire que les conteneurs sont homogènes.

Le dernier critère fait référence **aux contraintes particulières des produits**. Pour l'étude de cas, les produits peuvent être combinés entre eux. Cependant puisque la dimension des cartons peut être de dimensions diverses, cela rend le problème de remplissage d'items très complexe. L'utilisation optimale du volume d'un conteneur sera très difficile car il y aura fort probablement des pertes d'espace. Toutefois, la question du remplissage étant abordée d'un niveau tactique plutôt qu'opérationnel, puisque l'affectation des commandes au conteneur n'est pas finale, il n'est pas nécessaire de traiter le remplissage de façon précise selon les dimensions exactes des cartons de produits. Ainsi, la capacité maximale du conteneur sera abaissée à 56 M^3 (83% capacité maximum), ce qui représente le volume moyen réellement utilisé. De ce fait, nous avons seulement besoin de la dimension du volume, donc le système d'aide à la décision devient une résolution de bin packing classique à une dimension (Martello et Toth, 1990a, 1990b Scholl, Klein et Jürgens, 1997 Schwerin et Wäscher, 1997).

Considérant N commandes qui doivent être expédiées, chaque produit $i \in I$ a un volume V_i . Il n'y a qu'un produit par commande. On doit déterminer le nombre de conteneurs requis

parmi un ensemble de M conteneurs disponibles, ce qui déterminera les coûts de transport. Les conteneurs peuvent ne pas être remplis, et les conteneurs vides ne seront pas chargés dans les coûts de transport. Chaque conteneur a une capacité maximum volumique pour la consolidation de γ , c'est-à-dire 56 M^3 pour un 40 pieds.

Les variables à définir sont :

x_{ij} : = 1 si le produit $i \in N$ est chargé dans le conteneur $j \in M$;
 = 0 sinon.

y_j : = 1 si un conteneur $j \in M$ est utilisé.
 = 0 sinon

x_{ij} et y_j , sont des variables binaires $\{0,1\}$.

Le modèle de la consolidation de commandes pour grouper les commandes se lit comme suit :

$$\text{Minimiser } Z = \sum_{j=1}^M y_j \quad (\text{Équation 1})$$

Sous les contraintes :

Affectation des produits aux conteneurs

$$\sum_{j=1}^M x_{ij} = 1, \quad \forall i = 1, \dots, N \quad (\text{Équation 2})$$

Capacité volumique des conteneurs

$$\sum_{i=1}^N V_i x_{ij} \leq \gamma \cdot y_j, \quad \forall j = 1, \dots, M \quad (\text{Équation 3})$$

Type de variables

$$y_j \in \{0,1\}, \quad \forall j = 1, \dots, M \quad (\text{Équation 4})$$

$$x_{ij} \in \{0,1\}, \quad \forall i = 1, \dots, N \text{ et } j = 1, \dots, M \quad (\text{Équation 5})$$

La fonction objectif est de minimiser le nombre de conteneurs avec la contrainte numéro 2 qui assure que chaque commande est assignée à un conteneur et la contrainte numéro 3 assure que les limites de capacité sont respectées. Il est à noter que le modèle mathématique envoie toute la marchandise par conteneur. Or cette solution doit être ajustée du fait que nous pouvons utiliser le service LCL pour transporter des lots de marchandise qui n'atteignent pas un volume critique. Pour ce faire, nous avons établi une procédure post-optimisation. En effet, si le volume de la marchandise d'un conteneur n'atteint pas un seuil prédéterminé, la marchandise sera expédiée par service LCL. Ce seuil « critique » est déterminé par une comparaison entre le coût par mètre cube du service LCL et la répartition des coûts d'un conteneur par volume de marchandise (voir figure 6.1).

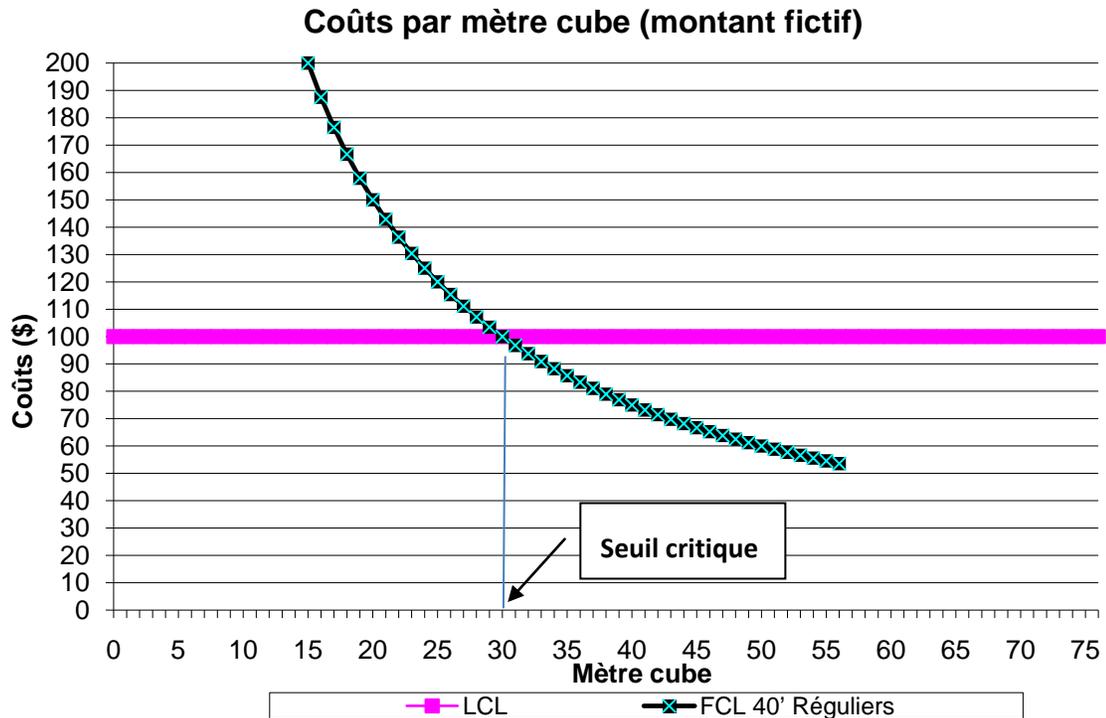


Figure 6.1 – Seuil critique entre le service LCL et le FCL

Suite à l'application de cette procédure manuelle, nous avons constaté que peu de marchandises sont transportées via le service LCL.

Nous pouvons maintenant simuler les trois options de commandes :

1. Faire de la consolidation de commandes en combinant les commandes selon les besoins réels en réapprovisionnement et envoyer une partie des commandes en LCL si nécessaire afin de minimiser le coût total;
2. Utiliser seulement le service LCL pour toutes les commandes, ce qui évite le besoin de coordonner entre les fournisseurs et de commander seulement selon les besoins réels en réapprovisionnement ;
3. Maximiser l'utilisation des conteneurs en augmentant les quantités commandées pour remplir un conteneur de 40 pieds (FCL).

6.4 Étapes de la simulation

La simulation Monte Carlo est faite en trois étapes présentées graphiquement dans la figure 6.1. La première consiste à générer des commandes dues. La seconde étape représente la combinaison des commandes selon les trois options de transport, c'est-à-dire soit par consolidation de commandes, soit par service LCL, soit par transport FCL. La dernière étape est le calcul des coûts d'approvisionnement de tous les produits pour l'année.

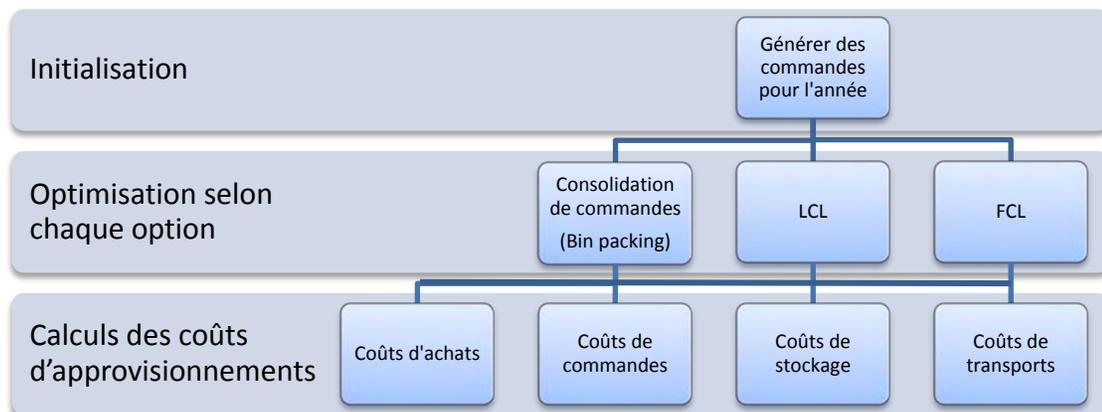


Figure 6.2 – Étapes de la simulation Monte Carlo

6.4.1 Génération de bons de commande

Pour simuler une catégorisation des produits qui est similaire aux méthodes de travail utilisé chez Rona, nous avons divisés les 109 produits ou SKU en trois catégories : A, B et C. Pour les besoins de l'expérimentation, la catégorisation est basée sur le volume du produit. Chaque catégorie regroupe les produits ayant un même cycle de commandes. Autrement dit, les produits de la catégorie A sont commandés une fois par mois, ceux de la catégorie B sont commandés aux deux mois et ceux de la catégorie C aux trois mois. La catégorie A contient 64 SKUs différents, la catégorie B 30 SKUs et la catégorie C seulement 15 SKUs. Cela nous donne 84 SKUs à commander par mois. Pour chaque scénario, un plan de commandes mensuelles est établi de façon aléatoire selon la division des SKUs que nous venons d'établir. Ainsi :

- Tous les SKUs de la catégorie A sont commandés à chaque mois.
- Les 30 SKUs de la catégorie B sont divisés aléatoirement dans deux groupes de 15.
Le 1^{er} groupe B est commandé les mois 1, 3, 5, 7, 9 et 11;
Le 2^e groupe B est commandé les mois 2, 4, 6, 8, 10 et 12.
- Les 15 SKUs de la catégorie C sont divisés aléatoirement dans trois groupes de 5.
Le 1^{er} groupe C est commandé les mois 1, 4, 7 et 10;
Le 2^e groupe C est commandé les mois 2, 5, 8 et 11;
Le 3^e groupe C est commandé les mois 3, 6, 9 et 12.

Cela nous donne le tableau:

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cat. A	64 A											
Cat. B	15 B ₁	15 B ₂										
Cat. C	5 C ₁	5 C ₂	5 C ₃	5 C ₁	5 C ₂	5 C ₃	5 C ₁	5 C ₂	5 C ₃	5 C ₁	5 C ₂	5 C ₃
Total	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84

Tableau 6.1 – Nombre de SKUs par période selon la classification ABC

Pour les quantités à commander, nous avons pris la demande annuelle de l'année étudiée chez RONA pour chacun des produits et nous l'avons divisée de façon égale selon la catégorie (divisée par 12 pour la catégorie A, par 6 pour la catégorie B et par 4 pour la catégorie C). Afin de refléter la variabilité de la demande, nous avons posé comme hypothèse qu'il y a une variation à chaque commande, c'est-à-dire que la quantité commandée varie entre $\pm 10\%$ de la demande moyenne pour cette période. Par exemple, si la demande moyenne est de 100 unités par mois, la quantité commandée variera entre 90 et 110 unités.

La demande de chaque mois est répartie en quatre semaines. Pour simplifier la simulation nous n'avons pas considéré des mois de 5 semaines. Le nombre de commandes par semaine suit une probabilité selon une loi triangulaire (10, 25, 30) ce qui signifie qu'il est plus probable qu'il y ait 25 commandes par semaine, mais qu'il peut y avoir un creux d'un minimum de 10 commandes, un sommet d'un maximum de 30 commandes et n'importe quelle quantité entre les bornes. Le choix des commandes pour une semaine est fait aléatoirement parmi la liste mensuelle du plan de commandes. Toutes les commandes doivent être faites avant la fin du mois. La dernière semaine du mois, tous les produits à commander et qui ne l'auront pas été dans les semaines précédentes du mois devront être commandés lors de cette dernière semaine. Cette liste est refaite pour le mois suivant.

Il est à noter que ce processus est légèrement différent pour l'option de transport dédié. Pour des fins de comparaison, la quantité commandée selon cette option correspond à celle d'un conteneur de 40 pieds rempli au maximum. Le cycle de commande dépendra alors de la quantité que contient un conteneur et de la demande moyenne par semaine. Quand le stock arrive à zéro, une nouvelle commande arrive pour renflouer le stock.

Puisque la demande est incertaine, plusieurs combinaisons de celle-ci sont possibles pour les quelques années à venir. Nous avons évalué 52 scénarios différents, c'est-à-dire 52 combinaisons différentes de demande couvrant la demande annuelle estimée. Ce nombre de scénarios nous permet d'atteindre une stabilité dans la moyenne des résultats.

6.4.2 Simulation selon l'option de consolidation de commandes

À partir des commandes hebdomadaires, l'optimisation de la consolidation de commandes consiste à grouper les produits dans un nombre minimum de conteneurs. Ce processus se fait à l'aide du modèle bin packing vu dans la section 6.3. L'optimisation des 52 scénarios de consolidation de commandes a été résolue avec le logiciel Cplex 10.0 sur un PC de 2.2 GHz processeur double AMD Opteron™, sous le système d'exploitation Linux.

6.4.3 Simulation selon l'option du service LCL

La simulation du service LCL, calcule les coûts pour les mêmes commandes hebdomadaires que la simulation de consolidation de commandes. Les commandes sont par la suite acheminées par service LCL, ce qui signifie que les coûts totaux annuels de transports sont fixés selon le volume transporté.

6.4.4 Simulation selon l'option de transport FCL

Dans la dernière option, chaque commande représente un conteneur de 40 pieds ($M = N$). Il est noté qu'il se peut que la quantité commandée soit supérieure à la demande annuelle. Dans ce cas, les calculs de coûts de transport de commandes et d'achat devront être fractionnés pour représenter les coûts de l'année étudiée.

6.4.5 Le calcul des coûts annuels d'approvisionnement

Pour chaque scénario et chaque option, la méthode de calcul des coûts d'approvisionnement est la suivante :

Chaque produit est identifié par l'indice i et on a un total de I produits. C'est-à-dire la sommation des coûts totaux annuels de tous les produits (coûts d'achats, de commandes et de stockage). À ce coût, on additionne les coûts de transports annuels pour l'option.

$$i = 1, 2, 3 \dots,$$

$$C_{\text{approvisionnement annuel}} = \sum_{i=1}^I (CAT_i + CCT_i + CST_i) + CTT$$

Comme nous l'avons vu dans la section 2.3.2 les coûts sont :

- Le coût d'achat total (CAT_i) est une multiplication du coût d'achat unitaire, qui est fixé par la négociation entre le marchandiseur et le fournisseur, et de la demande annuelle. Dans notre simulation, ce coût unitaire est fixe indépendamment de la quantité et de l'Incoterm, et représente la valeur marchande du produit. Le coût d'achat est donc le coût déboursé aux fournisseurs pour tous les produits achetés au cours de l'année.

- Le coût de commande total (CCT_i) est ajouté à chaque fois qu'une commande est passée selon une valeur estimée par l'entreprise. Pour la simulation, ceci dépend de la classification du produit.
- Le coût de stockage total (CST_i) représente la moyenne entre le stock maximum et le stock minimum au cours de l'année, multiplié par le taux de possession de la valeur marchande utilisée par l'entreprise. Le taux de possession est évalué selon les coûts des opérations, des équipements et d'immobilisation par rapport à la valeur moyenne des produits en inventaire.
- Le coût de transport total (CTT) dépend de l'option observée. Pour la consolidation et le transport FCL, le coût représente le nombre de conteneurs utilisés dans l'année. Pour la marchandise qui transite par le service LCL, le coût représente le nombre de mètres cubes transportés durant l'année.

6.5 Résultats et analyses

Une fois la simulation terminée, nous pouvons faire l'analyse des résultats des trois options. Nous porterons un premier regard sur les résultats globaux des simulations en comparant surtout les coûts moyens des 52 scénarios. Puis nous nous intéresserons à l'arbitrage de la gestion de la chaîne d'approvisionnement, c'est-à-dire les effets sur les coûts de stockage et les effets sur les coûts de transport. Nous regarderons aussi la validité de nos démarches à savoir si nous avons fait suffisamment de scénarios. Finalement nous présentons une analyse des trois options.

6.5.1 Résultats globaux

Les coûts d'approvisionnements ont été compilés pour les trois options et ce pour les 52 scénarios (années) différents. Le tableau 6.2 présente les coûts moyens des 52 scénarios pour les 3 options. Les coûts de transport pour FCL et LCL sont fixes du à notre hypothèse déterministe sur ces deux options. Le tableau démontre que l'option de la consolidation de commande est celle dont les coûts totaux sont les moins élevés.

	FCL	LCL	CC
Coût d'achat (CAT_i)	9 517 245,73	9 517 245,73	9 517 245,73
Coût de commande (CCT_i)	8 460,00	36 288,00	36 288,00
Coût de stockage (CST_i)	941 482,26	140 437,56	140 437,56
Coût de transport (CTT)	616 500,54	1 282 248,00	782 325,14
Total	11 083 688,53	10 976 219,29	10 514 121,29

CC : Consolidation de commandes

Tableau 6.2 – La moyenne des coûts d'approvisionnement pour les 52 scénarios

Le tableau 6.3 démontre les différences de coûts pour chaque paire d'options. Exemple :

$$\frac{(CCT_I LCL)}{(CCT_I FCL)} - 100\%$$

	LCL vs FCL	CC vs FCL	CC vs LCL
Coût d'achat (CAT_I)	0 %	0 %	0 %
Coût de commande (CCT_I)	328,9 %	328,9%	0 %
Coût de stockage(CST_I)	-85,1%	-85,1%	0 %
Coût de transport (CTT)	107,99%	26,9%	-38,99%
Total	-1,0%	-5,5%	-4,6 %

Tableau 6.3 – Comparaisons des coûts pour chaque paire d'option

Nous constatons que pour tous les scénarios, la pratique de consolidation de commandes coûte moins chère que les autres options. Les économies sont de l'ordre de 5,5% par rapport au FCL et 4,6% pour le service LCL. Les coûts qui influencent le plus les différences sont les coûts de stockage et les coûts de transport.

6.5.2 Effet sur les coûts de stockage

Les résultats confirment qu'en réduisant la quantité commandée par commande, le coût de stockage diminue. Dans le cas étudié, le coût de stockage est réduit d'environ 85% entre le FCL et les deux autres options. À titre d'exemple, la figure 6.3 démontre la réduction des coûts de stockage pour 38 produits différents qui ont des économies d'au moins 40%. Les produits sont placés en ordre croissant selon la demande moyenne. Ainsi donc, le graphique démontre que les réductions de coûts sont plus substantielles quand la demande est petite (sku #50 a des économies de près de 98%!), c'est-à-dire, pour les produits qui ont un faible taux de roulement.

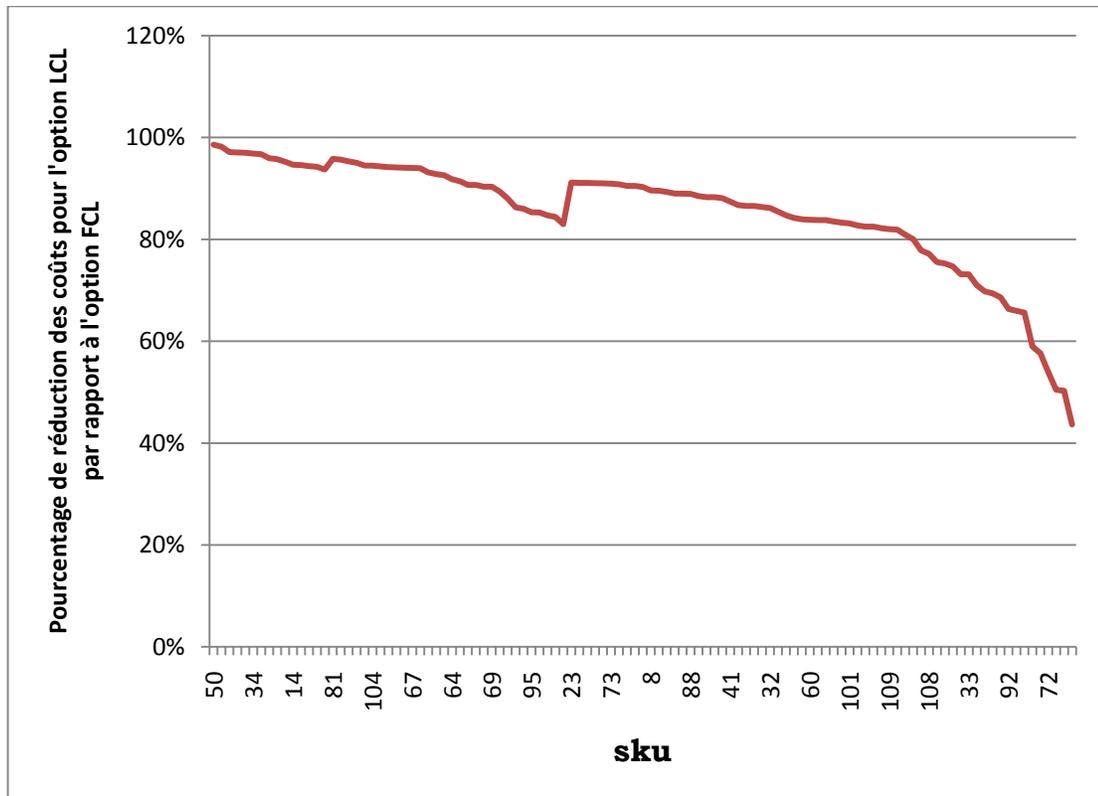


Figure 6.3 – Ratio des réductions des coûts de stockage de FCL à LCL et consolidation de commande pour 38 items

6.5.3 Effet sur les coûts de transport

Du point de vue des coûts de transport, la consolidation de commandes coûte un peu plus que l'option FCL, mais beaucoup moins que l'option LCL. La figure 6.4 démontre les coûts moyens pour transporter un mètre cube, pour les trois options, pour les 38 mêmes produits que la figure 6.3. La première constatation confirme qu'effectivement le coût de LCL est chargé par mètre cube et donc constant pour chacun des SKUs. La deuxième constatation est de voir que le coût de transport FCL est constant pour tous les SKUs. En effet, une commande d'un conteneur de 40 pieds rempli est suffisante pour remplir les besoins pour une année (et même plus). Ce qui signifie qu'il y a eu seulement 1 commande par produit, dans l'année, ce qui fixe tous les coûts annuels de transport. Finalement, le coût moyen de transporter la marchandise en consolidation de commande fluctue plus près des coûts de FCL que de LCL.

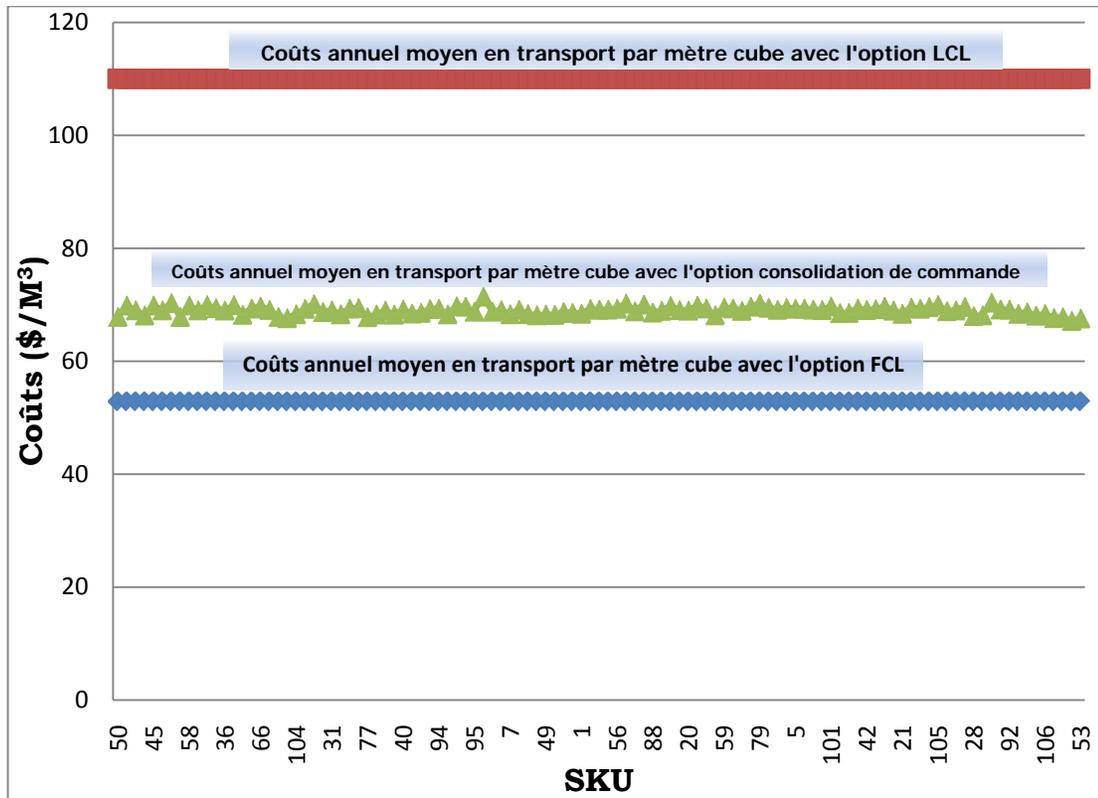


Figure 6.4 – Ratio des réductions des coûts de transport de FCL, LCL et consolidation de commande pour 38 produits

6.5.4 Validité du nombre de scénarios

Afin de vérifier la validité des moyennes et écarts-types présentés ci-dessus, il faut vérifier la moyenne cumulative de coûts d’approvisionnements après chaque scénario additionnel. On constate sur la figure 6.5 que la moyenne se stabilise vers le 40e scénario. Or, avec les 52 scénarios effectués, nous dépassons le nombre minimum de scénarios pour établir un niveau de confiance satisfaisant.

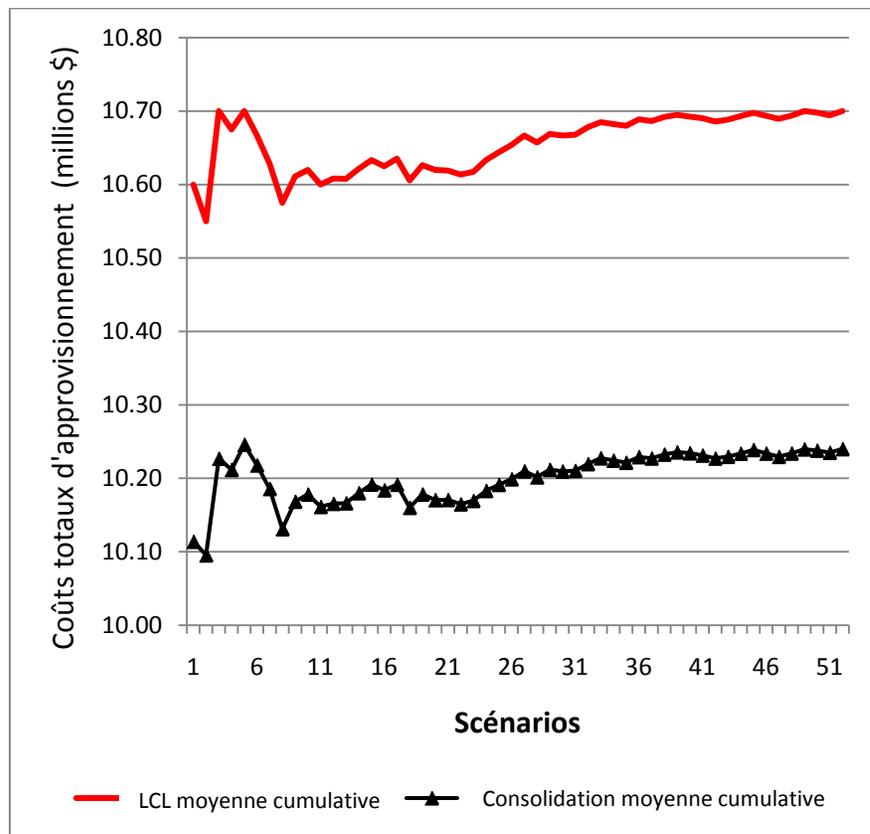


Figure 6.5 – Moyenne cumulative des coûts d’approvisionnement

6.5.5 Analyse

Les résultats démontrent clairement que LCL et la consolidation de commandes sont meilleurs que l’option FCL. Même si ce dernier coûte moins cher en frais de transport, le coût de stockage rend cette option inappropriée. C’est surtout le cas des produits à faible taux de rotation pour lesquels plusieurs années passent avant d’écouler les stocks. Les résultats démontrent aussi que la consolidation de commande présente des économies par rapport à l’option LCL. En effet, les coûts de transport sont environ 37% moins élevés pour la consolidation envers l’option LCL. Ceci est dû à la réduction des coûts de transport d’un mètre cube obtenue par l’utilisation de conteneurs dédiés. La figure 6.6 démontre les économies pour 38 produits différents.

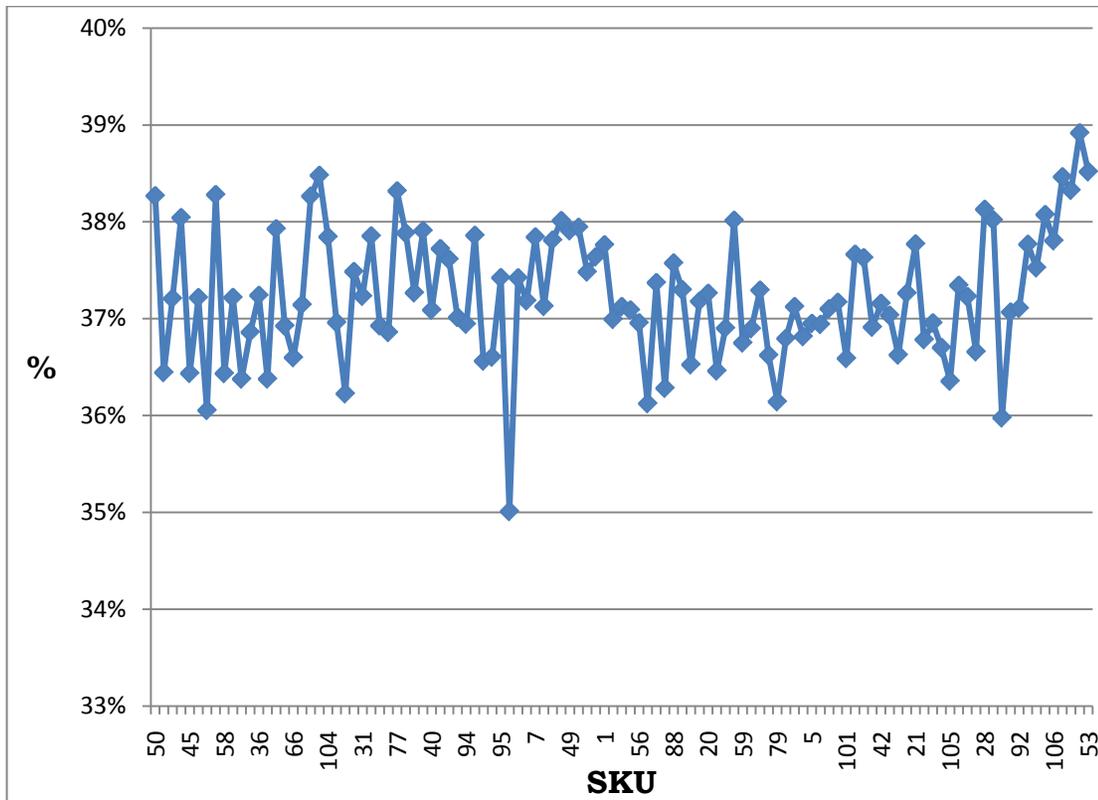


Figure 6.6 – Réduction des coûts de transport entre la consolidation de commande et l’option LCL pour 38 SKUs donnés

La simulation démontre que la consolidation de commandes permet de faire un arbitrage entre les coûts de transport et les coûts de stockage. En effet, la consolidation permet à la fois de répondre à la demande en augmentant la cadence de réapprovisionnement ce qui implique un niveau de stock plus bas. La simulation démontre aussi qu’on peut augmenter la cadence de réapprovisionnement tout en gardant un certain contrôle sur les coûts de transport.

6.6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté la modélisation de la consolidation de commandes. Comparée au service LCL et au transport dédié FCL, la consolidation de commandes s'avère un choix économique et permet une plus grande flexibilité dans les quantités à commander. La simulation comporte de limites, car certaines valeurs ne sont pas disponibles et l'historique ne permet pas d'estimer les variations de coûts. En effet, les résultats ici mentionnés ne permettent pas, hors de tout doute, de confirmer que la consolidation de commande est toujours la moins dispendieuse, même si cela démontre une tendance d'économie appréciable. Il faudra simuler avec plus de produits, avec des plus grandes disparités de volume, de demande et d'incertitude dans les commandes. De plus le cycle d'approvisionnement peut varier d'un fournisseur à un autre.

De plus, les valeurs obtenues sont pour seulement 109 produits différents. Cela ne permet pas de savoir si plus de produits amélioreraient les économies de la consolidation de commandes. Nous ne savons pas non plus quelle est la limite inférieure de volume de produits avant de se retrouver dans une option où la consolidation coûterait plus cher que le service LCL ou le transport dédié.

Une plus grande manipulation doit être faite par le 3PL. Celui-ci pourrait demander plus pour couvrir ses frais de manutention. Les coûts ne sont pas estimés dans la simulation, mais ce dernier servira de base pour le donneur d'ordre pour négocier une entente.

Ce que ce chapitre nous dit est qu'il sera avantageux de poursuivre la recherche sur la consolidation de commandes pour trouver et présenter des améliorations dans la pratique afin d'augmenter la flexibilité lors de commandes tout en contrôlant les coûts de transport et de stockage. Il faudrait aussi créer des outils et raffiner le modèle pour aider dans la prise de décisions entre les types de transport qui sont à la disposition des entreprises.

7 Conclusions et recherches futures

Les entreprises en commerce de détail ont beaucoup changé au cours des vingt dernières années. Plusieurs joueurs sont devenus de grands distributeurs, dont l'entreprise RONA. De par leur position dans la chaîne d'approvisionnement et de leur force de ventes et d'achats, ils se sont transformés en donneurs d'ordre. La quantité à commander, le type de produits, la provenance et le type de transport jouent un rôle important sur les marges bénéficiaires des entreprises. L'importance de la flexibilité sur les décisions d'approvisionnement devient donc capitale à la rentabilité de l'entreprise. Ces nouvelles pratiques d'affaires et stratégies novatrices deviennent cruciales pour donner à l'entreprise les outils nécessaires pour faire face à la concurrence. De ces besoins, nous à la Chaire de recherche industrielle du CRSNG en management logistique sommes intervenus pour réfléchir et présenter les outils nécessaires à la réalisation d'un processus de consolidation de commandes.

À partir d'un processus d'achat à l'international déjà mis en place, une réingénierie des façons de faire permet à une entreprise d'ajouter de la flexibilité à sa chaîne d'approvisionnement tout en contrôlant ses coûts d'approvisionnement. La consolidation peut se faire sur plusieurs aspects tels que sur une base temporelle ou alors en fonction de quantités minimums ou spatiales. L'étude effectuée chez RONA privilégiait une rapidité d'exécution, ce qui signifie que lorsque le produit est prêt chez le fournisseur, la consolidation de commandes devait se faire dans une fenêtre de temps d'une semaine. Le nouveau design devra être capable de consolider plusieurs commandes de plusieurs fournisseurs dans la période de temps défini. Ces restrictions nous limitent dans l'exploration sur d'autres avenues qui auraient pu apporter plus d'avantage économique. Plusieurs changements sont nécessaires tels les mécanismes d'intégration et de coordination de la chaîne d'approvisionnement. Ces changements permettent de répondre à des questions précises sur le fonctionnement du nouveau processus que nous avons identifié dans le chapitre 2.

Nous avons vu que le principal responsable pour grouper les commandes reste le donneur d'ordre, à cause de sa position. Cela lui permet de garder un certain contrôle sur les arrivées de produits consolidés. Sa décision se fait tôt dans les flux décisionnels, ce qui permet une consolidation proactive établissant ainsi la cadence pour le reste des intervenants.

La consolidation virtuelle se fait assez tôt dans le processus, mais la consolidation physique des produits doit se faire rapidement pour ne pas augmenter le temps de transport. Il y a une consolidation de commandes toutes les semaines. Ainsi, les produits quitteront le pays dans un délai d'une semaine maximum après être livrés par le fournisseur au centre de consolidation.

La pierre angulaire du processus est l'implantation d'un système d'aide à la décision basé sur le modèle de recherche opérationnelle du Bin Packing. Ce système permet de combiner les commandes afin de minimiser les coûts de transport. Nous avons utilisé une simulation

Monte-Carlo pour valider ce modèle par rapport aux autres pratiques utilisées dans l'entreprise.

Les impacts sur les flux monétaires sont appréciables. En effet, suite à une simulation d'un certain nombre de commandes, la consolidation de commandes démontre des économies sur les coûts d'approvisionnement de l'ordre de 7,48% par rapport à un processus de transport dédié et à d'environ 4,6% par rapport au service LCL. Les économies viennent du fait que les lots de quantités commandées sont plus petits que lors de la pratique FCL, donc moins coûteux en stockage et les coûts de transport sont moins élevés que le service LCL.

Les flux d'information subissent aussi de grands changements. Les informations pour l'expédition de la marchandise sont maintenant concentrées chez l'expéditeur transitaire. Il devient un intervenant important au succès de la consolidation de commande et devra être considéré comme un partenaire dans la façon de faire pour l'importation de biens à l'étranger.

Pour l'entreprise, ce projet avait comme but de l'aider à atteindre des objectifs qui lui permettraient de positionner sa chaîne d'approvisionnement de marchandise de façon compétitive face à la concurrence. En effet, le projet de consolidation permettra à RONA d'atteindre certains des objectifs qu'elle s'est fixés :

- Réduire les coûts d'approvisionnement pouvant aller jusqu'à environ 5 % par rapport à la pratique de transport FCL;
- Augmenter l'approvisionnement en provenance directement des usines à l'étranger sans toutefois augmenter les coûts de stockage;
- Augmenter la rotation du stock en diminuant les lots de produits commandés;
- Introduire des nouveaux outils d'optimisation dans la gestion de la chaîne d'approvisionnement basés sur le bin packing pour optimiser la consolidation de commandes.

Bien entendu, l'étude sur la consolidation de commandes dans la grande distribution n'est qu'à ses débuts. Plusieurs sujets d'étude peuvent aider à mieux comprendre cette pratique d'approvisionnement et ainsi l'améliorer. Comme nous l'avons mentionné plutôt dans la simulation, beaucoup de questions restent sans réponse, telles que considérer une consolidation de type réseau ou ajouter des produits avec des demandes de grande variabilité. De plus, nous n'avons pas exploré les autres options de prise de décision, c'est-à-dire le moment auquel la décision de consolider les produits ensemble doit être prise et savoir laquelle sur

le plan économique et de la flexibilité est la plus avantageuse. Notre simulation n'a pas pu déterminer le volume minimum nécessaire pour avoir des économies d'échelle avec la consolidation de commandes, ou de savoir s'il n'y a pas une limite supérieure pour la grosseur des lots avant de perdre les bénéfices de grouper des produits de plusieurs fournisseurs. De plus, certains sujets connexes pourraient être intéressants à étudier en consolidation de commandes tel qu'évaluer les coûts de complexité. Ce sont tous des sujets intéressants pour la modélisation du problème et la simulation.

Il n'y a pas seulement le secteur de la quincaillerie qui utilise la consolidation de commandes. Des industries du secteur de la grande distribution qui ont un grand volume de petits lots et qui doivent le faire transporter sur de grandes distances utilisent la consolidation de commandes depuis un certain temps, par exemple le secteur de la mode. Une étude chez ces entreprises permettrait de faire du *benchmarking* afin de déterminer les meilleures façons de faire.

Finalement, un domaine qui aurait intérêt à être étudié serait le réseau de consolidation. Au lieu de considérer la consolidation à partir d'un centre de consolidation et d'une destination, il serait avantageux de voir le problème avec chaque fournisseur comme point de départ : les centres de consolidation et de déconsolidation des points intermédiaires et les destinations, autant les centres de distribution que les magasins, comme points d'arrivée potentiels. Établir un modèle qui permettrait à la fois de déterminer le chemin et le temps de départ serait un atout pour éventuellement développer un système d'aide à la décision et tirer le maximum de profit de ce que la consolidation peut offrir.

Ce sont tous des sujets d'étude académique et professionnelle qui méritent d'être étudiés afin de mieux optimiser la chaîne d'approvisionnement des entreprises dans un contexte de mondialisation.

APPENDICE A – Les définitions des Incoterms

Les Incoterms ont été adoptés par les chambres de commerce de plusieurs pays et constituent un outil important lors de transactions internationales de marchandises entre fournisseurs et acheteurs. Ils reflètent et définissent les obligations du vendeur/expéditeur et de l'acheteur/destinataire en ce qui concerne le transfert de risque, le transfert de coûts, les documents d'exportation et d'importation et le lieu de livraison de la marchandise. Le transport est divisé en trois parties : le pré-acheminement ou transport en amont (*precarriage*), le transport principal (*carriage*) qui est fait par avion ou par bateau et le post-acheminement ou transport en aval (*postcarriage*). Voici une brève définition des 13 Incoterms divisés en quatre groupes donnés par l'ACDI (Agence canadienne de développement international) (ACDI, 2004) illustrés dans la Figure A.1.

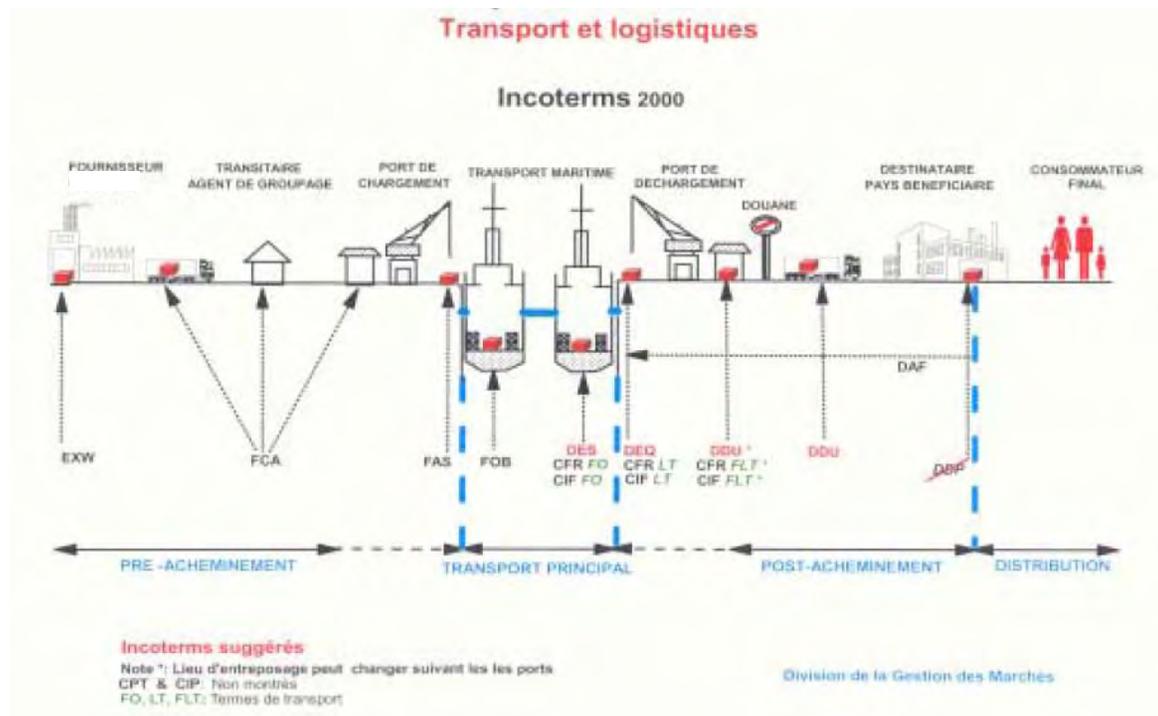


Figure A.1 - Les Incoterms 2000 dans le transport et la logistique (source l'ACDI, 2004)

Groupe E

Le fournisseur doit mettre la marchandise disponible correctement emballée à la disposition du client dans son établissement. L'acheteur est responsable du transport de l'usine jusqu'à la destination finale. Le terme unique de ce groupe est :

- EXW (Ex Work): L'acheteur prend possession de la marchandise à l'usine du fournisseur.

Groupe F

Le fournisseur est responsable du transport en amont et l'acheteur à partir du transport principal (maritime ou aérien) et du transport dans le pays de destination. Les trois termes de ce groupe sont :

- FAS (Free Alongside Ship) : Échange de responsabilité sur le quai du port de départ
- FCA (Free Carrier) : Marchandise acheminée à un lieu dans le pays de départ
- FOB (Free On Board): Le fournisseur est responsable de charger la marchandise sur le bateau ou avion.

Groupe C

Ce groupe d'Incoterms indique que le fournisseur est responsable du transport en amont et assume le coût du transport principal, maritime ou aérien, mais n'est pas responsable des pertes qui surviennent lors du transport principal. En effet, l'acheteur assume les risques du transport principal et du transport en aval. Les quatre termes sont :

- CFR (Cost and Freight) : Le fournisseur est responsable de charger la marchandise sur le bateau, de la livraison au port de départ, des frais payés au port d'arrivée, cela sans assurance pour le transport et non déchargée du navire à destination sauf s'il y a la mention " le quai".
- CIF (Cost, Insurance and Freight) : Le fournisseur est responsable de charger sur le bateau des frais au port d'arrivée et des frais d'assurance de la marchandise transportée souscrite par le vendeur pour le compte de l'acheteur.
- CPT (Carriage Paid To) : L'échange se fait après le principal transporteur. Tous les frais jusqu'au déchargement du mode de transport sont à la charge du vendeur, sauf pour les frais d'assurance pour le principal transport qui est à la charge du vendeur.
- CIP (Carriage and Insurance Paid to): L'échange se fait après le principal transporteur, avec assurance marchandise transportée souscrite par le vendeur.

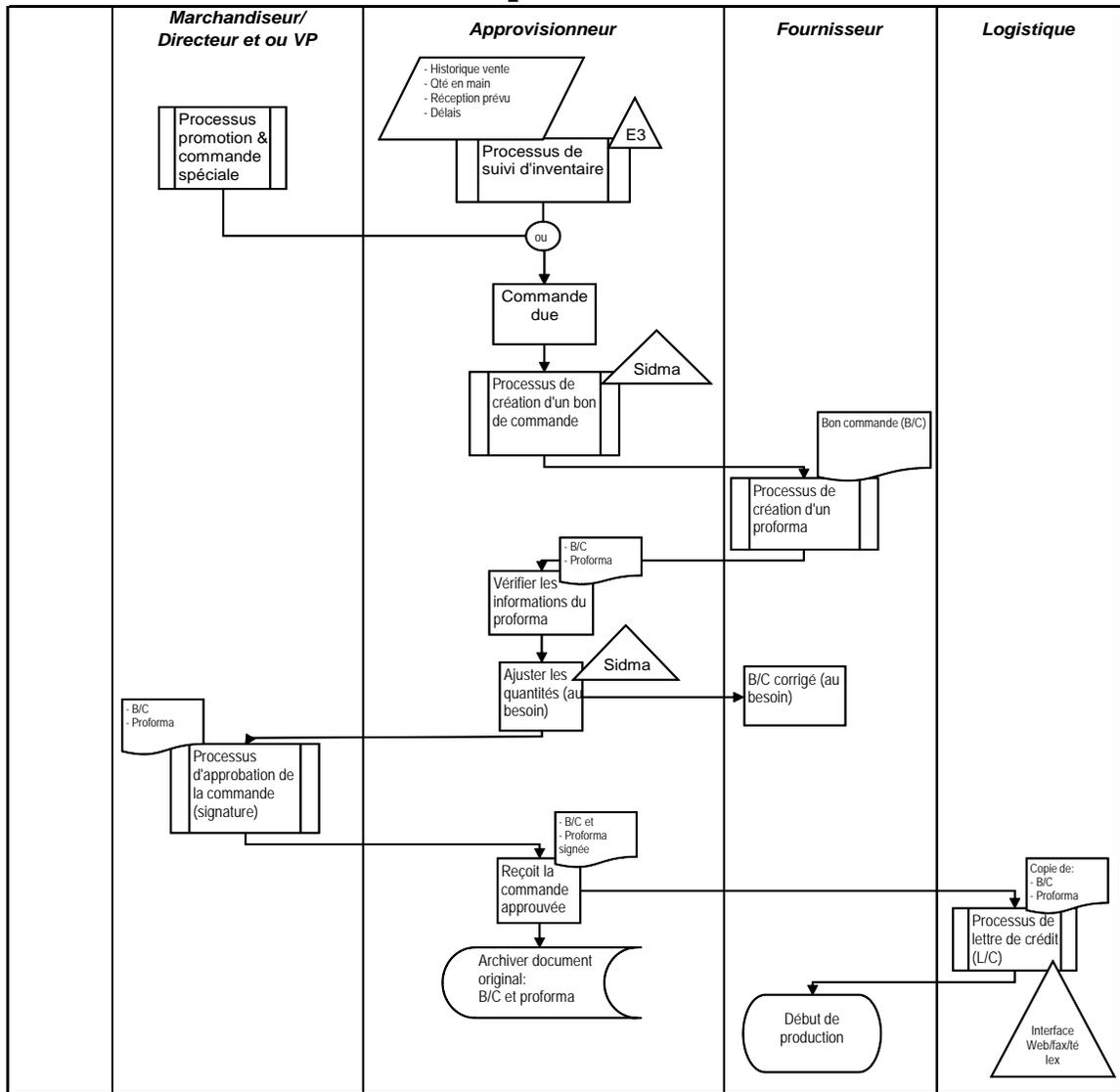
Groupe D

Finalement, le dernier groupe représente les Incoterms où le fournisseur est entièrement responsable du transport en amont, du transport principal et du transport en aval jusqu'au

point de livraison convenu dans le pays de destination. Les cinq Incoterms de ce groupe sont :

- DAF (Delivered At Frontier) : Échange fait à la frontière désignée, au point frontière désigné ; terrestre exclusivement.
- DES (Delivered Ex Ship) : Échange se fait dans le bateau au port d'arrivée.
- DEQ (Delivered Ex Quay) : Échange se fait sur le quai du port d'arrivée.
- DDU (Delivered Duty Unpaid) : Échange se fait à la destination finale, mais le dédouanement d'importation se fait sous la responsabilité de l'acheteur.
- DDP (Delivered Duty Paid) : Marchandise livrée à la charge du vendeur et à destination finale, dédouanement d'import inclus.

APPENDICE B - "Mapping" des décisions internes de l'importation



Légende

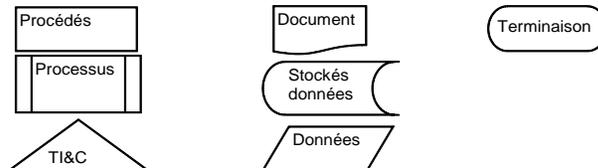


Figure B.2 - "Mapping" des décisions internes de l'importation

APPENDICE C – Les spécifications des différents conteneurs

<p>Dimensions of General Purpose Container</p> <p>20 ft standard 20' x 8' x 8'6"</p> 	20 pieds format régulier		
	Poids	2300 kg	5070 lb
	Charge maximum	28180 kg	62130 lb
	Poids brut max.	30480 kg	67200 lb
	Dimensions	Interne	Ouverture des portes
	Longueur	5898 mm 19' 4"	
	Largeur	2352 mm 7' 9"	2340 mm 7' 8"
	Hauteur	2393 mm 7' 10"	2280 mm 7' 6"

Capacité volumique maximum : 33.2 M³ 1172 ft³
Capacités volumiques en consolidation : 28 M³ (aprox.)

<p>Dimensions of General Purpose Container</p> <p>40 ft standard 40' x 8' x 8'6"</p> 	40 pieds format régulier		
	Poids	3750 kg	8270 lb
	Charge maximum	28750 kg	63380 lb
	Poids brut max.	32500 kg	71650 lb
	Dimensions	Interne	Ouverture des portes
	Longueur	12032 mm 39' 6"	
	Largeur	2352 mm 7' 9"	2340 mm 7' 8"
	Hauteur	2393 mm 7' 10"	2280 mm 7' 6"

Capacité volumique maximum : 67.7 M³ 2392 ft³
Capacités volumiques en consolidation : 56 M³ (aprox.)

<p>Dimensions of General Purpose Container</p> <p>40 ft High Cube 40' x 8' x 9'6"</p> 	40 pieds à grand volume		
	Poids	3940 kg	8690 lb
	Charge maximum	28560 kg	62960 lb
	Poids brut max.	32500 kg	71650 lb
	Dimensions	Interne	Ouverture des portes
	Longueur	12032 mm 39' 6"	
	Largeur	2352 mm 7' 9"	2340 mm 7' 8"
	Hauteur	2698 mm 8' 10"	2585 mm 8' 6"

Capacité volumique maximum : 76.4 M³ 2696 ft³
Capacités volumiques en consolidation : 68 M³ (aprox.)

<p>Dimensions of General Purpose Container</p> <p>45 ft High Cube 45' x 8' x 9'6"</p> 	45 pieds à grand volume		
	Poids	4820 kg	10630 lb
	Charge maximum	27860 kg	61420 lb
	Poids brut max.	32500 kg	71650 lb
	Dimensions	Interne	Ouverture des portes
	Longueur	13556 mm 44' 6"	
	Largeur	2352 mm 7' 9"	2340 mm 7' 8"
	Hauteur	2698 mm 8' 10"	2585 mm 8' 6"

Capacité volumique maximum : 86.0 M³ 3038 ft³
Capacités volumiques en consolidation : 76 M³ (aprox.)

Bibliographie

- ACDI (2004). Guidelines on Logistics and Transportation: 33 p En ligne. <[http://www.acdi-cida.gc.ca/INET/IMAGES.NSF/vLUIImages/Contracting2/\\$file/Guidelines%20on%20logistics%20and%20Transportation_May2004.pdf](http://www.acdi-cida.gc.ca/INET/IMAGES.NSF/vLUIImages/Contracting2/$file/Guidelines%20on%20logistics%20and%20Transportation_May2004.pdf)>. Dernière modification le *mai 2004*
- Bellamy, Michael. 2004. «Finding The "Right" Supplier In China». *Agency Sales*. vol. 34, no 4, p. 22. En ligne.
<<http://proquest.umi.com/pqdweb?did=618741381&Fmt=7&clientId=13816&RQT=309&VName=PQD>>.
- Blanchard, David. 2007. *Supply chain management : best practices*. Hoboken: John Wiley.
- Bowersox, Donald J., David J. Closs et M. Bixby Cooper. 2007. *Supply chain logistics management*, 2nd. Boston: McGraw Hill.
- Brouillette, Richard , et Normand Dumont (2008). Optimization of Merchandising the Supply-Chain. Relation avec les investisseurs de RONA: 15 p En ligne.
<<http://www.rona.ca/contentMgr/img/assets/ATTACHMENT1204209822055.pdf>>.
Dernière modification le *February 27, 2008*
- Caputo, A. C., L. Fratocchi et P. M. Pelagagge. 2005. «A framework for analysing long-range direct shipping logistics». *Industrial Management & Data Systems*. vol. 105, no 7, p. 876 - 899. En ligne.
<<http://www.emeraldinsight.com/10.1108/02635570510616094>>.
- Chopra, Sunil, Peter Meindl 2004. *Supply chain management*, 2. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Crainic, Teodor Gabriel. 2000. «Service network design in freight transportation». *European Journal of Operational Research*. vol. 122, no 2, p. 272. En ligne.
<<http://proquest.umi.com/pqdweb?did=59276225&Fmt=7&clientId=13816&RQT=309&VName=PQD>>.

Forum pour la formation en commerce international. 2006. *An introduction to international trade logistics & distribution*. Toronto: Pearson Prentice Hall.

Gupta, Yash P., et Prabir K. Bagchi. 1987. «Inbound Freight Consolidation Under Just-In-Time Procurement». *Journal of Business Logistics*. vol. 8, no 2, p. 74. En ligne. <<http://proquest.umi.com/pqdweb?did=573988&Fmt=7&clientId=13816&RQT=309&VName=PQD>>.

Gurnani, Haresh. 2001. «A study of quantity discount pricing models with different ordering structures: Order coordination, order consolidation, and multi-tier ordering hierarchy». *International Journal of Production Economics*. vol. 72, no 3, p. 203-225. En ligne. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/B6VF8-43HC062-1/2/e6f32e09a41d099d67e893c49c436868>>.

Hall, Randolph W. 1987. «Consolidation Strategy: Inventory, Vehicles And Terminals». *Journal of Business Logistics*. vol. 8, no 2, p. 57. En ligne. <<http://proquest.umi.com/pqdweb?did=573987&Fmt=7&clientId=13816&RQT=309&VName=PQD>>.

Halley, Alain, et Yvon Bigras. 2003. «L'intégration de la chaîne d'approvisionnement en contexte d'impartition en réseau». In *L'entreprise-réseau : dix ans d'expérience de la Chaire Bombardier Produits récréatifs*, Pierre-André Julien, p. 19. Sainte-Foy: Presses de l'Université du Québec.

Higginson, James K. 1995. «Recurrent decision approaches to shipment-release timing in freight consolidation». *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. vol. 25, no 5, p. 3 - 23. En ligne. <<http://www.emeraldinsight.com/10.1108/09600039510089686>>.

Jackson, George C. 1981. «Evaluating order consolidation strategies using simulation». *Journal of Business Logistics*. vol. 2, no 2, p. 110-138.

Jackson, George C. 1985. «A survey of freight consolidation practices». *Journal of Business Logistics*. vol. 6, no 1, p. 13-34.

- Lagacé, Étienne. 2007. «Analyse des impacts des pratiques promotionnelles, plus précisément des circulaires hebdomadaires, sur la chaîne d'approvisionnement d'une entreprise de commerce de détail.». Montréal, Management et Technologie, Université du Québec à Montréal, 212 p.
- Lei, Xu, et Beamon Benita. 2006. «Supply Chain Coordination and Cooperation Mechanisms: An Attribute-Based Approach». *Journal of Supply Chain Management*. vol. 42, no 1, p. 4. En ligne.
<<http://proquest.umi.com/pqdweb?did=994296251&Fmt=7&clientId=13816&RQT=309&VName=PQD>>.
- Logistics, Magazine. 2007. *Lexi-com : Lexique des termes logistiques*, Éd. 2007. Sainte-Adèle, Québec: Éditions Logistiques.
- Malone, Thomas W., et Kevin Crowston. 1994. «The interdisciplinary study of coordination». *ACM Computing Surveys*. vol. 26, no 1, p. 87. En ligne.
<<http://proquest.umi.com/pqdweb?did=82853&Fmt=7&clientId=13816&RQT=309&VName=PQD>>.
- Mark, Barratt. 2004. «Understanding the meaning of collaboration in the supply chain». *Supply Chain Management*. vol. 9, no 1, p. 30. En ligne.
<<http://proquest.umi.com/pqdweb?did=612621341&Fmt=7&clientId=13816&RQT=309&VName=PQD>>.
- Martello, Silvano, et Paolo Toth. 1990a. «An exact algorithm for large unbounded knapsack problems». *Operations Research Letters*. vol. 9, no 1, p. 15-20. En ligne.
<<http://www.sciencedirect.com/science/article/B6V8M-48MPS3S-2G/2/7e5677a3df081e8df87dae1ffac5d873>>.
- Martello, Silvano, et Paolo Toth. 1990b. «Lower bounds and reduction procedures for the bin packing problem». *Discrete Applied Mathematics*. vol. 28, no 1, p. 59-70. En ligne. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/B6TYW-45TK910-8/2/c9a86673ae8bcb8f45db624306877c4f>>.
- Marty, Weil. 1998. «Moving more for less». *Manufacturing Systems*. vol. 16, no 9, p. 90. En ligne.

<<http://proquest.umi.com/pqdweb?did=34569854&Fmt=7&clientId=13816&RQT=309&VName=PQD>>.

Min, Hokey. 1996. «Consolidation terminal location-allocation and consolidated routing problems». *Journal of Business Logistics*. vol. 17, no 2, p. 235. En ligne.
<<http://proquest.umi.com/pqdweb?did=10382227&Fmt=7&clientId=13816&RQT=309&VName=PQD>>.

Min, Hokey, Chang Seong Ko et Hyun Jeung Ko. 2006. «The spatial and temporal consolidation of returned products in a closed-loop supply chain network». *Computers & Industrial Engineering*. vol. 51, no 2, p. 309. En ligne.
<<http://proquest.umi.com/pqdweb?did=1164912991&Fmt=7&clientId=13816&RQT=309&VName=PQD>>.

Richard, Appelbaum, et Lichtenstein Nelson. 2006. «A New World of Retail Supremacy: Supply Chains and Workers' Chains in the Age of Wal-Mart». *International Labor and Working Class History*. vol. 70, no 1, p. 106. En ligne.
<<http://proquest.umi.com/pqdweb?did=1400187251&Fmt=7&clientId=13816&RQT=309&VName=PQD>>.

RONA (2007). Différents documents internes. Documents de travail interne à RONA inc.

Rummel, Jeffrey L., Zhiping Walter, Rajiv Dewan et Abraham Seidmann. 2005. «Activity consolidation to improve responsiveness». *European Journal of Operational Research*. vol. 161, no 3, p. 683-703. En ligne.
<<http://www.sciencedirect.com/science/article/B6VCT-4B5JR15-C/2/016b749536c2a363a896c710ab3b0d01>>.

Scholl, Armin, Robert Klein et Christian Jürgens. 1997. «Bison: A fast hybrid procedure for exactly solving the one-dimensional bin packing problem». *Computers & Operations Research*. vol. 24, no 7, p. 627-645. En ligne.
<<http://www.sciencedirect.com/science/article/B6VC5-3SWXX64-4/2/f92d48be65f7d3d9254e679d65009927>>.

Schwerin, Petra, et Gerhard Wäscher. 1997. «The bin-packing problem: A problem generator and some numerical experiments with FFD packing and MTP». *International Transactions in Operational Research*. vol. 4, no 5-6, p. 377-389. En

ligne. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/B6VGM-3SWSHC4-8/2/7fd698287dfe0fdb0fc376a8413a76a3>>.

Sila, Cetinkaya, Mutlu Fatih et Lee Chung-Yee. 2006. «A comparison of outbound dispatch policies for integrated inventory and transportation decisions». *European Journal of Operational Research*. vol. 171, no 3, p. 1094. En ligne.

<<http://proquest.umi.com/pqdweb?did=978145391&Fmt=7&clientId=13816&RQT=309&VName=PQD>>.

Simchi-Levi, David, Philip Kaminsky et Edith Simchi-Levi. 2003. *Designing and managing the supply chain : concepts, strategies, and case studies*, 2nd. Boston ; Montréal: McGraw-Hill/Irwin.

Stadtler, Hartmut. 2005. «Supply chain management and advanced planning - basics, overview and challenges». *European Journal of Operational Research*. vol. 163, no 3, p. 575. En ligne.

<<http://proquest.umi.com/pqdweb?did=771689741&Fmt=7&clientId=13816&RQT=309&VName=PQD>>.

Stadtler, Hartmut. 2008. *Supply chain management & advanced planning: concepts, models, software & case studies*, 4rd. Berlin: Springer.

Stevenson, William J. et Claudio Benedetti. 2007. *La gestion des opérations : produits et services*, 2e éd. Montréal: Chenelière/McGraw-Hill.

Togar, M. Simatupang, C. Wright Alan et Sridharan Ramaswami. 2002. «The knowledge of coordination for supply chain integration». *Business Process Management Journal*. vol. 8, no 3, p. 289. En ligne.

<<http://proquest.umi.com/pqdweb?did=140496791&Fmt=7&clientId=13816&RQT=309&VName=PQD>>.

Togar M. Simatupang, Indah Victoria Sandroto, S.B. Hari Lubis 2004. «Supply chain coordination in a fashion firm ». *Supply Chain Management: An International Journal*. vol. 9 no 2, p. 256 - 268 En ligne.

<<http://www.emeraldinsight.com/10.1108/13598540410544953>>.

Tyan, Jonah, C. , Fu-Kwun Wang et Timon C. Du. 2003. «An evaluation of freight consolidation policies in global third party logistics». *Omega*. vol. 31, no 1, p. 55. En ligne.
<<http://proquest.umi.com/pqdweb?did=346233121&Fmt=7&clientId=13816&RQT=309&VName=PQD>>.

Wäscher, Gerhard, Heike Haußner et Holger Schumann. 2007. «An improved typology of cutting and packing problems». *European Journal of Operational Research*. vol. 183, no 3, p. 1109-1130. En ligne.
<<http://www.sciencedirect.com/science/article/B6VCT-4K71680-2/2/7212c14d38f35c5feea168b6d3d7df5d>>.

Wikipedia. 2008. «Secteur de la grande distribution». En ligne.
<http://fr.wikipedia.org/wiki/Secteur_de_la_grande_distribution>. Consulté le 15 août 2008.