

MOMEN ELLEUCH

**COLLABORATION ENTRE LES ACTEURS POUR
ACCROÎTRE LE PROFIT DU RÉSEAU DE
CRÉATION DE VALEUR**

Mémoire présenté
à la Faculté des études supérieures et postdoctorales de l'Université Laval
dans le cadre du programme de maîtrise en génie mécanique
pour l'obtention du grade de Maître ès science (M.Sc.)

DÉPARTEMENT DE GÉNIE MÉCANIQUE
FACULTÉ DES SCIENCES ET DE GÉNIE
UNIVERSITÉ LAVAL
QUÉBEC

2013

Résumé

Dans un contexte marqué par une succession de crises financières, la collaboration interentreprises se montre essentielle pour la survie et le développement des organisations. En effet, la collaboration entre les acteurs devient un élément clé dans l'optimisation des réseaux de création de valeur, en offrant à ses membres une meilleure synchronisation des activités, ainsi qu'un partage plus efficace du savoir-faire et de l'information. Toutefois, la synchronisation des opérations de tous les membres reste un grand défi, puisque chaque membre ayant ses propres objectifs et contraintes, leurs intérêts peuvent alors être en conflit avec ceux des autres membres. Dans le cadre de ce mémoire, nous visons d'abord à montrer comment des mécanismes de coordination, tels que le VMI (*Vendor Managed Inventory*) et le CPFR (*Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment*), peuvent accroître le profit total du réseau, comparés à l'utilisation d'une approche plus traditionnelle, celle du réapprovisionnement régulier (RR). Ensuite, nous abordons le problème de partage des bénéfices de la collaboration entre les partenaires. La méthode de la valeur de Shapley, la méthode des coûts séparables et non séparables ainsi qu'une méthode inspirée des travaux de DeMartini *et al.* (1999), dans le contexte des enchères combinatoires, sont utilisées pour calculer la part de chaque partenaire du profit total du réseau. En particulier, nous étudions le cas de cinq scieries et d'une papetière situées dans la région de la Côte-Nord au Québec. Quatre de ces scieries sont des entités indépendantes, tandis que la cinquième appartient à la papetière. Pour ce contexte particulier, nous examinons comment les scieries peuvent travailler ensemble pour mieux répondre à la demande de la papetière, utiliser plus efficacement la fibre de bois et assurer une relation profitable pour tous les acteurs. Les résultats montrent qu'une augmentation du profit total du réseau est espérée par l'utilisation du VMI ou du CPFR. Toutefois, ce n'est pas toujours le cas des profits individuels calculés sur une base comptable. L'utilisation de méthodes adaptées à la répartition des bénéfices de la collaboration provoque une dynamique différente et intéressante quant à l'évolution des profits individuels post-collaboration.

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier sincèrement mes directeurs de recherche, les professeurs Nadia Lehoux et Luc LeBel, pour leur soutien inconditionnel et leur très grande disponibilité. Ils ont toujours su m'orienter, m'encourager et me pousser à aller de l'avant, ce qui a contribué à rendre la recherche grandement stimulante. Sans leur appui et leur dévouement, un tel travail n'aurait pu être effectué. Je les remercie donc d'avoir été des directeurs exemplaires.

Je tiens aussi à remercier le Conseil de Recherches en Sciences Naturelles et en Génie du Canada pour son support financier, ainsi que le Consortium de recherche FORAC pour sa collaboration. Je remercie particulièrement Monsieur Sébastien Lemieux, professionnel de recherche chez FORAC, pour l'aide précieuse qu'il m'a prodigué avec le logiciel LogiLab.

Je remercie enfin tous mes collègues du laboratoire CIRRELT de m'avoir prêté une oreille attentive chaque fois que cela était nécessaire.

À ma mère

À mon père

À mon frère

À ma sœur

À Fattoumti

Table des matières

Résumé.....	i
Remerciements.....	ii
Table des matières	iv
Liste des tableaux.....	v
Liste des figures	vi
Introduction.....	1
Chapitre 1 : Revue de littérature	6
1.1 Généralités	6
1.1.1 La collaboration dans les chaînes logistiques : définition	6
1.1.2 Les formes de collaboration.....	8
1.1.3 Avantages et risques de la collaboration.....	11
1.1.4 La mise en place de la collaboration.....	16
1.1.5 Les mécanismes de coordination	19
1.1.6 Partage de coûts/bénéfices	27
1.2 La collaboration interentreprises dans la chaîne de valeur forestière	33
1.3 Synthèse	38
Chapitre 2 : Étude de cas	41
2.1 Contexte de l'étude	41
2.2 Présentation du cas à l'étude.....	43
2.3 Méthodologie	47
2.1.1 Pourquoi la collaboration?.....	47
2.1.2 Comment collaborer?.....	49
2.1.3 Modélisation	53
2.1.4 Partage de profit.....	64
Chapitre 3 : Expérimentation et résultats.....	69
3.1 Données du problème	69
3.1.1 Les unités d'approvisionnement	70
3.1.2 Les unités de transformation.....	72
3.1.3 Les marchés	75
3.1.4 Les liens d'affaires entre les entités.....	76
3.1.5 Autres hypothèses	77
3.2 Résultats.....	78
3.2.1 Approches de coordination	78
3.2.2 Partage de bénéfices.....	85
Conclusion	90
Bibliographie	93

Liste des tableaux

Tableau 1.1 : Avantages de la collaboration interentreprises, PIPAME (2011).....	14
Tableau 1.2 : Possibilités quant au rôle joué par le détaillant et le producteur dans une relation CPFRR	27
Tableau 2.1: Critères cibles des copeaux.....	46
Tableau 2.2 : Règles de la gestion de la fraîcheur	61
Tableau 3.1 : Volume de récolte attribué par CAAF	70
Tableau 3.2 : Évolution du coût d'approvisionnement de 1998 à 2008 (\$/m ³), d'après Del Degan Massé (2010)	72
Tableau 3.3 : Estimation des coûts d'approvisionnement entre 2009 et 2012	72
Tableau 3.4 : Rendement de sciage des trois scieries opérantes.....	73
Tableau 3.5 : Différents coûts de transformation	74
Tableau 3.6 : Capacité de production des scieries	74
Tableau 3.7 : Profit généré par le réseau avec chacune des approches pour les cinq scénarios.....	78
Tableau 3.8 : Taux d'utilisation des capacités	78
Tableau 3.9 : Calcul du profit des différentes entités	79
Tableau 3.10 : Profits calculés sur la base des échanges commerciaux pour les scénarios 1 et 2.....	79
Tableau 3.11 : Profits calculés sur la base des échanges commerciaux pour les scénarios 3 et 4.....	79
Tableau 3.12 : Profits calculés sur la base des échanges commerciaux pour le scénario 5..	80
Tableau 3.13 : Répartition du profit total du réseau selon les différentes méthodes de partage.....	86
Tableau 3.14 : Résultats S4-RR.....	86
Tableau 3.15 : Résultats S4-VMI	87
Tableau 3.16 : Résultats S4-CPFRR	87
Tableau 3.17 : De S2-RR à S4-RR	87
Tableau 3.18 : De S4-RR à S4-VMI.....	88
Tableau 3.19 : De S4-VMI à S4-CPFRR	88

Liste des figures

Figure 1.1: Formes de collaboration, d'après Frayret (2003).....	8
Figure 1.2 : Types de relations dans une chaîne logistique, d'après Muckstadt <i>et al.</i> (2001).....	9
Figure 1.3 : Différentes catégories d'une collaboration interentreprises, d'après Holweg <i>et al.</i> (2005).....	10
Figure 1.4: Le modèle «réservoir d'eau» utilisé par Holweg <i>et al.</i> (2005)	11
Figure 1.5 : Étapes de la mise en place de la collaboration, d'après Lehoux <i>et al.</i> (2011) ...	17
Figure 1.6 : Chaîne de création de valeur de l'industrie forestière, d'après D'amours <i>et al.</i> (2008).....	34
Figure 2.2 :Shématisation du cas d'étude.....	45
Figure 2.3 : Cadre conceptuel de l'analyse de la collaboration à deux niveaux.....	51
Figure 2.4 : Réapprovisionnement régulier	52
Figure 2.5 : Approche de collaboration CPFR	52
Figure 2.6 : Approche de collaboration VMI	53
Figure 2.7 : Interface graphique pour la modélisation des réseaux logistiques sous LogiLab	54
Figure 2.8 : Paramétrage des processus sous LogiLab	56
Figure 2.9 : Paramétrage de la dégradation de la fraîcheur sous LogiLab	62
Figure 2.10 : Règle de gestion d'inventaire VMI.....	62
Figure 2.11 : Règle de gestion RR.....	63
Figure 3.1 : Génération aléatoire des plans d'approvisionnement	71
Figure 3.2 : Génération aléatoire de la demande	76
Figure 3.3 : Profit généré par chaque unité d'affaires avec chacune des approches pour le scénario 1	80
Figure 3.4 : Inventaire papetière avec l'approche RR-scénario 1	83
Figure 3.5 : Inventaire papetière avec l'approche VMI-scénario 1	84

Introduction

« Si tu as une pomme, que j'ai une pomme, et que l'on échange nos pommes, nous aurons chacun une pomme. Mais si tu as une idée, que j'ai une idée et que l'on échange nos idées, nous aurons chacun deux idées. » - George Bernard Shaw

Dans un contexte économique mondial, marqué par des niveaux élevés d'incertitude et de perturbation, la collaboration interentreprises se montre essentielle pour la survie et le développement des organisations. En effet, la collaboration entre les acteurs devient un élément clé dans l'optimisation des chaînes de création de valeur et la réalisation d'économies de réseaux.

La recherche sur la collaboration interentreprises a connu un net regain d'intérêt depuis les années 90. Au cours de la dernière décennie, elle a capturé beaucoup d'attention auprès des professionnels, des universitaires et des consultants. Certains considèrent que sa réémergence est redevable aux travaux de Porter (1990, 2003) avec la théorie des *clusters*. Porter s'est inspiré de la théorie des avantages comparatifs pour proposer la notion de pôles de compétence (*competitive clusters*) qui rassemblent, sur une même zone géographique et dans une branche d'activité spécifique, une masse critique de ressources et de compétences procurant à cette zone une position clé dans la compétition économique mondiale.

La collaboration interentreprises peut prendre différentes formes et niveaux. Pour les chaînes d'approvisionnement, on parle de collaboration lorsque deux ou plusieurs entreprises autonomes travaillent conjointement afin de planifier et exécuter des opérations logistiques dans le but d'en récolter des gains qui ne peuvent être atteints de façon isolée (Stadtler, 2009). En effet, il est largement admis que la création d'une collaboration permet d'améliorer la réactivité, le service à la clientèle, la gestion des stocks, ainsi qu'une utilisation efficace des ressources (Zhao et Yuan, 2010). Des entreprises comme Hewlett-Packard, IBM, Dell, Procter & Gamble ne sont que quelques exemples parmi plusieurs qui ont travaillé étroitement avec leurs partenaires et qui ont réussi à bénéficier de la collaboration (Simatupang et Sridharan, 2005). Une étude statistique réalisée avec des entreprises manufacturières américaines a montré que la collaboration logistique influence positivement la performance des entreprises (Cao et Zhang, 2011).

Dans le cadre de nos recherches, nous étudions la collaboration interentreprises dans le cadre de la chaîne d'approvisionnement forestière québécoise : une approche peu courante dans les produits de commodité où il n'y a généralement peu de lien direct entre les fournisseurs et les clients.

Les observateurs de l'industrie forestière québécoise conviennent unanimement que ce secteur d'activités fait face à un défi de compétitivité, notamment en raison de la structure de ses coûts de production et de la valeur de son panier de produits. La situation de l'industrie est par ailleurs devenue difficile dans plusieurs marchés, dont le secteur des pâtes et papiers. Les entreprises font aussi face à un endettement élevé, alors que les taux de rendement sur le capital des dix dernières années se sont avérés faibles, lorsqu'ils ne furent pas négatifs. De manière générale, le modèle d'affaires reposant sur une gestion et une exploitation individualiste de l'approvisionnement et de l'aménagement forestier des terres publiques et privées a entraîné des hausses de coûts de production et d'approvisionnement, de même que de l'inefficacité sur toute la chaîne de création de valeur. Les coûts ainsi engendrés, en regard de la valeur sur les marchés des biens qu'ils produisent, ne permettent plus aux entreprises forestières d'être suffisamment concurrentielles.

Dans ce contexte, l'industrie forestière de la région de la Côte-Nord au Québec a connu au fil du temps son lot d'échecs, dont plusieurs fermetures d'usines et de nombreuses tentatives de redémarrage d'activités avortées. La topographie du territoire nord-côtier rend de plus les opérations forestières particulièrement difficiles et coûteuses (accès éloigné de la ressource, arbres de faibles dimensions, hétérogénéité des peuplements forestiers,...). Le risque de fermeture de la seule papetière de la région, avec toutes ses implications, a créé un contexte favorable à revoir en profondeur le modèle d'affaires actuel et à développer une approche collaborative entre les parties prenantes. En effet, cette usine de papier consomme la majorité des copeaux (plaquettes) de bois produits par les scieries de la région. Par conséquent, sans la présence de ce joueur majeur, l'avenir de l'industrie du sciage sur la Côte-Nord est menacé.

Notre cas d'étude s'inscrit donc dans un tel contexte et englobe quatre scieries indépendantes, de même qu'un complexe intégré (une scierie et une usine de papier appartenant à la même compagnie). Parmi les quatre scieries indépendantes, trois ont été

amenées au cours des dernières années à opérer de manière intermittente, faute de rentabilité financière. Par conséquent, la scierie intégrée à la papetière est souvent obligée de transformer des billes de dimension sciage en copeaux, afin de satisfaire la demande de la papetière en termes de volume et de qualité. Pour les autres scieries, la production de copeaux n'est prioritaire que lorsque le marché du bois d'œuvre est peu rentable.

Dans le cadre du présent travail, nous étudions donc la mise en œuvre de la collaboration pour ce contexte particulier. Plus précisément, nous travaillons sur l'identification et le développement de mécanismes de coordination qui permettront aux cinq scieries de la Côte-Nord de non seulement mieux répondre à la demande de la papetière et des autres clients, mais également de bien utiliser la fibre de bois, tout en assurant une relation profitable pour tous les joueurs. Cette recherche nous permettra ainsi d'explorer comment la collaboration interorganisationnelle peut être mise de l'avant pour soutenir des entreprises ayant des objectifs divergents, tout en proposant des façons de faire pour soutenir une industrie qui se veut un employeur majeur d'une région du Québec. Nos objectifs sont multiples. D'abord, nous cherchons à mieux comprendre toute la dynamique des relations interentreprises et comment la collaboration affecte la rentabilité économique de chaque acteur. Nous voulons également vérifier si une approche collaborative particulière génère davantage de profit qu'une autre selon le contexte. Un autre objectif est de montrer qu'une standardisation des pratiques des acteurs pour une meilleure gestion de la qualité de la fibre de bois combinée à un partage équitable des bénéfices associés peut assurer une relation profitable pour tous les acteurs. Enfin, nous proposons la collaboration interentreprises comme une piste de solution face à la crise que connaît le secteur forestier au Québec.

Pour ce faire, nous comparons l'approche d'approvisionnement RR (*Regular Replenishment*) à deux approches collaboratives potentielles, soit le VMI (*Vendor Managed Inventory*) et le CPFR (*Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment*). Ces trois approches ont ainsi été testées pour six scénarios envisageables. Ces scénarios traitent la possibilité de standardiser les pratiques des scieries pour la gestion de la fibre de bois, ainsi que la composition des joueurs dans le réseau. Chaque combinaison approche-scénario a été modélisée et exécutée sur LogiLab : une plateforme de simulation développée par le

consortium de recherche FORAC. Nous avons ainsi modélisé les processus et les contraintes affectées par la mise en place de chacune de ces façons de faire, en nous appuyant sur la modélisation par programmation linéaire. Nous avons ensuite procédé à des expérimentations afin d'identifier l'approche la plus profitable pour le système et pour chaque partenaire, basées sur des données réelles provenant du cas pratique. Nous avons également exploré des mécanismes de partage de bénéfices, tel que la valeur de Shapley, la méthode des coûts séparables et non séparables, ainsi qu'une autre méthode que nous avons développée sur la base des travaux de DeMartini *et al.* (1999), pour garantir une répartition équitable des bénéfices de la collaboration.

Les expérimentations nous ont permis de constater que c'est la méthode CPFR qui génère le profit du système le plus élevé, grâce à une optimisation efficace des coûts de stockage. Le VMI s'avère également un bon moyen pour mieux optimiser les livraisons de copeaux. Le RR conduit à un profit plus faible du système. Après avoir effectué une comparaison entre chaque approche d'après le profit global, c'est-à-dire le profit du réseau global, nous avons poursuivi notre analyse en comparant les profits individuels des partenaires. Plus précisément, nous avons confronté les approches deux à deux. Les résultats montrent que le CPFR est nécessairement la meilleure approche côté papetière. Par contre, ce résultat n'est pas toujours valide du côté des scieries. En effet, pour certains scénarios, le RR ou le VMI peut générer un meilleur profit pour une ou l'ensemble des scieries. Face à un tel constat, nous avons voulu comparer le profit de la papetière sur la base comptable à sa part du profit du système selon les méthodes de partage identifiées. Nous avons pu constater que la papetière, étant le plus grand joueur du réseau, s'empare d'un profit supérieur à celui mérité par sa contribution économique. Nous avons donc montré comment avec un partage équitable des bénéfices, on peut rendre le CPFR profitable pour tous les acteurs.

Nos recherches contribuent donc à bien illustrer des approches de collaboration possibles entre plusieurs fournisseurs et un client majeur. En modélisant trois approches potentielles tout en prenant en compte leur impact sur les décisions de planification de chaque acteur, nous avons ainsi proposé une méthodologie innovatrice qui reflète davantage la réalité des entreprises. Le recours à des méthodes de partage de bénéfices nous a permis d'expliquer mathématiquement des aberrations constatées dans la réalité. Nous avons aussi montré

comment l'utilisation de ses méthodes permet de rétablir une relation profitable pour tous les joueurs. Nous sommes toutefois conscients que toutes ces façons de faire ne sont pas toujours faciles à mettre sur pied et c'est pourquoi nous avons particulièrement insisté sur les étapes clés d'implantation, de même que sur les barrières associées à chaque type de relation interentreprises. Nos travaux se veulent donc un premier pas vers une meilleure compréhension de la collaboration et des mécanismes disponibles pour favoriser la synchronisation des activités dans l'industrie forestière. Les perspectives de recherche sur ce sujet s'avèrent toutefois très abondantes et encore beaucoup de travaux pourront être réalisés afin de bien approfondir toute la notion de relations interentreprises.

Ce mémoire est divisé de la façon suivante : dans un premier temps, une revue de littérature portant sur la collaboration entre les organisations est proposée. Différents articles faisant ressortir l'importance de la collaboration, ainsi que les mécanismes pour sa mise en pratique, sont ainsi détaillés. Dans un deuxième temps, l'étude de cas est décrite et la méthodologie de résolution, ainsi que l'outil utilisé, sont présentés. Par la suite, les données utilisées sont exposées, accompagnées des résultats analysés. Une conclusion vient clore le *mémoire*.

Chapitre 1 : Revue de littérature

Cette revue de la littérature a pour objectif de faire un état des lieux des connaissances sur la collaboration interentreprises de façon à mieux positionner le contexte de l'étude. Nous commençons par décrire la collaboration interentreprises dans un cadre général. La méthodologie de son déploiement, les mécanismes de sa mise en œuvre, ainsi que le partage de ses bénéfices, sont ensuite étudiés. Nous nous intéressons par la suite aux recherches du secteur forestier sur cette thématique. Il est ainsi possible de constater qu'encore peu de travaux ont traité la collaboration interentreprises pour cette industrie. Enfin, nous proposons une synthèse des différentes lectures scientifiques qui résume les étapes à suivre afin de bien mener une collaboration interentreprises.

1.1 Généralités

À la fin du XIXe siècle et au début du XXe siècle, les entreprises ont travaillé à optimiser leur productivité en étudiant les temps de travail, ainsi que l'organisation et la spécialisation des ouvriers. Des concepts comme le taylorisme et le fordisme ont été développés à l'issue de ces études. À la fin du XXe siècle, les compagnies se sont tournées vers la simplification et l'intégration des flux de l'usine, en développant des principes tels que le juste-à-temps et le toyotisme (Simatupang *et al.*, 2004). Dans un contexte économique changeant, face à une compétition mondiale acharnée et cherchant à satisfaire des clients de plus en plus exigeants, les entreprises ont compris récemment la nécessité de tendre vers des opportunités d'amélioration à l'extérieur de leurs propres organisations (Cao *et al.*, 2010). Selon certains, la collaboration optimisée par la technologie se voudra la prochaine révolution en matière de productivité et d'innovation (Cisco Systems inc., 2008).

1.1.1 La collaboration dans les chaînes logistiques : définition

La chaîne logistique peut être considérée comme un réseau d'entreprises qui participent aux différents processus et activités qui créent de la valeur sous forme de produits et de services pour le consommateur final. En d'autres termes, une chaîne logistique est composée de plusieurs entreprises, en amont (fourniture de matières et composants) et en aval (distribution), ainsi que du client final (Christopher, 1992).

La gestion de cette chaîne logistique concerne donc l'intégration des activités avec l'objectif d'atteindre un avantage compétitif viable. Elle comprend ainsi une large gamme de problématiques stratégiques, financières et opérationnelles (Geunes et Chang, 2001). Pour réaliser cette intégration, un des moyens clés consiste à synchroniser les activités de ses membres et aligner leurs plans d'opérations (Stadtler, 2009). C'est donc pour cette raison que le concept de gestion de la chaîne logistique a évolué pour s'attarder aux relations entre les acteurs de la chaîne et aux façons de mettre en œuvre des partenariats qui pourraient permettre l'atteinte de l'intégration (Roy *et al.*, 2006). Il s'agit donc, pour les intervenants d'une même chaîne, de définir les conditions permettant de maintenir un différentiel maximal entre la valeur d'une offre générée par plusieurs acteurs qui interagissent et les coûts engagés pour la générer. Ainsi, Bechtel et Jayaram (1997) font de la gestion de la chaîne logistique surtout un exercice de déploiement de partenariats, d'alliances stratégiques ou d'autres formules de collaboration entre ses maillons. Bien que ces termes soient souvent employés indistinctement, ils n'ont pas tous la même portée.

Le terme collaboration a commencé à être popularisé dans le domaine de la chaîne logistique au milieu des années 1990 (Barratt, 2004). Bowersox *et al.* (2003) rapportent que l'essence de la collaboration dans les chaînes logistiques se trouve dans le partage de l'information, l'élaboration conjointe des plans stratégiques, ainsi que la synchronisation des opérations. Pour Min *et al.* (2005), on peut parler de collaboration quand deux ou plusieurs organisations partagent, grâce à un échange d'informations, la responsabilité de la planification, de la gestion et de l'exécution ou de l'évaluation d'une activité. La collaboration est définie par le fait que plusieurs acteurs au sein d'une chaîne logistique coordonnent leurs flux physiques et informationnels, afin d'optimiser les processus de l'ensemble de la chaîne, du fournisseur le plus en amont au client le plus en aval. Cette coordination des flux implique un échange d'information, un engagement à long terme de la part des partenaires et une prise de décision partagée qui définit la nature des relations interorganisationnelles au sein d'une chaîne logistique. Ces relations peuvent être mesurées selon deux dimensions : l'une quantitative qui fait référence à la fréquence des échanges entre les partenaires, l'autre qualitative qui porte sur la nature des informations échangées, les activités logistiques supportées par ces échanges, les outils supports de ces échanges et le sens de l'échange entre les parties concernées (Lancini, 2007). Il semble que plus

l'information partagée est complexe et confidentielle, plus la relation collaborative entre deux partenaires d'une chaîne logistique pourrait être qualifiée d'intense.

1.1.2 Les formes de collaboration

Il existe de nombreuses formes de collaboration pouvant être utilisées par les entreprises souhaitant collaborer avec leurs clients et fournisseurs pour faire progresser leur activité et obtenir un avantage concurrentiel substantiel. Différents critères ont été utilisés dans la littérature afin de classifier les collaborations logistiques.

Frayret (2003), par exemple affirme que la collaboration entre deux organisations peut exister sous différentes formes en fonction du niveau d'intensité établi entre les acteurs. Une première forme de collaboration ne fait appel qu'à l'automatisation de l'échange d'information, par exemple Wal-Mart, en rendant accessible une masse d'information sur les ventes de ses fournisseurs dans ses différents points de vente cherchant ainsi à simplifier leur travail afin qu'ils puissent rencontrer plus facilement ses exigences. Une seconde forme de collaboration repose sur une gestion des stocks par le fournisseur, les systèmes de consignment en sont un exemple. Une troisième forme fait appel à la synchronisation de la production des fournisseurs avec celle du manufacturier : le système juste-à-temps est une application de ce niveau. Enfin, une quatrième forme de collaboration vise une conception conjointe des produits.

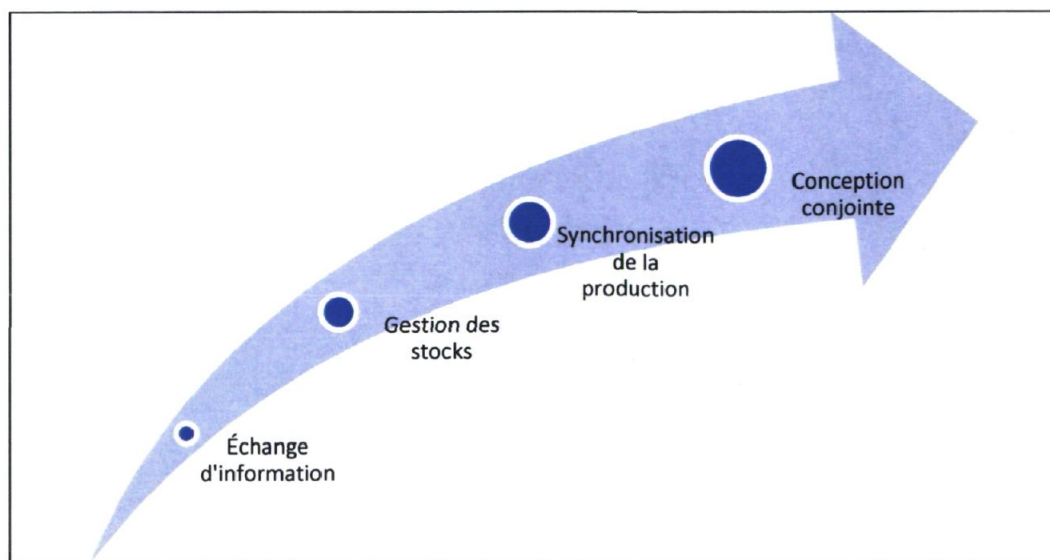


Figure 1.1: Formes de collaboration, d'après Frayret (2003)

Muckstadt *et al.* (2001) proposent quatre types de relations interentreprises dans une chaîne logistique, selon le niveau d'intégration des systèmes décisionnels et informationnels des partenaires, ainsi que le niveau d'intégration des processus d'affaires. La figure 1.2 résume ces différents types.

		N/A		Type 1 Collaborateurs <ul style="list-style-type: none"> • Identique au type 2, sauf qu'on est régulièrement impliqué dans les décisions stratégiques, tactiques et opérationnelles des partenaires. 	Haut	Niveau d'intégration des systèmes décisionnels
Niveau d'intégration des systèmes d'information	Haut	Type 3 Coordinateurs <ul style="list-style-type: none"> • Dans les cas extrêmes, on voit leur demande, on connaît leurs niveaux de stocks actuels, mais ils sont totalement indépendants. 	Type 2 Coopérateurs <ul style="list-style-type: none"> • Identique au type 3, sauf qu'il y a une évaluation périodique des prochains changements en vertu des processus d'affaires intégrés. 	Bas		
	Bas	Type 4 Communicateurs <ul style="list-style-type: none"> • Ils placent leurs ordres et on essaye au mieux de prévoir leur besoin. • Certains clients majeurs peuvent être incapables de faire autrement. 	N/A			
		Bas			Haut	
		Niveau d'intégration des processus d'affaires				

Figure 1.2 : Types de relations dans une chaîne logistique, d'après Muckstadt *et al.* (2001)

Selon les auteurs, on ne parle de collaboration que lorsque les plans stratégiques et tactiques sont créés et exécutés en concertation avec les partenaires afin d'atteindre l'efficacité maximale du système.

Holweg *et al.* (2005) identifient quatre catégories possibles pour une collaboration interentreprises. Ces catégories dépendent du niveau de collaboration dans la gestion de l'inventaire et dans la planification comme le montre la figure 1.3.

Planification collaborative	Oui	Catégorie 1 Échange d'information	Catégorie 3 Approvisionnement synchronisé
	Non	Catégorie 0 Chaîne logistique traditionnelle	Catégorie 2 Réapprovisionnement géré par le fournisseur
		Non	Oui
Gestion collaborative de l'inventaire			

Figure 1.3 : Différentes catégories d'une collaboration interentreprises, d'après Holweg *et al.* (2005)

Toutefois, les auteurs admettent que d'autres axes de collaboration existent, telles que la gestion des promotions et l'introduction de nouveaux produits, mais celles basées sur la gestion de l'approvisionnement sont les plus utilisées dans la pratique. Des analogies de type « réservoir d'eau » sont utilisées pour décrire chacune des catégories et analyser son comportement dynamique, ainsi que ses principales caractéristiques. Une relation client-fournisseur correspond à deux réservoirs en série, tel que les valves représentent les décisions de commande, le niveau d'eau représente l'inventaire et l'écoulement de l'eau représente la vente (Figure 1.4).

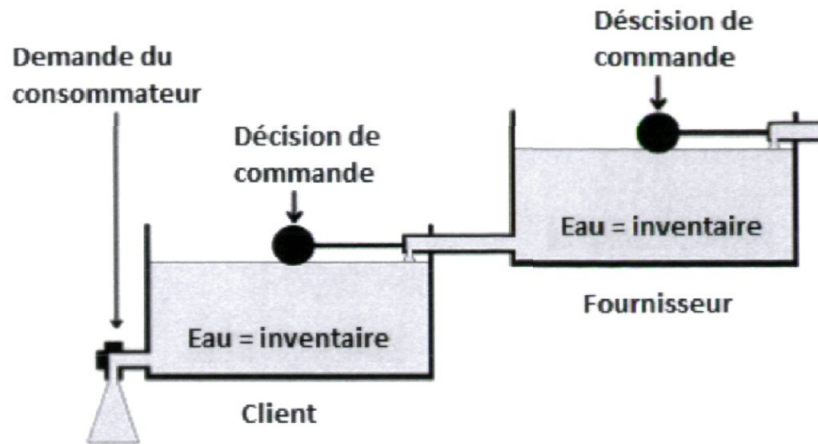


Figure 1.4: Le modèle «réservoir d'eau» utilisé par Holweg *et al.* (2005)

Un certain nombre de concepts et modèles logistiques se retrouvent autour de cette notion de logistique collaborative classifiables selon deux grands axes : collaboration verticale et collaboration horizontale. Lorsqu'elle est verticale, la collaboration concerne les membres d'une même chaîne de valeur (industriel et distributeur, par exemple). Ce genre de collaboration implique des relations directes entre les entreprises concernées dans un mode série : les entrées d'une entreprise sont les sorties d'une autre. Lorsqu'elle est horizontale, la collaboration concerne des entreprises qui peuvent fournir des biens ou services complémentaires, concurrentes ou non (plusieurs industriels entre eux) (Xue *et al.*, 2009). Des modèles aboutis peuvent croiser ces deux axes de collaboration.

Bien qu'intuitivement, il soit possible de saisir le sens positif du terme, il demeure que la notion de collaboration présente des risques comme des avantages pour les partenaires.

1.1.3 Avantages et risques de la collaboration

Partant du constat qu'en restant isolée, une entreprise ne peut se procurer aux meilleures conditions les fournitures nécessaires, ni être compétitive pour toutes les exigences de ses clients, elle peut choisir d'établir des accords centrés sur l'exploitation d'intérêts communs avec d'autres entreprises qui peuvent lui être complémentaires (Min *et al.*, 2005). Cette habileté de l'entreprise à s'organiser et à gérer ses opérations de manière flexible, en orchestrant en synergie ses réseaux d'affaires internes et externes, a été présentée par Poulin *et al.* (1994) sous le concept d'entreprise réseau. Ces alliances circonscrites à un

objet précis (coalitions) doivent préserver l'autonomie des partenaires, tout en renforçant leur compétitivité. L'entreprise cherche donc à redéfinir son réseau de création de valeur qui rassemble fournisseurs, clients et concurrents, afin de maintenir et même d'accroître sa performance. La création d'alliances ou de partenariats stratégiques avec une ou plusieurs entreprises est par ailleurs une solution souvent nécessaire pour faire face à la complexité des marchés ou des processus d'affaires. En effet, le choix de faire ensemble représente parfois l'unique solution pour certains contextes où, par exemple, les compétences sont rares et isolées (Lehoux *et al.*, 2008).

Par ailleurs, plusieurs avantages stratégiques poussant les entreprises à travailler plus étroitement avec leurs partenaires ont été identifiés. La réalisation d'économies d'échelle, l'agilité, l'acquisition de nouvelles compétences, le partage des frais associés à certaines activités et l'allègement de la structure interne sont parmi ses avantages (Lehoux *et al.*, 2008). Les entreprises s'engagent dans une collaboration pour développer, maintenir, et même renforcer les capacités de la chaîne logistique, ce qui contribue, en retour, à améliorer la performance de l'entreprise et à lui donner un avantage concurrentiel (Hardy *et al.*, 2003). Dans une relation client-fournisseur, la collaboration aide à limiter l'effet coup de fouet, également connu sous le terme de «*Bullwhip effect*», qui représente l'incertitude causée par un manque de communication entre les différents maillons de la chaîne d'approvisionnement (Lee *et al.*, 1997). La déformation de l'information empêche ainsi les compagnies de prévoir correctement la demande, ce qui entraîne des coûts importants pour les intervenants : augmentation du niveau de stock, baisse du niveau de service, augmentation des délais de livraison, etc.

Après avoir élaboré une taxonomie des différents réseaux de collaboration selon leurs structures organisationnelles, Camarinha-Matos *et al.* (2009) se sont interrogés sur la capacité de la collaboration à compenser pour les risques encourus. Les auteurs expliquent que les avantages qui poussent les entreprises à rejoindre une collaboration ne sont pas exactement ceux qui les incitent à y rester. Un meilleur positionnement stratégique, un accès plus facile aux prêts bancaires, un coût d'assurance moins cher ainsi, que la possibilité d'influencer le marché, ne sont que quelques exemples de ses avantages. Ramanathan *et al.* (2012) expliquent que la collaboration permet d'atteindre plusieurs buts,

notamment : de permettre aux entreprises de réaliser une tâche qui serait impossible pour des entités seules, de combiner des compétences complémentaires, et de faciliter l'application de plusieurs stratégies et méthodes de résolution de problèmes, de faciliter la prise en compte de plusieurs perspectives dans la résolution d'un problème. McCarthy et Jayathne (2012) analysent l'impact de la collaboration interentreprises dans une perspective de développement durable. En étudiant deux chaînes d'approvisionnement dans le secteur du textile, l'une collaborative et l'autre classique, ils expliquent comment les grandes entreprises font pression de manière croissante sur leurs fournisseurs et sous-traitants pour diminuer l'empreinte écologique de leurs produits, de sorte que la relation client-fournisseurs devient un levier potentiel du développement durable. Dans une étude récente (2011), publiée par le Pôle Interministériel de Prospective et d'Anticipation des Mutations Économiques français (PIPAME), les avantages présentés dans le tableau 1.1 ont été recensés suite à l'étude de neuf cas pratiques.

Toutefois, même si l'entreprise peut trouver des avantages en collaborant avec ses partenaires, elle doit s'interroger sur les risques liés à la mise en place de cette collaboration (Lehoux *et al.*, 2008). Dans leur étude sur la collaboration interentreprises et son impact sur la performance de l'entreprise, Zhao et Yuan (2010) expliquent que les relations de coopération se caractérisent par leur instabilité. En effet, les entreprises impliquées dans une alliance poursuivent des objectifs communs et/ou complémentaires, mais aussi, simultanément, leurs propres objectifs (Ramanathan *et al.*, 2011). Il faut aussi s'interroger sur les coûts impliqués. En effet, au-delà des investissements nécessaires en matière d'applications et d'infrastructures technologiques, mettre en place une collaboration interentreprises engendre également un coût lié au développement de la relation et à la gestion de celle-ci (Lehoux *et al.*, 2008). Plus il y a d'incertitude quant à l'information échangée et à la manifestation d'un comportement opportuniste de la part des partenaires, plus ces coûts prennent de l'ampleur. Par ailleurs, les rapports de force et la méfiance entre les acteurs, de même que la poursuite de comportements individualistes ont saboté beaucoup d'initiatives sectorielles de gestion de la chaîne logistique (Mentzer *et al.*, 2000, Ageron et Lavastre, 2008). Plusieurs auteurs soulignent l'importance de la confiance, d'un besoin d'encadrement ou du subtil équilibre confiance/contrôle dans la mise en œuvre de

démarches collaboratives au sein des chaînes logistiques (Paché, 2004; Fenneteau et Naro, 2005).

Tableau 1.1 : Avantages de la collaboration interentreprises, PIPAME (2011)

Environnement	Réduction des émissions de CO2 par l'adaptation des modes de transport et la capacité d'accéder à l'intermodal.
	Optimisation de l'utilisation des ressources (mutualisation transport et entrepôt)
Meilleure visibilité	Échange d'informations (prévisions, tendance, promotions)
	Diminution des stocks de sécurité
	Meilleure traçabilité
	Réduction des délais
Diminution des coûts	Réduction du stock
	Accès à des moyens logistiques et informatiques performants
	Partage des investissements
	Standardisation des processus
	Partage et optimisation des moyens de transport et logistique
	Économies d'échelle sur achats groupés
Montée en compétences	Partage de connaissances, savoir-faire et meilleures pratiques
	Accès à l'information
	Veille technologique commune
Relai de croissance	Obtention d'une taille critique
	Accès à de nouveaux marchés
	Augmentation du volume d'activité
Fidélisation des clients	Reconduction et pérennisation de contrats
	Augmentation du niveau de service
	Réduction du nombre d'interlocuteurs
	Amélioration de l'image
	Diversification de l'offre commerciale

Fawcett *et al.* (2012) précisent que dans un contexte inter-organisationnel de gestion de la chaîne logistique, il est important de souligner le rôle central que va jouer la dimension

temporelle dans l'instauration d'un climat de confiance entre partenaires souvent distants au plan géographique, organisationnel et culturel. Un autre frein fréquemment identifié par des recherches traitant la collaboration interentreprises concerne l'absence de cadre commun de références (Ko *et al.*, 2005). En effet, deux ou plusieurs entreprises souhaitant s'engager dans un processus collaboratif peuvent connaître des difficultés relatives aux différences de langage, de pratiques, mais aussi de normes ou de valeurs (Fabbe-Costes et Lancini, 2009). Il existe également tout un aspect concernant les risques liés aux collaborations interentreprises. Même si la collaboration diminue l'incertitude sur l'information, des risques quant à sa confidentialité demeurent (Quélin, 2002). Une étude stratégique doit donc précéder toute initiative de collaboration.

La même étude du PIPAME révèle les risques suivants :

- Risque de solvabilité des acteurs;
- Risque sur la qualité de la prestation;
- Risque d'interdépendance;
- Risque de mauvaise performance;
- Déstabilisation de l'organisation actuelle;
- Complexité accrue des échanges d'informations;
- Risque social;
- Objectifs et attentes de chacun mal définis;
- Manque de confiance entre partenaires;
- Trahison de la confidentialité;
- Risque de rupture de l'équité;
- Non-respect des règles de fonctionnement établies;
- Perte de contrôle de sa chaîne logistique;
- Perte d'identité et d'image de l'entreprise;
- Montant du ticket d'entrée (investissements nécessaires);
- Manque de disponibilité des ressources;
- Manque d'expertise;
- Repli sur ses propres intérêts à défaut de celui de ses partenaires;
- Non-respect du planning de montée en charge ou montée en charge imposée par un tiers.

Fait intéressant, il existe des risques qui sont liés au développement d'une relation de collaboration et d'autres en rapport avec le maintien de cette relation. Cela indique qu'un ensemble de compétences est probablement nécessaire pour instituer la collaboration, suivi par un effort pour garder la relation à la hauteur des attentes des partenaires.

En effet, même si la collaboration et ses bénéfices suscitent l'intérêt des entreprises, seulement quelques-unes d'entre elles parviennent à établir ce type de relations de manière durable et à générer de la valeur partagée par les partenaires (Holweg *et al.*, 2005). Si le lien entre collaboration et création de valeur pour les partenaires semble évident pour les chercheurs, la réalité du terrain montre néanmoins que les entreprises ont bien des difficultés à mettre en place une relation de collaboration durable et fructueuse.

1.1.4 La mise en place de la collaboration

La collaboration entre entreprises est rarement un résultat spontané. Une fois que l'entreprise a identifié la collaboration comme la réponse à ses besoins, elle doit alors veiller à adopter une approche de mise en œuvre structurée de manière à choisir le bon partenaire, bien gérer la collaboration et permettre un retour sur investissement.

Un processus de mise en place d'une collaboration interentreprises passe nécessairement par la planification, l'implémentation et l'évaluation. Gonzalez (2001) a proposé cinq étapes pour la mise en place d'une collaboration réussie. Une première étape consiste à bien définir la stratégie de collaboration. En effet, lorsqu'on ne suit pas sa propre stratégie dans une relation de collaboration, on suit nécessairement la stratégie de quelqu'un d'autre. La deuxième étape concerne la sélection des partenaires. L'entreprise doit alors choisir un partenaire selon la stratégie qu'elle a définie lors de la première étape. Pour que la collaboration fonctionne, il est impératif que l'entreprise et son partenaire soient stratégiquement alignés et qu'ils s'appuient sur des cultures organisationnelles similaires. La troisième étape a trait à structurer la relation de collaboration. C'est durant cette étape que le partenariat est financièrement et juridiquement structuré et négocié. La quatrième étape consiste à bien gérer la collaboration. Pour s'assurer que les organisations soient continuellement alignées, l'auteur suggère la tenue périodique de sessions stratégiques pour discuter de la collaboration, régler d'éventuels conflits et développer continuellement des

incitatifs appropriés. La dernière étape réfère à l'évaluation de la collaboration. Pour l'auteur, la mesure des retombées de la collaboration est critique. Naturellement, l'évaluation des retombées créera une rétroaction dans le modèle, amenant les partenaires à poursuivre leur démarche, à l'intensifier ou à l'abandonner. Lehoux *et al.* (2011) présentent le processus de mise en place de la collaboration comme un cercle vertueux. En effet, une relation de collaboration n'est pas une disposition statique comme peut l'être une relation contractuelle dans laquelle l'engagement des entreprises l'une envers l'autre est limité au respect des clauses contractuelles. Dans sa mise en œuvre la plus aboutie, une collaboration est un engagement réciproque nécessitant de progresser ensemble. La figure 5 résume les étapes proposées.

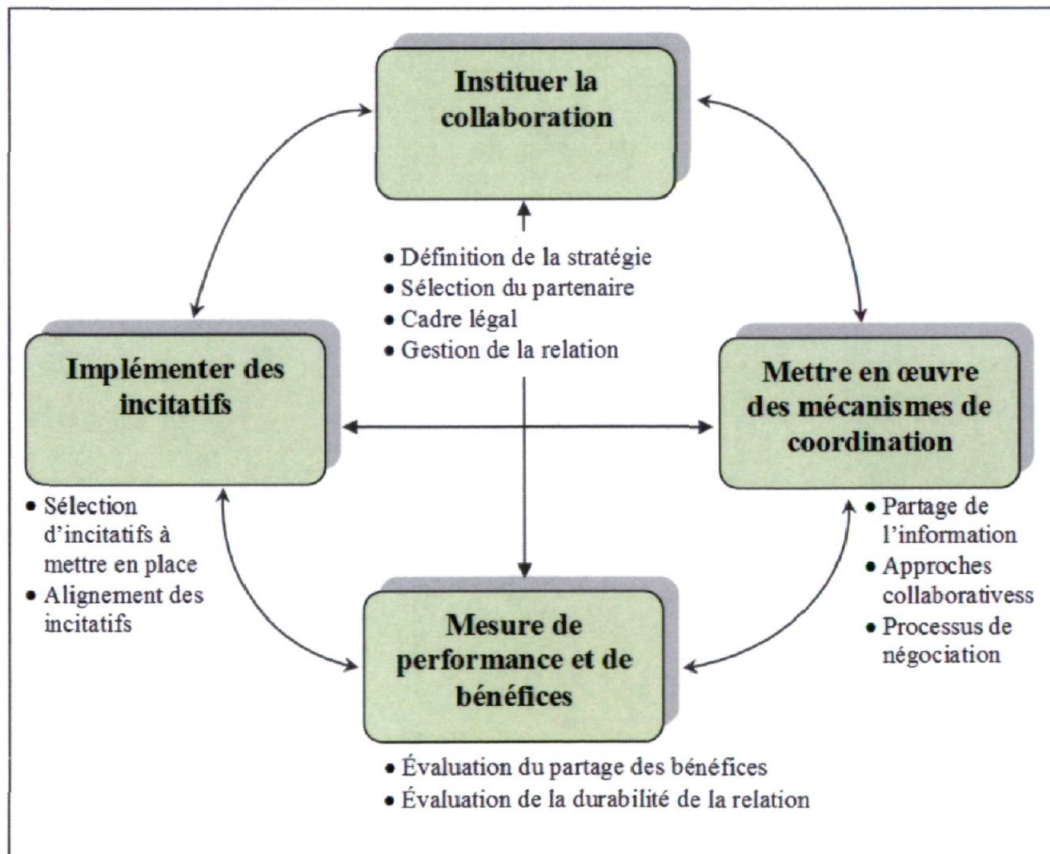


Figure 1.5 : Étapes de la mise en place de la collaboration, d'après Lehoux *et al.* (2011)

D'autres articles ont également traité des préalables nécessaires pour mener à bien des projets de collaboration. Nyaga *et al.* (2010) rappellent que la phase initiale est capitale, car elle conditionne le succès de la collaboration. Sa mise en place est souvent longue (plusieurs mois) et progressive. Selon les auteurs, cette phase initiale comporte la définition des objectifs, le choix des partenaires, la négociation d'un accord, l'initialisation de la collaboration et enfin, le lancement de la collaboration après avoir fait le bilan des autres étapes.

Fawcett *et al.* (2008) proposent un processus de mise en place de la collaboration sur trois étapes. La première étape consiste à créer un engagement solide, ainsi qu'une bonne compréhension de la collaboration interentreprises. L'engagement à la collaboration doit impliquer la haute direction, s'étendre à travers les fonctions et être visible. La compréhension du besoin de la collaboration nécessite de dresser la liste des forces et des faiblesses de la gestion logistique dans l'entreprise, d'identifier où l'organisation est figée dans des comportements contre-productifs et de développer une feuille de route des activités nécessaires pour transformer la culture de l'entreprise. La deuxième étape consiste à identifier et à éliminer les forces résistantes à collaboration par la mise en œuvre de projets et pratiques qui supportent le processus de transformation. La dernière étape a trait à la gestion de la collaboration et son amélioration continue par la mise en place des incitatifs appropriés. Liu *et al.* (2006) rappellent que le profil des partenaires retenus doit répondre aux objectifs de la collaboration en termes de compétences, de moyens disponibles, de taille, de culture d'entreprise, etc. L'établissement de liens personnels entre les responsables est indispensable : une relation de collaboration approfondie ne peut pas être déléguée à un tiers. Simatupang et Sridharan (2008) définissent le design de la collaboration comme la description de cinq composantes essentielles, soit le système de performance collaborative, le partage d'information, la synchronisation des décisions, l'alignement des incitatifs et l'innovation des processus logistiques. Les auteurs donnent la description de chacune de ses composantes, ainsi que ses interactions avec les autres.

Holweg *et al.* (2005) soutiennent que la définition des objectifs de la collaboration structure les principes de gestion de la relation (gouvernance) qui devront être mis en place. Une bonne réflexion et beaucoup d'échanges permettent de choisir adéquatement les partenaires

et de vérifier la capacité des entreprises à travailler ensemble et à atteindre les objectifs fixés. L'accord précise le niveau des obligations de chacun des partenaires, comment le respect de ces obligations est vérifié (définition des indicateurs et des moyens utilisés pour les mesurer), les mesures prises en cas de non-respect des engagements, et les modalités de répartition des gains obtenus. Audy *et al.* (2010) insistent sur le fait que les partenaires devraient s'entendre sur un ensemble d'objectifs communs, puis agir de manière à ce que ces objectifs soient atteints. Les auteurs expliquent comment le niveau de collaboration (stratégique, tactique ou opérationnel) influence le degré d'interaction entre les partenaires. Ils proposent ainsi cinq mécanismes génériques pour la mise en œuvre d'une collaboration interentreprises en catégorisant les approches collaboratives discutées dans la littérature.

1.1.5 Les mécanismes de coordination

Si le respect des règles organisationnelles communes et la confiance entre les entreprises partenaires sont deux points essentiels, l'implantation de mécanismes de coordination adaptés permettra de rendre opérationnelle la collaboration au quotidien. Néanmoins, la nature distribuée du problème de coordination logistique fait que sa mise en place s'avère une tâche complexe. Frayret (2009) explique que la répartition asymétrique de l'information, ainsi que la nature décentralisée de la prise de décisions au sein des chaînes de création de valeur, rendent difficile toute démarche de coordination. Il explore ainsi les contributions pouvant guider dans la résolution de ce problème, dans les domaines de la gestion des opérations logistiques, de la recherche opérationnelle et des systèmes multi-agents.

Partage de l'information

Le partage de l'information est une composante structurante de la collaboration interentreprises (Simatupang et Sridharan, 2008). En effet, elle sert de colle qui intègre les autres éléments de la collaboration dans un ensemble. Le partage de l'information fait référence à l'accès à des données privées de tous les partenaires, permettant le suivi de l'avancement des produits lors de leur passage au sein de la chaîne de création de valeur (Simatupang et Sridharan, 2002). Cette activité couvre l'acquisition, le traitement, le stockage et la diffusion des données sur la demande, l'état des stocks partout dans le réseau,

l'état des commandes, ainsi que les indicateurs de la performance appropriés. Un flot continu et de qualité de ces données favorise une prise de décisions avantageuse pour tous les partenaires (Chow *et al.*, 2007).

La valeur du partage de l'information a été étudiée par Chen (2003). L'auteur présente d'abord les articles qui ont contribué à la compréhension de la valeur du partage de l'information en bout de chaîne. À titre d'exemple, l'auteur démontre que l'information sur les ventes, obtenue sous la forme de sorties de caisses chez les distributeurs, permet de connaître précisément l'état du marché, ainsi que les attentes et les comportements des consommateurs. Cette information est éminemment stratégique, car elle permet d'élaborer des prévisions, tant au niveau du distributeur qu'au niveau du producteur. L'auteur étudie ensuite le partage de l'information en début de chaîne, c'est-à-dire les délais d'exécution des commandes, ainsi que la capacité disponible. Il remarque que plus les délais sont longs et la capacité du système limitée, plus la valeur de l'information est significative. Enfin, l'auteur examine les incitatifs qui poussent au partage de l'information. Il explique que lorsque l'entreprise possède une information stratégique, elle peut la cacher pour gagner un avantage concurrentiel comme elle peut la révéler pour chercher un avantage collaboratif. D'ailleurs, on montre que les données stratégiques sont difficilement partagées entre distributeur et producteur (Ervard Samuel, 2008). Chacun détient une part d'information sur la demande, mais ne souhaite pas, souvent pour des raisons de confidentialité, la partager avec son partenaire.

L'avancée technologique rapide dans le domaine des technologies de l'information a permis de faire un grand pas vers le partage de l'information pour appuyer la collaboration. Depuis l'avènement des technologies de l'information et des communications (TIC), les possibilités offertes aux entreprises pour échanger et collaborer ont explosé (Pereira, 2009). Les TIC ne sont désormais plus seulement un support aux processus d'affaires en place, mais bien un ensemble d'outils permettant de repenser la façon dont les affaires sont réalisées aujourd'hui. L'utilisation par les entreprises de ces nouvelles technologies dans un but conscient de collaborer est appelée la e-collaboration (Cisco Systems inc., 2008). En réponse à l'accroissement de la compétition et aux opportunités des nouvelles technologies de l'information et de la communication, les entreprises sont forcées de repenser en

profondeur la façon dont elles gèrent leurs opérations et la façon dont elles font des affaires ensemble (Xu *et al.*, 2001). La recherche dans ce domaine tente d'ailleurs de définir et de concevoir un système d'information efficace qui permet aux partenaires d'anticiper les opérations au-delà des demandes au coup par coup.

Le partage de l'information contribue alors à fournir une plus grande visibilité du réseau, à contrer le phénomène d'amplification de la variabilité de la demande et à faciliter la prise de décisions (Lee *et al.*, 1997). Plusieurs critères, tels que la pertinence, l'exactitude, la ponctualité et la fiabilité des données échangées, peuvent être utilisées pour juger de la contribution du partage de l'information à la réussite ou à l'échec de la collaboration (Simatupang et Sridharan, 2005). Toutefois, le partage de l'information seul ne garantit pas la réussite de la collaboration. Il est nécessaire de mettre en place d'autres mécanismes clés qui viennent appuyer ce partage d'information (Lehoux *et al.*, 2008).

Les approches collaboratives

Au cours des dernières années, différentes pratiques, construites sur la base d'échanges d'information structurés, ont vu le jour et ont été adoptées par plusieurs afin de mieux collaborer avec leurs différents partenaires.

1) ECR

Le ECR (*Efficient Consumer Response*) a été perçu par de nombreux auteurs comme la première initiative pour assurer la coordination de toute la chaîne. Il s'agit d'une initiative provenant de distributeurs et de manufacturiers du secteur américain de l'alimentation dans le but d'identifier des améliorations aux opérations logistiques du secteur (Lawson *et al.*, 1999). L'ECR se matérialise en déployant des pratiques autour d'une meilleure sélection de gammes de produits, d'un réapprovisionnement plus performant, d'une gestion des promotions et d'une introduction des nouveaux produits plus efficiente.

Reyes (2005) présente une revue de littérature détaillée sur le ECR. Selon l'auteur, le ECR est une approche relationnelle de coopération entre deux entreprises fondée sur le principe de « travailler ensemble pour mieux répondre aux désirs du consommateur, plus rapidement et à moindre coût ». Le ECR agit sur deux principaux aspects. Le premier concerne la

gestion de la demande, dont l'objectif est d'optimiser les assortiments, optimiser les promotions, optimiser l'introduction de nouveaux produits et la création de valeur pour le consommateur. Le deuxième aspect a trait à la gestion de l'approvisionnement, dont l'objectif est d'assurer la continuité des approvisionnements, l'optimisation des opérations de transformation et de distribution et l'intégration de la demande dans le réapprovisionnement.

Pellegrini (2000) propose une approche de mise en place de la stratégie ECR sur trois étapes :

- Tracer les solutions techniques et préparer des manuels pour établir une référence commune;
- Lancer des études pilotes pour tester les différentes solutions ;
- Échanger les meilleures pratiques validées dans les projets pilotes avec l'ensemble du secteur.

Phumpiu et King (1997) ont étudié l'impact des initiatives ECR sur la performance financière et la rotation des stocks pour 40 épiceries aux États-Unis. Les magasins qui adoptent l'approche ECR enregistrent 59% plus de ventes par heure de travail, 125% plus de ventes par mètre carré de surface de vente et 131% plus de rotation de stock par rapport aux autres magasins. Bowersox *et al.* (1999) ont comparé les données annuelles, de 1992 à 1997, de neuf chaînes de détail américaines. Dans cette étude, le ECR n'a pas été explicitement identifié comme un facteur d'amélioration de la performance. En effet, le taux moyen de rotation de stock a légèrement baissé, l'inventaire en nombre de jours a grimpé, le cycle de trésorerie a diminué de 5%, la marge nette de bénéfice a augmenté de 22%, le taux de rotation des actifs a chuté de 10% et le rendement des actifs a augmenté de 7%.

Ce type d'initiatives s'est principalement efforcé de créer, entre les acteurs d'un secteur donné, une structure de communication commune, ainsi qu'un système de mesure de performance dans le but d'éliminer les activités sans valeur ajoutée (Roy *et al.*, 2006). D'ailleurs, un bon nombre de ces initiatives ont permis de déployer des systèmes de saisie de données aux points de vente et au transfert de ces dernières aux partenaires en amont de

la chaîne de valeur (Yu *et al.*, 2012). De cette manière, il est devenu possible de mieux planifier et synchroniser les activités de réapprovisionnement vis-à-vis des besoins exprimés par les consommateurs. Selon que ces activités de réapprovisionnement soient prises en charge par le fabricant seul ou de façon bilatérale, on parlera de VMI – *Vendor Managed Inventory* ou de CPFR – *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment*.

2) VMI

Le VMI est une approche intégrée pour une relation client-fournisseur, selon laquelle le fournisseur décide des niveaux de réapprovisionnement appropriés pour son client, tout en tenant compte de certaines règles définies dans une entente entre les parties prenantes (Holmström, 1998). Pour Simchi-Levi *et al.* (2003), on parle de VMI lorsque c'est le fournisseur qui décide lui-même au jour le jour du niveau approprié de stocks pour chaque produit, après discussion et avec l'accord du détaillant sur les quantités minimum et maximum à maintenir. Yao *et al.*, (2007) présentent le VMI comme une relation de collaboration entre client et fournisseur, dans laquelle le fournisseur est autorisé à gérer l'inventaire de son client. Il a ainsi accès à davantage d'information, tel que le niveau de stock de ses produits chez son client, qu'il peut intégrer dans son processus de planification afin de synchroniser ses opérations adéquatement. Yu *et al.* (2012) expliquent qu'avec le VMI, ce n'est plus le client, mais le fournisseur qui décide des dates et des volumes de livraison. Si le VMI est combiné avec un stock de consignation, la marchandise stockée sur le site de l'usine cliente demeure la propriété du fournisseur. Le transfert de propriété et le paiement se fait au fur et à mesure de la consommation.

Marquès *et al.* (2010) démontrent combien, dans la littérature, les interprétations du VMI sont nombreuses. En se basant sur une revue détaillée de la littérature, ils présentent le VMI comme un système d'approvisionnement à flux tiré tel que le fournisseur est responsable du réapprovisionnement du stock de son client, dans le cadre d'une collaboration préétablie à moyen/long terme. Ils présentent d'abord un ensemble d'articles et de cas d'études ayant traité de cette approche de coordination, puis ils introduisent un macro-processus en trois temps qui récapitule à la fois les éléments opérationnels et collaboratifs du VMI. Les trois étapes sont les suivantes :

- Négocier un accord de partenariat : spécifier la démarche d'intégration des processus de planification des partenaires dans un processus VMI;
- Établir un accord logistique : définir les paramètres utilisés pour la gestion de chaque article (niveau de stock minimum / maximum, quantité minimale de livraison, le calendrier de transport, etc);
- Gérer la relation VMI : surveiller les décisions VMI à court terme telles que la production et le transport.

Dans la pratique, les partenariats VMI ont augmenté de 30% le taux de rotation des stocks chez Wal-Mart et Procter & Gamble (Buzzell et Ortmeyer, 1995). Le VMI a aussi contribué à la réussite de Barilla comme plus grand fournisseur de pâtes dans le monde, avec 35% des ventes en Italie et 22% en Europe (Hammond, 2003). Sa mise en place dans le secteur électrique montre qu'il permet de mieux utiliser la capacité de production du fournisseur et de générer davantage de bénéfices que lorsque le mode réapprovisionnement traditionnel est employé (De Toni et Zamolo, 2005). Tel que rapporté dans l'article de Watson (2005), le responsable approvisionnement des produits alimentaires chez Tesco (chaîne alimentaire anglaise), le VMI améliore significativement la disponibilité des produits grâce au nombre réduit de produits gérés par le manufacturier, comparé à celui des produits gérés par le distributeur. Grâce au VMI, la disponibilité des produits Coca-Cola chez Tesco a atteint 98% en 2003, alors qu'elle était de l'ordre de 67% avant.

3) CR

Le réapprovisionnement continu ou le *Continuous Replenishment* (CR) est un concept qui est apparu en 1992 lors d'une étude initiée par le secteur de commerce de détail pour faire face à la crise (Harris *et al.* 1999). Selon Zheng et Possel-Doelken (2002), même si la majorité des publications confondent le CR et le VMI, certaines autres précisent que le CR inclut une fréquence plus élevée en nombre de livraisons. Yao *et al.* (2008) expliquent que le CR est identique au VMI, sauf que le client contrôle le niveau de réapprovisionnement décidé par le fournisseur et conserve le droit de l'approuver ou non.

4) CPFR

Le CPFR est un processus formalisé qui a été élaboré par le comité de normalisation VICS (*Voluntary Interindustry Commerce Standards*) et mis en œuvre dans plus de 300 entreprises (VICS, 2004). Le modèle de processus CPFR se compose de huit tâches de planification, incluses dans trois activités principales : la stratégie et la planification, la demande et l'approvisionnement, l'exécution et l'analyse (VICS, 2004).

Dans leur analyse des facteurs de succès du CPFR dans les réseaux de distribution, Büyüközkan *et al.* (2012) présentent le CPFR comme une démarche de collaboration et d'intégration des processus de prévision et de planification entre les clients et les fournisseurs. Les auteurs précisent qu'elle ne remplace pas les méthodes plus ou moins automatisées de regarnissage (tel que le VMI), mais y ajoute une dimension de collaboration au niveau des prévisions. Selon Wang (2011), une des particularités du CPFR est d'accorder beaucoup d'importance aux exceptions et aux écarts par rapport à la planification logistique. Ce sont précisément ces situations qui causent le plus de problèmes et les prévisions doivent se raffiner afin d'intégrer le maximum d'informations permettant de mieux répondre à ces situations exceptionnelles. Yuva (2002) situe pour sa part le CPFR par rapport aux autres pratiques de collaboration entre les entreprises. Il considère que le VMI était un premier stade de collaboration et que le CPFR est un deuxième stade. En examinant l'évolution théorique et pratique du CPFR, le terme planification est passé de l'identification et de la communication des événements pouvant affecter la demande à la prévision conjointe de la demande et à l'alignement des plans opérationnels dans une logique d'intégration (optimisation globale) (Kubde et Bansod, 2010).

Le VICS propose cinq étapes pour mettre en place le CPFR et s'assurer qu'il permette à la fois d'augmenter les ventes et de baisser les coûts. Ces étapes sont :

- Développement de l'entente : les partenaires doivent définir les termes de l'entente, incluant les buts et objectifs du programme, les besoins en ressources, les produits ciblés, la méthode de commercialisation des produits sélectionnés, etc. L'élaboration d'un contrat à cette étape est également un bon moyen d'assurer

l'engagement des partenaires. Des indicateurs de performance doivent par ailleurs être identifiés pour mesurer l'efficacité du programme;

- Définition d'un plan d'affaires conjoint : il s'agit de définir les règles de fonctionnement, le calendrier des activités, les critères pour l'identification des exceptions, etc., afin de bien soutenir le programme. Les politiques de stockage doivent par ailleurs être conjointement définies. Les partenaires ont à noter ces politiques dans leur système et à apporter les changements adéquats lorsque des problèmes de logistique surviennent;
- Développement des prévisions de vente : les partenaires doivent ensuite s'entendre sur des prévisions de vente communes. Plus précisément, ils ont à s'échanger de l'information sur les prévisions de vente et ils doivent ensuite chercher à identifier et résoudre les cas pour lesquels les prévisions de chacun ne correspondent pas;
- Développement des prévisions de commande : les prévisions de vente et les politiques de stockage sont combinées pour générer des prévisions de commande. La portion court terme de la prévision est utilisée pour la génération de la commande, alors que la portion long terme est utilisée dans la planification;
- Génération de la commande : les informations sur la consommation au point de vente, les livraisons effectuées, le stock en main, etc., sont partagées. De plus, les problèmes comme les surplus ou les ruptures de stock sont identifiés et résolus.

Le VICS suggère quatre possibilités quant aux responsabilités attribuées à chaque partenaire, selon le niveau de connaissance et d'expertise de chacun (Tableau 1.2). Les partenaires sont donc en mesure d'opter pour l'option qui correspond le mieux à leur situation.

Selon Sheffi (2002), avec une amélioration de 30 à 40% dans l'exactitude des prévisions et de 5 à 10% dans les niveaux de service aux clients, le CPFR a fait ses preuves. Le CPFR permet d'accroître la visibilité des acteurs de la chaîne logistique, de réduire les coûts, et de mieux répondre à la demande du client final en intégrant les stratégies commerciales des entreprises dans le processus de planification de la chaîne (Chen *et al.*, 2007). Le CPFR a

par exemple aidé le producteur de bière Heineken à réduire les temps de cycle de la commande de trois mois à quatre semaines. D'autres avantages, incluant des coûts d'approvisionnement plus faibles, une réduction du niveau du stock ainsi que des produits plus frais pour les consommateurs, ont été recensés (Lothaire, 2001). Coca-Cola FEMSA (KOF) est le deuxième plus grand embouteilleur et distributeur de produits Coca-Cola en Amérique latine. Grâce au CPFR, Coca-Cola FEMSA a atteint une précision des prévisions de la demande allant jusqu'à 93%. Elle a réduit les ruptures de stock à moins de 1%. Le CPFR a aidé l'entreprise à atteindre une meilleure efficacité globale et un meilleur service à la clientèle (Norbridge, 2001). Dans l'un de ses rapports techniques, la NASA parle de "chaînes logistiques réparables avec application du concept CPFR" pour les forces de l'air américaines (NASA, 2006).

Tableau 1.2 : Possibilités quant au rôle joué par le détaillant et le producteur dans une relation CPFR

Possibilité	Prévision des ventes	Planification des commandes	
		Prévisions	Génération
1	Détaillant	Détaillant	Détaillant
2	Détaillant	Producteur	Producteur
3	Détaillant	Détaillant	Producteur
4	Producteur	Producteur	Producteur

1.1.6 Partage de coûts/bénéfices

La mise en place d'une collaboration interentreprises engendre à la fois des coûts de même que des bénéfices. Les coûts de cette mise en place se regroupent principalement dans deux catégories : des investissements matériels (par exemple, l'installation et l'entretien d'un logiciel commercial) et des coûts de gestion de la relation (par exemple, les coûts de gestion d'un contrat de partenariat) (McLaren *et al.*, 2002). Les bénéfices de la collaboration peuvent aussi être classés dans deux catégories : quantitatifs et qualitatifs (Audy *et al.*, 2010). Alors que les bénéfices qualitatifs sont typiquement difficiles à partager, les bénéfices quantitatifs sont généralement aptes à être divisés (par exemple, le partage du revenu).

Afin de partager ces coûts/bénéfices, une méthode de partage équitable doit donc être utilisée. Les analyses des règles de partage provenant de la littérature sur le sujet et la grande diversité de ces règles montrent qu'il n'existe pas de règle universelle qui puisse s'appliquer dans tous les contextes (Moussiliou Coles, 2008). Selon Boyer *et al.* (2006), il est important de faire le choix d'une méthode de partage sur la base de ses propriétés, avant même de connaître les résultats qu'elle peut donner.

Propriétés des méthodes de partage

Boyer *et al.* (2006) expliquent qu'un certain nombre de propriétés ou caractéristiques, en particulier au niveau de la cohérence et de l'équité, sont souhaitées pour une méthode de répartition. Ils proposent ainsi cinq catégories de propriétés :

- *Invariance aux échelles* : la répartition de coûts ne devrait pas être affectée par une transformation des échelles (par exemple, un remplacement des km par des mètres ou un changement d'unité monétaire);
- *Traitement égalitaire des équivalents* : les contributions relatives aux coûts totaux des différentes entités devraient aller dans le sens de leurs coûts de faire cavalier seul. Si deux entités ont des coûts de faire cavalier seul identiques, elles devraient se voir imputer la même part des coûts totaux du regroupement. Si les biens sont homogènes et si deux entités demandent les mêmes quantités, elles devraient se voir imputer la même part des coûts totaux;
- *Le principe séquentiel* : la contribution d'une entité ne devrait pas être affectée par l'ampleur des demandes plus grandes que la sienne. En d'autres termes, une entité ne devrait pas subir les externalités associées à ces plus grandes demandes, ou en profiter selon le cas. De façon plus générale, la contribution d'une entité ne devrait pas être affectée par l'ampleur des demandes des entités dont la contribution est plus élevée que la sienne;
- *Traitement des agents négligeables* : si une entité a une demande nulle, la contribution des autres ne devrait pas dépendre de la présence ou non de cette entité dans le problème de partage. S'il est possible de fournir une quantité ou une liste de

paramètres identique à q_i à toutes les entités à un coût nul, l'entité i ne devrait pas avoir à payer quoi que ce soit et les parts des autres devraient être établies en fonction de leur demande, ajoutée à celle de l'entité i . Si une entité est essentiellement négligeable, c'est-à-dire si l'ajout de sa demande à celles de n'importe quel autre sous-ensemble d'entités entraîne une augmentation de coûts égale à son coût de faire cavalier seul, alors sa contribution aux coûts devrait se résumer à son coût de faire cavalier seul;

- *Monotonie* : les parts des entités ne devraient jamais décroître par rapport à leurs demandes. Si les coûts devaient s'avérer plus élevés, quels que soient l'ampleur du projet ou les niveaux de production à réaliser, alors les parts des coûts imputées aux différentes entités ne devraient pas diminuer.

Les méthodes de partage

Dans leur ouvrage, Boyer *et al.* (2006) présentent une revue détaillée de la littérature économique sur les méthodes de partage de coûts. Les auteurs regroupent ces méthodes en trois catégories :

- *Les règles de proportionnalité* : il s'agit des méthodes qui consistent à répartir la totalité ou une partie des coûts selon une règle de proportionnalité, à partir de critères plus ou moins ad-hoc. On peut multiplier à l'infini ce genre de méthodes en variant la partie des coûts qui font l'objet de la répartition proportionnelle et les critères de cette répartition. Généralement, ces méthodes sont présentées sous le titre de méthodes comptables. Ce sont les plus anciennes de toutes les méthodes de répartition et sans doute celles qui sont encore le plus utilisées.
- *Les règles inspirées de la théorie des jeux coopératifs* : un jeu coopératif met en relation un ensemble de joueurs N . Ces joueurs peuvent former des coalitions plus ou moins grandes. Formellement, les coalitions possibles sont les sous-ensembles S de N . Les coalitions obtiennent des gains qui résultent de la coopération de leurs membres. La description d'un jeu coopératif comprend donc une règle g qui définit les gains $g(S)$ que peuvent réaliser les différentes coalitions S une fois formées. La

théorie des jeux coopératifs s'intéresse au partage des gains entre les joueurs. Le problème de la répartition des coûts communs peut être vu comme un jeu coopératif appelé « jeu de coût ». Les entités de l'ensemble N sont les joueurs. Ils peuvent, par la coopération, réaliser des gains sous forme de réduction de coût ou d'augmentation de profit.

- *Les règles de répartition séquentielle* : les besoins ou demandes des n entités sont données par des nombres q_i , $i = 1, \dots, n$. On suppose $q_1 \leq q_2 \leq \dots \leq q_n$. Typiquement, avec les méthodes de ce type, toutes les entités se voient imputer une part égale du coût d'un projet ou d'une capacité tout juste suffisante pour répondre aux besoins de n entités ayant une demande identique à la plus petite des demandes, celle de l'entité 1 ici. Ensuite, les $n-1$ autres entités se voient imputer, en plus, une part égale de l'accroissement de coût qu'entraînerait un accroissement de capacité suffisant pour répondre à des demandes de leur part qui seraient toutes égales à celle de l'entité 2. On continue ainsi à imputer les coûts associés à des accroissements de capacité nécessités par des demandes de plus en plus grandes jusqu'à l'entité n . Par l'application itérative du partage des coûts incrémentaux, les plus petits usagers sont à l'abri de l'ampleur de la demande des gros joueurs, pour le meilleur et pour le pire. Ils ne vont pas payer pour des demandes dont ils ne sont pas responsables, mais, dans un contexte d'économies d'échelle, ils ne vont pas profiter non plus des externalités (réduction des coûts incrémentaux) amenées par ceux qui ont des demandes plus grandes (Boyer *et al.*, 2006).

Nous présentons ici quelques méthodes rigoureuses de partage des coûts communs, qui ont été utilisées dans divers domaines industriels, adaptées au contexte de partage de profits, à savoir : la valeur de Shapley, le nucléole et la méthode des coûts séparables et des coûts non-séparables.

Nous commençons tout d'abord par introduire les notations utilisées, ainsi que quelques définitions.

Notations et définitions

Soit $N = \{1, \dots, n\}$ l'ensemble de n joueurs ou participants. On note par une coalition S un sous-ensemble de N , $S \subseteq N$. Le profit généré par une coalition S est noté $P(S)$. Le profit de faire cavalier seul $P(S)$, $S = \{i\}$, $i \in N$, est noté P_i . Une méthode de partage consiste à calculer la part, y_i , du profit total $P(N)$ de tout joueur $i \in N$. Cette méthode est dite "équilibrée" si et seulement si le coût total du projet est exactement couvert par ces contributions, sans déficit ni surplus, soit $\sum_{i \in N} y_i = P(N)$. Une règle de partage est dite "motivante" si et seulement si la part du profit global de tout joueur i est supérieure à celle qu'il aurait s'il fait cavalier seul, soit $y_i \geq P_i \quad \forall i \in N$. Une autre propriété désirable pour une répartition donnée est de se trouver dans le "cœur". Le cœur est défini comme l'ensemble des répartitions qui satisfont les deux conditions suivantes :

$$\sum_{i \in S} y_i \geq P(S), \forall S \subseteq N \quad (1.1)$$

$$\sum_{i \in N} y_i = P(N) \quad (1.2)$$

La condition (1.1) spécifie que, quelle que soit la coalition S , la somme des profits attribués à ses membres ne peut être inférieure au profit total $P(S)$ récolté par cette coalition si elle décide de se passer des autres. La condition (1.2) stipule que la répartition doit être équilibrée.

La valeur de Shapley

Shapley (1953) a proposé une répartition "équitable" des gains de la coalition. Elle consiste à supposer que l'ordre dans lequel les entités se joignent à une coalition et l'ordre dans lequel les coalitions se forment sont aléatoires, avec des chances égales d'arriver premier, deuxième, etc. Si, pour un ordre d'arrivée donné, chacun se voit imputer un montant égal au profit incrémental qu'il ajoute à la coalition à laquelle il se joint, chacun est alors en mesure de calculer l'espérance du profit qui lui sera imputé. La répartition qui consiste à imputer aux différentes entités un montant égal à cette espérance, autrement dit la moyenne

de ces profits incrémentaux, est appelée valeur de Shapley et se calcule par la formule suivante :

$$y_i = \sum_{S \subseteq N: i \in S} \frac{(|S|-1)!(|N|-|S|)!}{|N|!} [P(S) - P(S - \{i\})] \quad (1.3)$$

Le nucléole

L'idée derrière ce concept est de chercher à maximiser le bien-être de la moins heureuse des coalitions. Étant donné une répartition $y = (y_1, \dots, y_n)$ et une coalition S non-vide de N et différente de N , on définit l'excédent de la coalition S avec la répartition y par :

$$e(y, S) = \sum_{i \in S} y_i - P(S) \quad (1.4)$$

Le nombre $e(x, S)$ reflète ce que gagne la coalition S si elle accepte la répartition y plutôt que de répondre elle-même aux besoins de ses membres. On désigne ensuite par $e(y)$ le vecteur des $(2^n - 2)$ valeurs de $e(y, S)$, pour $S \in N$, ordonnées de la plus petite à la plus grande. Le nucléole est défini comme l'unique répartition y^* qui maximise lexicographiquement $e(y)$:

$$e(y) \leq_l e(y^*) \text{ pour toute autre répartition } y \quad (1.5)$$

où \leq_l désigne la relation «inférieure ou égale à, au sens lexicographique». Autrement dit, y^* est la répartition qui maximise le plus petit gain d'une coalition, de même que le deuxième plus petit gain, le troisième, etc. C'est aussi le point central, au sens géométrique, de l'ensemble des répartitions possibles (Boyer *et al.*, 2006).

La méthode des coûts séparables et des coûts non séparables

Le principe de cette méthode est de répartir le profit total en deux différentes parties complémentaires : les coûts séparables et les coûts non séparables (Tijs et Driessen, 1986). Par analogie, nous supposons que le profit total est aussi partageable entre des profits

séparables et des profits non séparables. En adaptant la méthode au contexte de partage de profit, nous proposons la démarche suivante afin de calculer la répartition $y = (y_1, \dots, y_n)$.

La partie du profit séparable est donnée par :

$$m_i = P(N) - P(N - \{i\}) \quad \forall i \in N \quad (1.6)$$

Ce profit séparable est le profit marginal qui ramène le participant i à la grande coalition N .

La partie du profit non-séparable est donnée par :

$$g(N) = P(N) - \sum_{i \in N} m_i \quad (1.7)$$

Dépendamment du choix du poids, nous avons deux alternatives : soit la méthode ECM (*Equal charge method*) qui répartit le profit non séparable de façon égale entre les joueurs, soit la méthode ACAM (*Alternative Cost Avoided Method*) qui utilise des poids $w_i = m_i - P_i$. Le poids w_i représente le gain que réalise le joueur i en rejoignant la grande coalition. Ainsi, la répartition y est donnée par l'expression suivante :

$$y_i = m_i + \frac{w_i}{\sum_{i \in N} w_i} g(N) \quad \forall i \in N \quad (1.8)$$

Il existe donc une série de méthodes de partage des bénéfices. Il s'agit de voir quelles sont celles qui semblent les plus adéquates pour le contexte à l'étude.

1.2 La collaboration interentreprises dans la chaîne de valeur forestière

La chaîne de valeur de l'industrie des produits forestiers (Figure 1.6) regroupe toutes les entreprises et les unités d'affaires qui opèrent dans l'approvisionnement, la production ou la conversion d'un produit forestier donné (D'amours *et al.*, 2008). Il s'agit des entrepreneurs forestiers, les scieries, les usines de pâtes et papier, ainsi que d'autres usines de deuxième et de troisième transformation (usines de panneaux, bioraffineries,...). Ces unités peuvent être regroupées dans cinq chaînes logistiques principales : les opérations forestières, la

production du bois d'œuvre, la production du papier, la production des panneaux de bois et la production d'énergie. Par exemple, la chaîne logistique de bois d'œuvre regroupe des unités de sciage, des unités de séchage ainsi que des unités de finition. La grande variabilité qui caractérise la matière première rend difficile la gestion des chaînes logistiques forestières. L'impact direct de l'efficacité de gestion d'une chaîne sur les autres rend la tâche encore plus complexe (Lehoux *et al.*, 2010). Une gestion intégrée de la chaîne de valeur forestière semble être nécessaire afin d'assurer la rentabilité du secteur. Toutefois, peu de travaux ont traité la collaboration interentreprises pour ce secteur d'activité. Nous rapportons dans cette partie les principales contributions dans ce domaine de recherche.

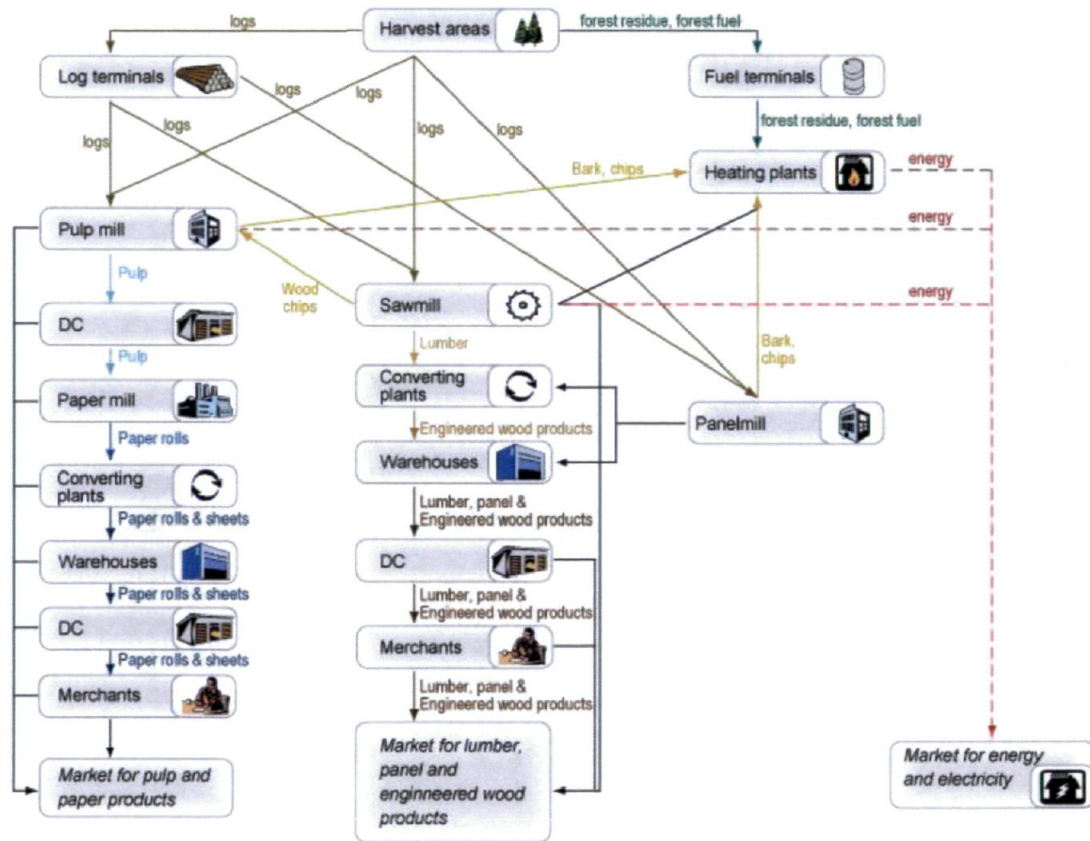


Figure 1.6 : Chaîne de création de valeur de l'industrie forestière, d'après D'amours *et al.* (2008)

Les quelques auteurs qui ont étudié la collaboration interentreprises pour l'industrie forestière l'ont fait principalement suivant deux approches méthodologiques : une approche

managériale, avec études empiriques, ou une approche mathématique, avec modèles d'optimisation, concepts de la théorie des jeux coopératifs, ou systèmes multi-agents.

Approches managériales

Barrane *et al.* (2010) travaillent sur l'identification des stratégies clés de la conception des produits de troisième transformation du bois prise sous l'angle d'une innovation de procédés. En particulier, les auteurs étudient les déterminants clés dans la gestion de l'intégration simultanée des fournisseurs, des consommateurs, des équipes inter-fonctionnelles et des communautés (gouvernement, groupes sociaux, université et centres de recherche) dans le développement de nouveaux produits. En se basant sur un cas pratique d'une PME spécialisée dans la production des produits de bois pour la construction et l'aménagement paysager, les auteurs expliquent que pour une gestion réussie de la collaboration avec les parties prenantes, il faut développer une culture organisationnelle basée sur trois valeurs principales, qui sont la communication, l'engagement et la confiance mutuelle.

Lefaix-Durand *et al.* (2006) ont documenté les principales tendances qui transforment le commerce des produits du bois structuraux en Amérique du Nord en fournissant des données empiriques sur les stratégies d'approvisionnement des plus gros constructeurs aux États-Unis. Les auteurs soulignent la nécessité de placer la création de valeur et les relations interentreprises au cœur de la réflexion stratégique des fabricants canadiens de produits du bois pour leur permettre de réagir adéquatement aux changements détectés dans l'environnement d'affaires. Ainsi, ils développent, d'une part, le concept de "valeur des relations" pour mesurer la création de valeur au sein des relations d'affaires et d'autre part, le concept de "orientation d'échange", afin de positionner la nature et la gouvernance des relations dans le continuum transactionnel/relationnel. Les résultats n'incitent toutefois pas les gestionnaires à abandonner toute orientation transactionnelle, mais à gérer stratégiquement leurs relations d'affaires en fonction de la valeur de ces relations et de l'orientation d'échange adéquate (Lefaix *et al.*, 2009).

Approches mathématiques

Lehoux *et al.* (2008) ont étudié la mise en place d'une collaboration logistique entre un producteur de pâtes et papiers et un marchand. Les auteurs ont développé des modèles de planification pour quatre approches potentielles pouvant être mises en place : la façon de faire traditionnelle avec le minimum de collaboration entre les partenaires, le réapprovisionnement régulier, le VMI et la méthode CPFR. Les modèles développés utilisent la programmation linéaire en nombres entiers pour maximiser les profits des partenaires en tenant compte de l'ensemble des coûts et des contraintes opérationnelles clés, associés à chacune des façons de faire. Les résultats montrent que la mise de l'avant d'une approche collaborative n'avantage pas nécessairement les partenaires d'une façon équitable. Ainsi, les auteurs ont étudié la collaboration basée sur l'utilisation d'incitatifs, tels qu'un bonus lorsque les petites commandes sont évitées, le partage des économies de transport si la capacité de distribution est bien utilisée et les escomptes de quantité.

Frisk *et al.* (2010) ont traité un cas de coordination des activités de transport entre huit entreprises forestières suédoises. Des concepts de la théorie des jeux coopératifs, tels que la valeur de Shapley et le nucléole, ont été utilisés afin de calculer la part des économies réalisées par la collaboration pour chaque partenaire. Les auteurs expliquent que l'utilisation d'une règle de partage de coûts basée sur la participation des partenaires en termes de volume s'est montrée inacceptable. En effet, les économies relatives calculées variaient entre 0,2 et 20%. La recherche d'une meilleure technique de partage a permis le développement d'une nouvelle approche nommée EPM (*Equal Profit Method*).

Marier *et al.* (2009) ont étudié la collaboration entre deux grandes compagnies dans l'industrie des pâtes et papier au Québec. L'idée est de mettre en évidence des économies potentielles réalisables via un échange de volumes de copeaux entre les différentes entités des deux compagnies. Plus précisément, les auteurs ont évalué la possibilité d'affecter des volumes de copeaux des scieries de la compagnie 1 aux complexes de production de papier de la compagnie 2 et vice versa. Un programme linéaire mixte a été développé pour minimiser le coût de transport du système global. Les résultats montrent qu'une économie potentielle de 5,25% sur le coût de transport est possible en partageant 12% du volume total d'approvisionnement.

Moussiliou Coles (2008) a repris le travail de Marier *et al.* afin d'étudier le partage des coûts entre les partenaires de façon à ce que la collaboration soit bénéfique pour les deux compagnies et ce, de la façon la plus équitablement possible. L'auteur a étudié l'application de différentes méthodes de partage de coûts entre les joueurs de la coalition, issues de la théorie des jeux collaboratifs. Les résultats montrent que les allocations basées sur la méthode des volumes et sur la méthode ECM conduisent à des répartitions non stables. Par contre, des méthodes issues de la théorie des jeux coopératifs, tels que la valeur de Shapley, le nucléole et la méthode EPM, donnent des résultats acceptables.

Beaudoin *et al.* (2010) proposent une approche de planification décentralisée des approvisionnements forestiers basée sur l'usage de modèles mathématiques afin de palier au problème de coordination des opérations forestières de différentes entreprises qui partagent les mêmes parterres de coupe. En effet, un planificateur est confronté à deux problèmes inter-reliés : la planification de ses opérations forestières sur le territoire et la coordination de celles-ci avec celles des autres entreprises. En général, la planification s'effectue sans support mathématique autre qu'une feuille de calcul pour équilibrer les livraisons de bois aux usines. Les auteurs expliquent qu'il est important de planifier la récolte en forêt sur la base d'une anticipation des conditions du marché. En effet, cette anticipation permet aux entreprises d'identifier les blocs de récolte qui lui sont non rentables. Néanmoins, d'autres entreprises peuvent s'intéresser à ces blocs. Ainsi, une approche de planification décentralisée des approvisionnements forestiers est développée, afin de coordonner les activités des diverses entreprises entre elles. L'approche de coordination proposée est testée et comparée à l'approche actuellement en usage. Les auteurs montrent que la collaboration entre les acteurs apporte une meilleure flexibilité sur les prix négociés pour les blocs de récolte échangés.

Naud *et al.* (2011) se sont intéressés à la conception de chaînes logistiques vertes et collaboratives pour l'industrie des produits forestiers. Ils proposent ainsi un modèle de programmation linéaire mixte permettant la conception de chaînes logistiques collaboratives et vertes. Les auteurs expliquent que c'est à travers l'intégration de bioproduits issus de la biomasse forestière, la collaboration et la gestion de l'environnement

que plusieurs voient la prospérité, la compétitivité et la rentabilité recherchées par l'industrie.

Approches agents

Forget *et al.* (2008) ont proposé des modèles d'agents à comportements multiples, appelés agents hybrides, pour modéliser les processus de négociation et de planification de la chaîne logistique. Les auteurs définissent trois grandes classes de comportements qu'un agent peut avoir selon la situation étudiée : le comportement à réaction, le comportement à anticipation et le comportement à négociation. Ce modèle a été implémenté et testé sur une plateforme de planification à base d'agents, dédiée à la chaîne logistique de production de bois d'œuvre. Cette plateforme a été développée par le consortium de recherche FORAC. La contribution réside essentiellement en deux points : le premier est la proposition d'un agent hybride conçu pour répondre spécialement aux problèmes de planification de production en utilisant les comportements multiples, le deuxième avantage est de pouvoir ajuster le comportement d'un agent selon le facteur externe constaté.

Gaudreault *et al.* (2008) ont étudié l'utilisation des algorithmes d'optimisation distribués pour le problème de synchronisation des chaînes logistiques. En se basant sur un cas pratique de l'industrie forestière, ils ont analysé la coordination entre entités autonomes de la chaîne logistique de production du bois d'œuvre dans un contexte hiérarchique. À partir d'une analyse critique des méthodes heuristiques et exactes utilisées dans la pratique industrielle, les auteurs proposent de nouvelles approches multi-agents.

1.3 Synthèse

La recherche effectuée dans la littérature nous a permis de bien comprendre la collaboration interentreprises dans le contexte des chaînes logistiques. Ainsi, nous pouvons définir la collaboration entre entreprises comme une relation qui a pour but de trouver un terrain d'entente, basé sur des valeurs et des intérêts communs, afin d'entreprendre des actions collectives et d'en partager les risques et les bénéfices dans un objectif gagnant-gagnant. Cette revue de littérature nous a permis également d'identifier les avantages recherchés par les entreprises dans une relation de collaboration, la démarche à suivre lors de la mise en

place d'une telle relation, les risques liés à la collaboration interentreprises, ainsi que les méthodes de partage des bénéfices financiers obtenus par la collaboration.

Nous avons également constaté que la mise en place d'une collaboration interentreprises est un processus long et compliqué. D'après les auteurs, il faut suivre une démarche rigoureuse lors de sa mise en place afin de garantir que la bonne stratégie a été mise en place avec le bon partenaire, que des mécanismes adéquats sont utilisés pour soutenir la relation et que les objectifs fixés au départ soient atteints. Aussi, la maîtrise des différents stades intermédiaires de collaboration semble indispensable avant d'envisager un véritable partenariat.

Pour le cas de l'industrie forestière, peu de travaux ont traité la collaboration interentreprises dans ce secteur. En effet, les entreprises des produits forestiers ont traditionnellement axé leur production sur la fabrication de papier journal et de bois d'œuvre. Or, ces produits ont atteint un stade de maturité déclinant et sont maintenant des produits de commodité où le niveau de personnalisation des produits est considéré très faible. De plus, la chaîne de création de valeur forestière est fortement marquée par une approche en flux poussé, une logique qui marche très bien dans des conditions de marché fortement standardisées où la demande est assurée, quels que soient les produits transformés. Cependant, les marchés d'aujourd'hui ne répondent plus exactement à ces caractéristiques. Les nouveaux contextes d'affaires demandent des réponses plus ajustées et des relations plus collaboratives.

Nous notons aussi le peu de travaux jumelant les notions pilotage et partage de coûts/profits. Bien que leur analyse scientifique explicite soit déjà relativement avancée, leur application au sein des organisations (entreprises, alliances ou réseaux d'entreprises, gouvernements) reste relativement embryonnaire et souvent tributaire d'une approche historique ad hoc, plutôt que rationnellement choisie pour maximiser la performance et la valeur de l'organisation. Il faut reconnaître que l'analyse des règles de partage des coûts/profits communs exige une certaine dose de mathématiques. Il est important, par ailleurs, de préciser que ces mathématiques ne servent qu'à traduire, dans un langage rigoureux et programmable, les contraintes institutionnelles et les objectifs que doit satisfaire ou atteindre la règle de partage recherchée. On peut raisonnablement anticiper que

les règles explicites de partage, fondées sur une meilleure compréhension des enjeux organisationnels, deviendront des facteurs stratégiques de plus en plus importants, à mesure que ces règles, leurs fondements et leurs propriétés, seront mieux comprises et que leur implantation sera facilitée grâce à l'avènement de dirigeants et partenaires de consortium mieux informés, s'appuyant sur des systèmes d'information de gestion et des systèmes de traitement de l'information plus performants. Dans le cadre de nos travaux de recherche, nous explorons la notion de collaboration interentreprises afin de piloter la chaîne de valeur forestière. Le recours aux méthodes de partage de profits nous semble indispensable afin de garantir des relations fructueuses et durables entre les partenaires.

Chapitre 2 : Étude de cas

Lors de ce projet de recherche sur la collaboration interentreprises, nous avons procédé à une étude de cas pratique pour le secteur forestier canadien. Plus précisément, l'étude concerne cinq scieries et une papetière situées dans la région de la Côte-Nord dans la province de Québec. Ces acteurs clés désiraient mettre sur pied un partenariat de façon à mieux répondre à la demande, tout en assurant une utilisation plus efficace de la fibre de bois. Pour ce contexte, nous avons donc examiné de quelle façon les partenaires pouvaient mieux interagir afin de parvenir à une relation profitable à tous les joueurs.

2.1 Contexte de l'étude

Le Canada est l'un des plus grands pays forestiers au monde¹. En fait l'industrie forestière canadienne est le plus grand exportateur mondial de produits forestiers. En 2009, elle avait un chiffre d'affaires estimé à plus de 54 milliards de dollars canadiens, dont près de 70 % des produits étaient exportés, principalement aux États-Unis (34 %), dans les pays africains et du Moyen-Orient (11 %), les pays européens (10 %) et dans les pays d'Asie du Sud-Est (9 %). Environ le tiers, soit 36 %, étaient vendus au Québec et ailleurs au Canada (surtout en Ontario).

L'industrie forestière canadienne est également l'un des plus gros employeurs au pays. Elle est présente dans plusieurs centaines de collectivités partout au pays et est l'un des plus importants moteurs économiques de ces dernières. Elle procure plus de 864 000 emplois, dont 339 000 emplois directs (aménagement, exploitation, production de bois d'œuvre et production de pâtes et papiers) et 524 100 emplois indirects (fournisseurs et manufacturiers d'équipements et machineries, fournisseurs de services aux entreprises forestières et papetières, etc.) dans toutes les régions du pays, ce qui représente 5,3 % de l'ensemble des emplois au Canada.

¹ Les données peuvent varier d'une source à l'autre. Les sources souvent consultées sont notamment Statistique Canada, Institut de la Statistique du Québec, MRNF, CIFQ, etc.

Au Québec, les forêts couvrent 750 300 km, soit 20% du territoire forestier canadien. En 2001, l'industrie des produits forestiers a été le premier employeur québécois, avec 123 221 emplois, soit 22 % des emplois dans le secteur manufacturier. Avec ses quelque 180 usines de sciage, une quarantaine d'usines de pâtes, papiers et cartons, et 21 usines de panneaux, l'industrie forestière est au cœur du développement économique et social des régions du Québec, telles que l'Outaouais, la Mauricie, le Saguenay et la Côte-Nord. Au-delà de 250 municipalités québécoises ont comme assise économique prédominante l'industrie de la transformation du bois et celle des pâtes et papiers, dont plus de 100 en dépendent entièrement. Ces deux secteurs génèrent environ 200 000 emplois directs, indirects et induits. La masse salariale annuelle découlant de ces emplois est de 3,1 milliards de dollars. Cependant, l'industrie forestière québécoise traverse depuis 2006 une crise conjoncturelle en raison de la vigueur du dollar canadien et de la baisse de la demande pour ses produits. Cette crise a récemment été exacerbée par la récession mondiale, mettant en évidence les problèmes structurels du modèle d'affaires, issu des contrats d'approvisionnement et d'aménagement forestier (CAAF) et des règlements régissant le marché et l'utilisation des bois provenant des terres publiques et privées.

Tant qu'à elle, la région de la Côte-Nord couvre une vaste zone de 351 523 km², la forêt représentant à elle seule 73% du territoire. Il s'agit de la plus grande zone forestière de la province. Les activités économiques de l'industrie forestière dans ce secteur sont principalement orientées vers la production du papier journal et du bois d'œuvre. Très affectée par la crise forestière, l'industrie a connu de nombreuses fermetures d'usines. En conséquence, 6300 emplois ont été perdus au cours des cinq dernières années. L'industrie a également fait face à une réduction de plus de 30% des volumes disponibles à la récolte suite aux recommandations d'une commission d'étude sur la gestion forestière. Par ailleurs, la forêt de la Côte-Nord est constituée en bonne partie de forêts surannées (45 % âgées de 120 ans et plus) et contient une proportion importante de sapin, résultant en un pourcentage significatif de fibres de faible qualité. D'autres problèmes liés au relief topographique de la Côte-Nord, ainsi qu'à la rareté de la main-d'œuvre, contribuent à la hausse des coûts des produits forestiers.

C'est dans ce contexte particulier que nous avons entrepris d'étudier le cas d'une collaboration entre des entreprises forestières de la Côte-Nord.

2.2 Présentation du cas à l'étude

Les compagnies étudiées comptent parmi les acteurs les plus importants sur la scène économique de la Côte-Nord. Le risque de fermeture de la seule papetière de la région avec toutes ses implications a créé un contexte politique favorable à revoir en profondeur le mode de récolte et à développer une approche collaborative entre les acteurs forestiers de la Côte-Nord et le Ministère des Ressources Naturelles et de la Faune (MRNF). En effet, en avril 2011, la papetière a arrêté définitivement la production de l'une de ses quatre machines. Une mesure qui a réduit la production annuelle de 120 000 tonnes et a engendré la perte de plus de 90 emplois.

« Le bon bois, à la bonne usine pour le bon usage » résume assez bien l'approche qui a été développée en réponse aux difficultés. Pour ce faire, le MRNF a accepté que soient revues les règles d'usage pour l'approvisionnement des usines. Cette façon de faire devrait permettre de trier le bois en forêt, de diriger la matière vers les usines selon des standards de qualité qui permettront de fabriquer des produits plus efficacement et d'augmenter la valeur du panier de produits. Une part significative de la biomasse forestière dont la qualité est impropre à la transformation dans une perspective de création de valeur pourrait être laissée sur les parterres de récolte. Si elle trouve preneur, cette dernière pourrait être dédiée à la production d'énergie.

Le plan d'action découlant de cette entente d'une durée d'un an, renouvelable pour une autre année, propose des mesures touchant trois aspects : l'aménagement forestier, la performance des usines de transformation ainsi que le développement d'une filière bioénergétique. Les entreprises signataires sont la papetière, cinq usines de sciage résineux et trois usines de sciage feuillus.

Pour nos travaux, nous nous sommes particulièrement intéressés à la relation client-fournisseur entre les cinq scieries de bois résineux et la papetière, de manière à mieux répondre à la demande de la papetière et créer un impact positif sur les résultats financiers. Il s'agit, en fait, de quatre scieries indépendantes de même qu'un complexe intégré (une

scierie et une usine de papier appartenant à la même compagnie). La chaîne d'approvisionnement correspondante est typiquement divisée de la façon suivante. Il y a d'abord approvisionnement en forêt en billes de bois. Ces billes sont alors dirigées vers les scieries où elles sont transformées en planches ou en chevrons. Les chutes de sciage et les déchets de bois sont quant à eux broyés en copeaux (plaquettes) pour l'industrie papetière. Le papier est ensuite converti sous la forme de rouleaux, emballé et entreposé. Les produits finis sont finalement livrés à des marchands qui se chargeront de desservir le marché final.

Les pratiques traditionnelles sur le marché actuel de copeaux s'articulent principalement autour d'ententes à long terme, c'est-à-dire d'ententes dont l'application s'étend sur une année ou plus. Les contrats à long terme entre les scieries et la papetière répondent surtout à la nécessité pour la papetière de stabiliser son approvisionnement. Un contrat à long terme est une promesse faite par une scierie à la papetière de livrer une certaine quantité de copeaux à un certain prix et selon un échéancier donné. Ces contrats s'inscrivent dans une dynamique de relations privilégiées et prolongées entre papetières et scieries. Une forme particulière de cette stratégie d'approvisionnement est l'acquisition des scieries par les papetières. Ces relations privilégiées sont donc au cœur des stratégies d'affaires dans l'industrie, stratégies qui visent à assurer et à stabiliser l'approvisionnement des usines de pâtes et papier. Pour une papetière, les contrats à long terme constituent de véritables polices d'assurance puisqu'ils lui garantissent un approvisionnement régulier de la part de fournisseurs avec lesquels elle entretient souvent des relations privilégiées. Par ces contrats, qui sont d'importants facteurs de régulation des échanges, l'entreprise contribue à la stabilité du marché et de l'industrie. Or, nous constatons que dans le contexte de crise, le marché des copeaux est loin d'être aussi flexible qu'il pourrait l'être et qu'il ne parvient pas à endiguer l'accumulation des stocks, ni à combler les besoins des entreprises. Stocks invendus ou production insuffisante sont des symptômes de l'inefficacité de la chaîne d'approvisionnement actuelle de notre cas pratique.

Dans des conditions normales du marché, les machines utilisées pour la fabrication du papier fonctionnent en parallèle 24 heures par jour, sept jours par semaine. La compétitivité d'une usine de sciage résineux est favorisée lorsque l'usine opère sur une base de trois quarts de travail par jour, cinq jours par semaine. Des arrêts planifiés sont organisés de

façon à permettre le réglage, la révision, le contrôle et la vérification des équipements à intervalles prédéterminés. Dans de telles conditions, les arrêts imprévus ou d'urgence se montrent comme la principale perturbation à gérer. Loin de cette situation idéale, le contexte de crise tel que décrit plus haut ajoute de la complexité à notre problématique. D'une part, parmi les quatre scieries indépendantes, deux opèrent de manière intermittente, faute de rentabilité financière. Par conséquent, la papetière fait face à une irrégularité d'approvisionnement en copeaux. Ainsi, la scierie intégrée à l'usine de papier doit régulièrement adapter son profil de production pour que l'approvisionnement global en copeaux réponde au mieux au besoin de la papetière. En effet, cette scierie est souvent obligée de transformer des billes de dimension sciage en copeaux afin de satisfaire la demande de la papetière en termes de volume et de qualité. D'autre part, il arrive que la papetière amorce une série d'arrêts temporaires de ses trois machines à papier afin de s'ajuster aux conditions à la baisse du marché. Cette situation oblige parfois les scieries à accumuler des stocks de copeaux non vendus. En même temps, la dégradation rapide de la qualité des copeaux entraîne des pertes majeures. En effet, les copeaux seront rejetés une fois qu'ils ne répondent plus à certains critères. Par conséquent, les scieries peuvent se trouver avec des marges déficitaires vu les faibles prix de bois d'œuvre. La figure 2.2 présente brièvement le cas d'étude.

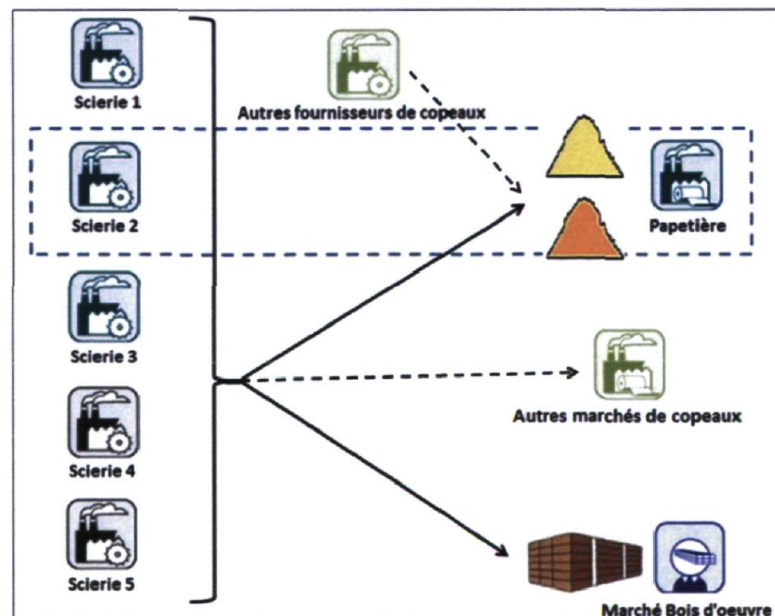


Figure 2.1 : Shématisation du cas d'étude

Outre son impact sur la performance économique des scieurs, la qualité de copeaux influence significativement les coûts de production de la papetière (stabilisation du procédé, utilisation des agents de blanchiment, ...). Il est à noter ici que la qualité de copeaux est directement liée à la qualité de la fibre de bois transformée, soit les billes.

On distingue principalement deux types de copeaux : les copeaux de haute densité (HD), produits généralement à partir d'épinettes, et les copeaux de basse densité (BD), produits typiquement à partir de sapin. Cependant, la densité n'étant qu'une des caractéristiques des copeaux, elle ne permet pas, à elle seule, de les qualifier suffisamment pour anticiper le comportement du procédé de transformation. L'humidité, la luminance, ainsi que la présence de caries, nœuds et écorces, forment les critères de performance de copeaux ayant une densité donnée. Toutefois, chaque scierie a sa propre façon de s'approvisionner en bois, de le trier dans la zone de stockage à l'entrée de l'usine et de produire des copeaux. Ces pratiques ont un impact direct sur les caractéristiques des copeaux produits (niveau de qualité). Par ailleurs, comme le séchage du bois d'œuvre varie selon les essences, plusieurs scieries de résineux séparent les billes avant de les transformer. Néanmoins, pour plusieurs raisons, dont l'impact sur les coûts de production, des établissements ne séparent pas les copeaux. Les critères cibles de copeaux sont résumés au tableau 2.1.

Tableau 2.1: Critères cibles des copeaux

Critère	Variante	Valeur cible
Densité (kg/m³)	HD*	≥ 420
	BD*	≥ 350
	Mélange	≥ 400
Humidité (%)	HD	≥ 40
	BD	≥ 45
Carie (%)	-	≤ 1
Écorces (%)	Hiver	≤ 1
	Été	≤ 0,5

*HD = haute densité, BD = basse densité

Face à cette problématique, toute solution proposée doit poursuivre deux grands objectifs. Le premier objectif est l'amélioration de l'efficacité du marché des copeaux de bois, ainsi que l'utilisation de la fibre de bois. Le mécanisme à proposer doit constituer un moyen privilégié pour améliorer la flexibilité du marché et enrayer ainsi l'accumulation de stocks invendus, tout en assurant une meilleure réponse à la demande de la papetière. Un tel mécanisme doit maximiser les profits globaux de l'industrie en faisant en sorte que la relation soit profitable pour tous. Nous croyons cependant que cet objectif doit et peut être atteint tout en assurant un minimum de continuité avec les façons de faire traditionnelles par rapport aux stratégies d'approvisionnement de la papetière (privilégier l'approvisionnement interne par exemple). Le second grand objectif poursuivi est l'intégration de la gestion de la qualité de la fibre dans le nouveau processus d'affaires.

2.3 Méthodologie

Dans le cadre de ce projet de recherche, nous étudions la mise en œuvre de la collaboration pour un contexte particulier. Plus précisément, nous travaillons sur l'identification et le développement de mécanismes de coordination qui permettront aux cinq scieries de la Côte-Nord de non seulement mieux répondre à la demande de la papetière et des autres clients, mais également de bien utiliser la fibre de bois tout en assurant une relation profitable pour tous les joueurs. Cette recherche nous permettra ainsi non seulement d'explorer comment la collaboration interorganisationnelle peut être mise de l'avant pour soutenir des entreprises ayant des objectifs divergents, mais elle nous permettra aussi de proposer des façons de faire pour soutenir une industrie qui se veut un employeur majeur d'une région du Québec.

2.1.1 Pourquoi la collaboration?

«Après les économies d'échelle, il faut passer aux économies de réseaux et aux partenariats logistiques. Pour réaliser ces changements, il faut développer des relations fournisseur/client collaboratives dans le but d'améliorer le rendement économique de tous les partenaires» – Le comité sur la revalorisation de l'industrie forestière, octobre 2010.

En partant de cette assertion, la collaboration est proposée comme une solution innovante pour remédier aux symptômes de la non-viabilité du modèle d'affaires actuel. Cette

réflexion quant au développement d'une approche collaborative pour notre cas d'étude repose sur l'hypothèse qu'en collaborant, notre réseau est susceptible de générer des bénéfices supplémentaires. Une répartition équitable de ses bénéfices garantira la profitabilité de tous.

Par ailleurs, stabilisatrices, les ententes à long terme peuvent parfois constituer un carcan. Leur usage généralisé prive en effet les contractants et l'industrie dans son ensemble de profits additionnels. D'où l'intérêt d'un mécanisme qui mette l'accent sur les gains potentiels et qui permette de les exploiter tout en maintenant des garanties à plus longue échéance en ce qui a trait à l'approvisionnement. Pourvu que la papetière ou une scierie puissent revoir à la hausse leurs besoins ou leur production sans pour autant être contraintes de revenir sur les termes des contrats qui les lient à leurs partenaires, une approche collaborative, telle que le VMI ou le CPFR, pourra redonner une crédibilité aux contrats à long terme et réduire la dimension arbitraire des négociations qui président à leur signature. Il faut développer une stratégie d'affaires collaborative plutôt que compétitive, qui permettra dès lors la mise en place d'un cadre rigoureux et non arbitraire de renégociation des contrats à long terme, conférant ainsi la légitimité essentielle à la signature de contrats équitables. Nous cherchons donc, par l'instauration d'une approche collaborative entre les parties prenantes, à :

- augmenter le profit global du réseau, ainsi que celui de chacune des parties prenantes;
- coordonner les actions des partenaires dans le but de réduire les surplus de stocks et de s'assurer que le besoin de la papetière sera comblé adéquatement;
- améliorer l'efficacité de l'utilisation de la fibre et gérer sa qualité;
- offrir un outil performant pour renégocier les contrats à long terme.

Malgré les grandes difficultés structurelles et conjoncturelles qu'éprouvent les industriels de la région étudiée, une volonté existe de revoir les procédures opérationnelles afin de gagner en performance. Bien que concurrentes, les entreprises concernées réalisent qu'une meilleure coordination de leurs activités de production et d'approvisionnement pourrait mener à des gains globaux permettant possiblement d'améliorer la rentabilité. C'est dans ce

contexte que nous proposons de mettre en place un protocole d'accompagnement pour la collaboration interentreprises.

2.1.2 Comment collaborer?

Des efforts ont été déjà mis en place afin de faciliter le partage de l'information entre les partenaires. Un groupe de travail composé de responsables de chacune des entreprises concernées a été créé. Chaque semaine, ce groupe discute de la façon de répondre adéquatement à la demande de la papetière lors d'une réunion téléphonique. Chaque scieur doit notamment partager l'information concernant les spécifications des copeaux qu'il peut fournir à la papetière. Les spécifications concernent l'espèce (densité et longueur des fibres), l'âge du produit (taux d'humidité) et les volumes pouvant être fournis. Une application Web est en développement afin de visualiser le volume et la qualité des copeaux de bois produits par le réseau. Cependant, cette application ne comporte aucun outil d'aide à la décision permettant aux intervenants de prendre de bonnes décisions.

D'un point de vue scientifique, notre cas pratique présente une problématique peu abordée dans la littérature. En effet, comme rapporté dans notre revue de littérature, les travaux dans ce domaine étudient deux cas classiques, soit la collaboration verticale entre deux acteurs comme le cas d'un client et d'un fournisseur ou encore le cas entre un donneur d'ordre et plusieurs joueurs indépendants (tel que le cas d'un fournisseur et plusieurs clients), soit la collaboration horizontale entre des entreprises qui peuvent fournir des biens ou services complémentaires, concurrentes ou non. Notre cas d'étude présente plutôt une problématique mixte de collaboration verticale et horizontale. D'une part, on cherche à mettre en place une collaboration verticale de plusieurs fournisseurs ayant à interagir avec un client majeur, c'est-à-dire que les scieries représentent l'ensemble des fournisseurs, alors que la papetière représente leur client. D'autre part, on doit gérer une relation horizontale entre des entreprises concurrentes, c'est-à-dire la relation entre les scieries. Par ailleurs, les auteurs utilisent en général deux avenues distinctes pour l'étude d'une telle problématique. Certains étudient les approches collaboratives dans une perspective plus managériale, alors que d'autres vont plutôt traiter le problème en utilisant les approches mathématiques issues de la théorie des jeux collaboratifs. La première avenue nous laisse peu informés quant à la

manière concrète de la mettre en place, tandis que la deuxième limite énormément le problème en termes de paramètres opérationnels à prendre en compte (Lehoux *et al.*, 2008).

C'est pourquoi dans le cadre de nos travaux, nous traitons la mise en place d'une relation de collaboration interentreprises sur deux niveaux (Figure 2.3). D'abord, nous proposons le type de relation collaborative (à la fois horizontale et verticale) à mettre en place entre les parties prenantes, de façon à définir les responsabilités de chacune. Ensuite, nous utilisons un outil de simulation et d'optimisation de réseaux afin de modéliser et évaluer des mécanismes de coordination potentiels, tout en intégrant l'ensemble des paramètres de décision à prendre en compte pour refléter la réalité industrielle. Tenant compte des règles du jeu adoptées, du mécanisme de coordination choisi, ainsi que des informations échangées, nous déterminons les échanges optimaux sur un horizon de planification donné.

De façon plus détaillée, nous proposons une approche de standardisation associée à la mise en place d'un mécanisme de coordination en ce qui concerne la collaboration verticale. Il s'agit en fait d'une interdépendance de type producteur/consommateur dans lesquelles les spécifications des produits échangés nécessitent un ajustement au niveau des activités du producteur. Ainsi, nous suggérons de standardiser les processus de réalisation, ainsi que les méthodes opératoires, les spécifications des extrants, voire même les compétences des scieries de façon à mieux répondre à la demande de la papetière. Une fois les règles du jeu bien définies, nous comparons quatre mécanismes potentiels pour le cas à l'étude (le mécanisme actuel comparé à trois mécanismes de coordination potentiels), soit une façon de faire traditionnelle sans collaboration entre les partenaires (réapprovisionnement régulier), soit le CPFR et le VMI.

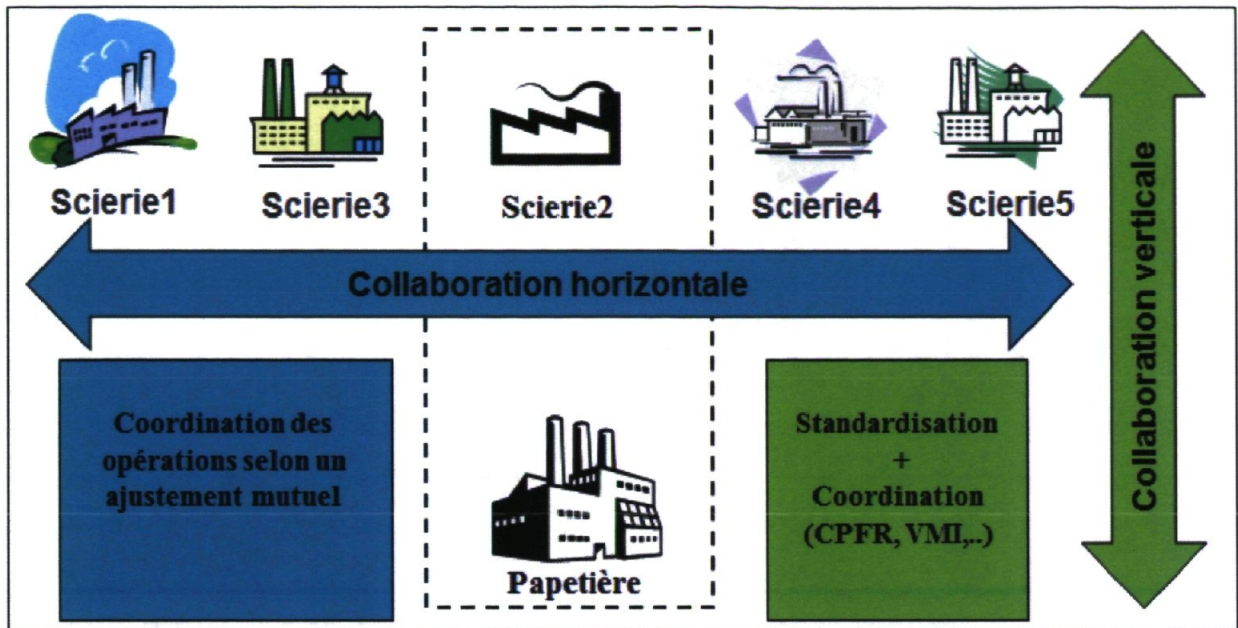


Figure 2.2 : Cadre conceptuel de l'analyse de la collaboration à deux niveaux

A) Réapprovisionnement régulier

Le réapprovisionnement régulier (RR) traduit la façon traditionnelle de faire. La papetière conclue avec chacune des scieries un contrat d'approvisionnement sur une période d'un an ou plus qui définit les modalités et les conditions permettant de contribuer à un approvisionnement stable en copeaux. Ce mode d'approvisionnement implique que chaque scierie livre à la papetière des volumes fixes de copeaux par période de planification (Figure 2.4). Les cadences de livraison prévues pourront être modifiées à la demande de l'une ou l'autre des parties, sous réserve de l'accord de l'autre partie.

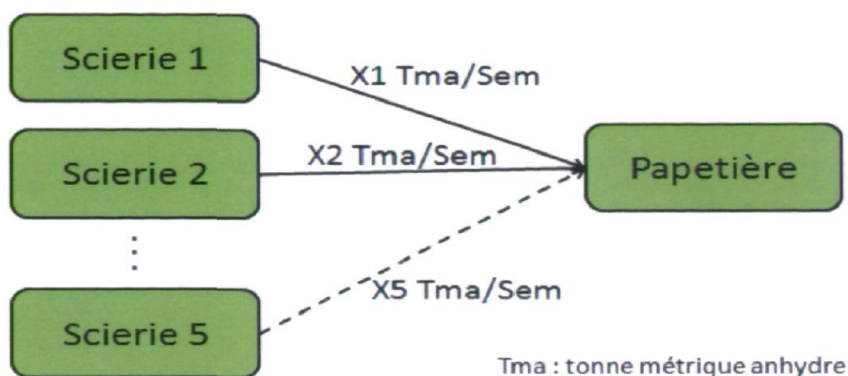


Figure 2.3 : Réapprovisionnement régulier

B) CPFR

Avec l'approche CPFR (Figure 2.5), on suppose que toutes les parties prenantes se réunissent autour d'une même table pour faire la planification de leurs opérations afin d'optimiser la gestion des copeaux. La papetière communique ainsi sa demande finale aux scieries de même que son état de stock et les scieries partagent avec la papetière leurs informations concernant l'état des stocks sur leurs sites, la fraîcheur des piles de copeaux, ainsi que leurs plans de production. Sur la base de ses informations, les scieries peuvent optimiser leurs opérations pour que la papetière soit apte à satisfaire sa demande et qu'elles-mêmes puissent répondre à leur propre demande de bois d'œuvre. On peut imaginer qu'une telle optimisation pourrait être faite par un organisme tiers.



Figure 2.4 : Approche de collaboration CPFR

C) VMI

Avec l'approche VMI (Figure 2.6), une coalition de scieries est responsable du maintien des niveaux d'inventaire en copeaux de la papetière entre un niveau minimal et maximal. Cette coalition doit également s'assurer que l'inventaire est suffisant pour que la papetière soit en mesure de satisfaire au mieux sa propre demande. La demande réelle en papier journal n'est pas partagée, toutefois les scieries sont informées sur le niveau d'inventaire en copeaux sur le site de la papetière. La papetière n'a donc plus à supporter les coûts de commande pour sa matière première. Cette approche nécessite qu'une relation de collaboration entre les membres de la coalition des scieries soit établie. Dans nos travaux, nous avons donc supposé que la coalition de scieries forme un réseau intégré.



Figure 2.5 : Approche de collaboration VMI

La notion de coalition de scieries explique la collaboration horizontale qu'on veut mettre en place entre les scieries. Il s'agit d'une coordination en cours d'exécution des opérations selon un ajustement mutuel basé sur les informations échangées et dans le but de mieux répondre à la demande en termes de volumes et de spécifications. Plus explicitement, en échangeant des informations sur les intrants des scieries en termes de volumes ainsi que de qualité, on ajuste la production de copeaux et de bois d'œuvre entre les scieries afin d'assurer une meilleure réponse à la demande de la papetière, ainsi qu'à celui du bois d'œuvre.

2.1.3 Modélisation

Description de l'outil utilisé

Afin de modéliser chacune des approches collaboratives retenues, puis de les tester pour le cas de la Côte-Nord, nous avons utilisé LogiLab, un logiciel développé par des professionnels de recherche du Consortium de recherche FORAC. LogiLab est un logiciel qui permet de modéliser et d'optimiser des réseaux de création de valeur avec une interface simple d'utilisation. Il permet aussi de faire un prototypage rapide d'un réseau grâce à une banque de données « modèles » et à la génération automatique de plans de production et de livraison. La conception du réseau logistique forestier se fait graphiquement à l'aide d'un outil semblable au logiciel Microsoft Visio (figure 2.7).

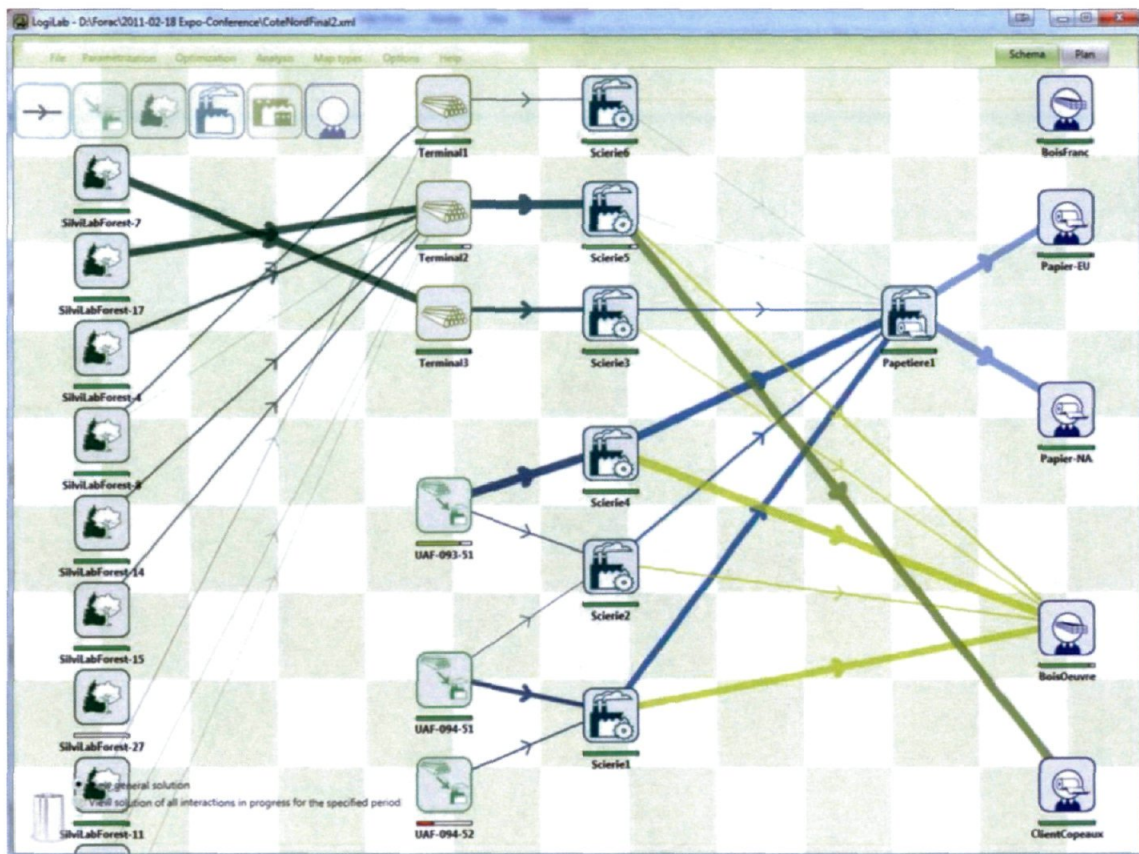


Figure 2.6 : Interface graphique pour la modélisation des réseaux logistiques sous LogiLab

Il faut établir dans un premier temps l'horizon de planification, en définissant le début de l'horizon, le nombre de périodes et pour chacune d'entre elles, leur durée (par exemple, un horizon de cinquante-deux périodes d'une semaine commençant le 1^{er} janvier 2012).

Une fois l'horizon de planification bien défini, il faut, pour les fournisseurs, définir pour chaque période les éléments suivants :

- Liste de produits disponibles et pour chacun d'entre eux une quantité et un prix (inclus ou non le coût de transport) et varier selon le volume commandé ou le client;
- Liste de clients préférés;
- Emplacement géographique.

Pour les unités de transformation, il faut définir pour chaque période les éléments suivants :

- Capacité de production totale (unité au choix);
- Liste de produits pouvant être produits et pour chacun d'entre eux une quantité et un prix (inclus ou non le coût de transport) et varier selon le volume commandé ou le client;
- Liste de processus déterminant pour chaque exécution unitaire de celui-ci (Figure2.8) :
 - Liste de quantités de produits intrants;
 - Liste de quantités de produits sortants;
 - Capacité de production utilisée;
 - Coût de production.
- Liste de fournisseurs préférés;
- Liste de clients préférés;
- Emplacement géographique.

Pour les clients/marchés, il faut définir pour chaque période les éléments suivants :

- Liste de demande de produits et pour chacun d'entre eux, une quantité et un prix (inclus ou non le coût de transport) et varier selon le volume commandé ou l'acheteur;
- Une liste de limites inférieures et supérieures sur la quantité d'un ou de plusieurs produits pouvant être acheté à un vendeur donné ou pour l'ensemble des vendeurs (si utilisé pour définir des contrats, une interface spécifique serait disponible);
- Liste des vendeurs préférés;

- Emplacement géographique ou code postal.

Pour les unités d'inventaire, définir pour chaque période les éléments suivants :

- Capacité totale (unité au choix);
- Liste de produits pouvant être entreposés;
- Liste de processus de modification déterminant :
 - un produit intrant;
 - un produit sortant (identique au produit intrant si l'entreposage ne l'a pas modifié);
 - capacité totale utilisée par unité entreposée;
 - coût par unité entreposée.
- Emplacement géographique ou code postal;

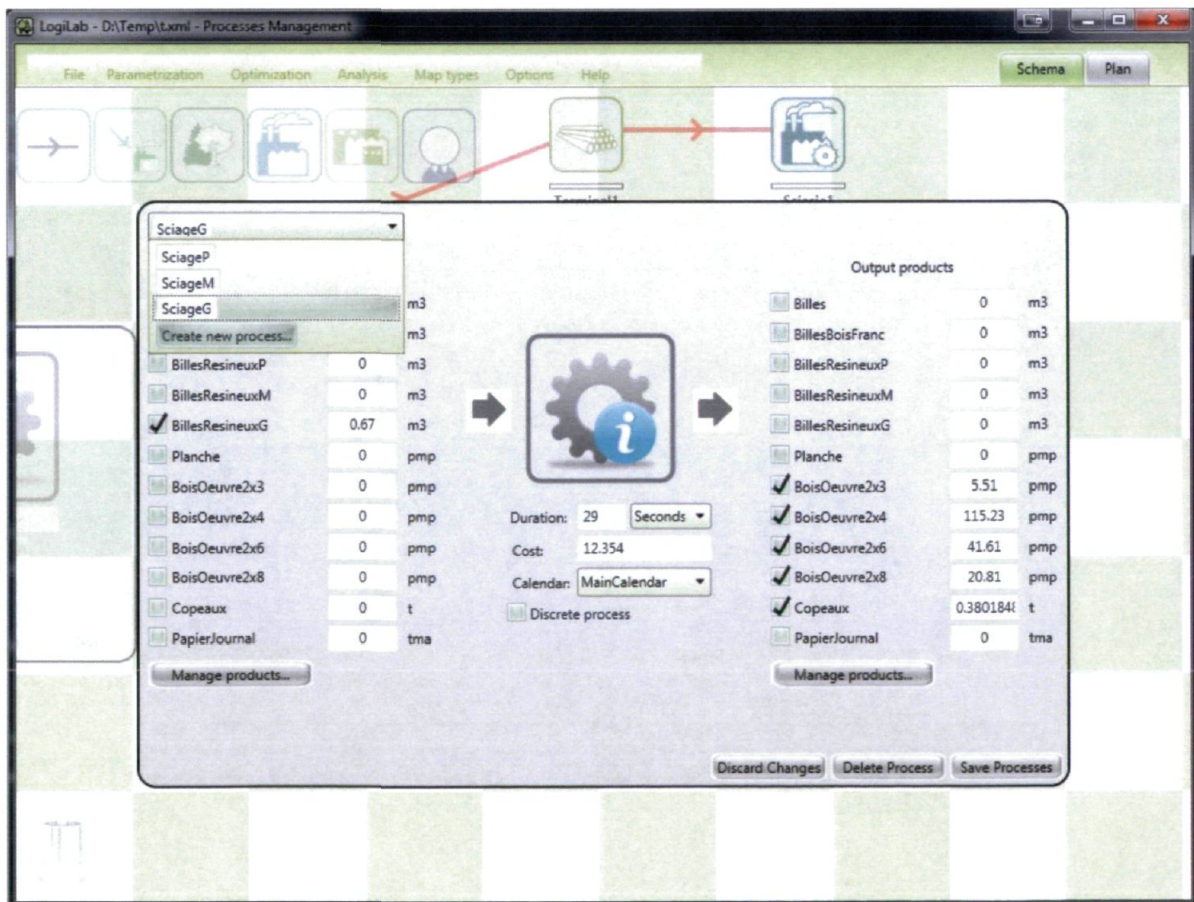


Figure 2.7 : Paramétrage des processus sous LogiLab

Pour les liens d'affaires, on définit un ou plusieurs motifs de coût, ces derniers définissent pour chaque période les éléments suivants :

- Origine et destination;
- Distance de transport;
- Coût de transport selon le produit et son volume;
- Liste des produits concernés par le patron de coût;
- Capacité (globale ou pour le motif);
- Coût d'établissement du lien d'affaires (global ou pour le motif). (Par exemple, la construction d'une route ou des coûts de marketing);
- Coût de maintien du lien d'affaires.

Les résultats obtenus sont affichés par des éléments graphiques ou par des graphiques d'inventaires, de livraisons, etc. Le logiciel doit pouvoir fournir, en version graphique et imprimable, les éléments suivants :

- Profit global du réseau
- Plans de production pour les unités de transformation.
- Plan d'entreposage pour les unités d'inventaire;
- Plan de livraison et de réception pour l'ensemble des unités d'affaires (les flux dans le réseau);
- Outils statistiques divers :
 - production, niveau d'inventaire, par période;
 - identification des contraintes critiques (par exemple, usine à pleine capacité, lien routier saturé);
 - autres (facilité à ajouter d'autres statistiques).

Des fonctionnalités spécifiques nécessaires à l'implantation des règles identifiées ont été conçues pour les projets portant sur la collaboration. Ces fonctionnalités ont été donc développées et ajoutées par les professionnels de recherche de FORAC à l'intérieur de LogiLab selon les spécificités qui leurs étaient fournies. Ces fonctionnalités seront décrites en expliquant la modélisation, sous LogiLab, des approches collaboratives choisies.

Modèle mathématique

Le modèle mathématique qui permet de tester et d'optimiser les réseaux logistiques modélisés sous LogiLab est formulé sous la forme d'un programme linéaire. Ce modèle mathématique permet, grâce à sa formulation générique et à son approche processus, de s'adapter à plusieurs problématiques différentes. Le modèle de décision ainsi que les notations mathématiques utilisées, sont détaillés ici :

Ensembles

T : L'ensemble des périodes de temps

U : L'ensemble des unités d'affaires

K : L'ensemble des types de capacité (capacité machine, limite des stocks)

W : L'ensemble des procédés (machines, inventaires)

$W_{tu} \subset W$: L'ensemble des procédés pouvant être effectués à l'unité u à la période t

P : L'ensemble des produits

E : L'ensemble des liens existant entre les unités

$\delta_u^+ \subset E$: L'ensemble des liens arrivant à u

$\delta_u^- \subset E$: L'ensemble des liens partant de u

Paramètres

q_{ktu} : Capacité de type $k \in K$ de l'unité u au temps t disponible

f_{etp}^l : Flux maximal du produit p passant par l'arc e à la période t

f_{etp}^u : Flux minimal du produit p passant par l'arc e à la période t

f_{et}^u : Flux maximal de tous les produits passant sur l'arc e à la période

c_w : Coût du procédé w

c_{etp}^f : Coût de transport du produit p sur l'arc e si le transport commence à la période t

l_{etp} : Délai de transport du produit p sur l'arc e si le transport commence à la période t

s_w : Délai de production du produit p avec le procédé w

α_{pw} : Quantité de produit p requis par le procédé w

γ_{pw} : Quantité de produit p produit par le procédé w

λ_{kuw} : Quantité d'unités de capacité de type $k \in K$ de l'unité u consommé par le procédé w

d_{tup} : Demande de produit p à l'unité u à la période t

ρ_{tup} : Valeur de vente du produit p à l'unité u à la période t

β_{tup} : Approvisionnement externe de produit p à l'unité u à la période t

σ_t : Le facteur de réduction à la période t

Variables de décision

Y_{uw} : La quantité du procédé w effectuée à l'unité u et se terminant à la période t

D_{tup} : La quantité de produit p vendue à l'unité u à la période t

F_{ept} : Le flux de produit p sur l'arc e entre les unités i et j à la période t

Modèle de décision

Maximiser

$$\sum_{t \in T} \sigma_t \left(\sum_{u \in U} \left(\sum_{p \in P | d_{tup} > 0} \rho_{tup} D_{tup} - \sum_{w \in W_{tu}} c_w Y_{tuw} \right) - \sum_{e \in E} \left(\sum_{p \in P} c_{etp}^f F_{etp} \right) \right) \quad (2.1)$$

Sujet à

$$\beta_{tup} + \sum_{t_1 \in T} \left(\sum_{w \in W_{tu} | t_1 + s_w = t} \gamma_{pw} Y_{t_1 up} \right) + \sum_{e \in \delta_u^+} \left(\sum_{t_2 \in T | t_2 + l_{et_2 p} = t} F_{et_2 p} \right) - \sum_{w \in W_{tu}} \alpha_{pw} Y_{tuw} - \sum_{e \in \delta_u^-} F_{etp} - D_{tup} = 0 \quad \forall t \in T, u \in U, p \in P \quad (2.2)$$

$$\sum_{w \in W_{tu}} Y_{tuw} \leq q_{ktu} \quad \forall t \in T, u \in U, k \in K \quad (2.3)$$

$$D_{tup} \leq d_{tup} \quad \forall t \in U, p \in P \quad (2.4)$$

$$\sum_{p \in P} F_{etp} \leq f_{et}^u \quad \forall t \in T, e \in E \quad (2.5)$$

$$f_{etp}^l \leq F_{etp} \leq f_{etp}^u \quad \forall e \in E, t \in T, p \in P \quad (2.6)$$

$$Y, D \geq 0 \quad (2.7)$$

La fonction objectif (2.1) maximise le profit du réseau (revenue de vente moins coûts de production, de stockage et de transport). La contrainte (2.2) assure la conservation des flux à travers le réseau. La contrainte (2.3) veille au respect des capacités de production. La contrainte (2.4) limite la demande satisfaite à la demande potentielle. La contrainte (2.5) assure le respect des capacités de flux sur les arcs. La contrainte (2.6) tient compte de la limite de capacité de flux de chaque produit par rapport à un arc donné.

Adaptation de l'outil pour les fins de l'étude

Comme expliqué plus haut, l'importance majeure de la qualité de la fibre sur l'efficacité de la chaîne de création de valeur étudiée fait que la gestion de la qualité de la fibre de bois doit être une composante essentielle dans le modèle d'affaires qu'on propose pour la nouvelle chaîne d'approvisionnement. Néanmoins, la caractéristique de qualité n'est pas encore bien définie, mais serait principalement reliée au vieillissement de la fibre de bois. Dans le cadre de nos travaux, nous devons tout d'abord faire le lien entre les caractéristiques des copeaux ou billes de l'inventaire et un attribut représentatif de sa qualité. Pour ce faire, des règles de bases sont déterminées en collaboration avec les

industriels. Nous qualifions la fibre de bois selon deux critères : la densité (HD, BD) qui est relative à l'essence, et la "fraîcheur" (Frais, Moins frais, Pas frais) qui englobe l'humidité et la luminance. En effet, une forte corrélation caractérise l'évolution dans le temps de ces deux paramètres. On omet ici de tenir compte de la présence de caries et d'écorces, car on suppose qu'il s'agit plutôt d'un problème d'équipements et non pas un problème de logistique. Un exemple des règles de base déterminées est présenté au tableau 2.2.

Tableau 2.2 : Règles de la gestion de la fraîcheur

Été		
Âge en jours	Type de produit	Attribut
[0-28] jours (4 semaines)	Billes	Frais
[29-49] jours (5-7 semaines)	Billes	Moins frais
[50+] jours (8 semaines et +)	Billes	Pas frais
[0-5] jours	Copeaux	Frais
[6-10] jours	Copeaux	Moins frais
[11+] jours	Copeaux	Pas frais

Ces règles de gestion de la fraîcheur de la fibre de bois ont pu être ajoutées via l'approche processus du modèle de LogiLab, de façon à mieux représenter la réalité du cas d'étude (voir Figure 2.9). Ce processus de vieillissement permet de transformer des copeaux dans un état donné de fraîcheur en des copeaux dans un état plus dégradé après un certain nombre de périodes. Une fois que les copeaux ne sont plus frais, ils perdent alors de leur valeur. De cette façon, le modèle d'optimisation favorise l'utilisation de copeaux frais, ce qui permet de réduire le coût de production de la papetière de même que les coûts de rejet de copeaux dans les scieries, tout en maximisant l'efficacité de l'utilisation de la fibre.

Avec l'approche CPF, le réseau est supposé intégré, c'est à dire que toutes les entités appartiennent à une seule coalition. Ainsi, le réseau est conçu et son optimisation permet d'optimiser le profit global du système entier.

Order	Quality Name	Periods	
1.	Frais	3	Delete quality
2.	MoinsFrais	4	Delete quality
3.	PasFrais	0	Delete quality

Figure 2.8 : Paramétrage de la dégradation de la fraîcheur sous LogiLab

Afin de modéliser l'approche de VMI, il fallait ajouter une fonctionnalité qui permet de définir l'intervalle dans lequel doit varier l'inventaire de copeaux sur le site de la papetière. En effet, selon l'approche VMI, la coalition de scieries, informée sur l'inventaire de la papetière en copeaux, doit décider les réapprovisionnements nécessaires des copeaux HD et BD pour la papetière. Ces réapprovisionnements doivent être décidés de façon à respecter un stock minimum et un stock maximum, de chacune des densités, sur le site de la papetière. La figure 2.10 montre la fonctionnalité qui a été développée pour assurer cette règle.

Calendar:		MainCalendar	
Total capacity:		Minimum	Maximum
<input type="checkbox"/> AB-Papier global inventory capacity	0		999999999
Capacity per product:			
<input type="checkbox"/> CopHD	0		999999999
<input type="checkbox"/> CopBD	0		999999999
<input type="checkbox"/> PapierJournal	0		999999999

Figure 2.9 : Règle de gestion d'inventaire VMI

L'intégration des règles de l'approvisionnement régulier a été aussi assurée par LogiLab. La fonctionnalité correspondante permet de fixer des volumes à être livrés à la papetière chaque semaine, comme le montre la figure 2.11.

Total capacity:		Minimum	Maximum
<input type="checkbox"/>	BoisacoBoisOeuvreBoisaco global capacity	0	999999999

Capacity per product:		Minimum	Maximum
<input type="checkbox"/>	CopHD	0	999999999
<input type="checkbox"/>	CopBD	0	999999999

Figure 2.10 : Règle de gestion RR

Une fois les fonctionnalités spécifiques développées pour LogiLab afin de permettre la modélisation des approches choisies, cinq scénarios envisageables pour notre cas d'études sont identifiés afin de tester ces approches :

- **Scénario S1** : L'analyse démarre avec trois scieries en conservant les pratiques actuelles des partenaires, comme le fait que la scierie 1 ne fait pas le tri de ses copeaux selon l'essence (densité) et qu'il n'y a pas de gestion de la fraîcheur (gérer les copeaux comme des produits périssables qui devront être jetés si non utilisés à la fin de leur durée de vie).
- **Scénario S2** : Ajout d'un fournisseur externe de copeaux pour la papetière.
- **Scénario S3** : On maintient le fournisseur externe et on suppose que la scierie 1 fait désormais la séparation des essences de ses copeaux, ce qui entraîne un impact sur la qualité des piles de copeaux à la scierie de même que sur la recette du papier.
- **Scénario S4** : La gestion de la fraîcheur des copeaux est prise en considération ainsi que son impact sur les coûts de production du papier.
- **Scénario S5** : Les deux scieries temporairement fermées sont ouvertes à nouveau et rejoignent le réseau.

Chaque combinaison approche-scénario sera modélisée avec LogiLab. Le profit de chaque entité sera calculé par rapport aux échanges optimaux déterminés par le logiciel. L'analyse des résultats des trois approches pour les cinq scénarios nous permettra de comparer ces méthodes et de déterminer l'approche qui maximise le profit global du réseau, celle qui favorise la papetière et celle qui favorise les scieries.

2.1.4 Partage de profit

Ainsi modélisées, l'expérimentation des approches collaboratives pour chaque scénario potentiel permettra d'évaluer les gains générés grâce à la collaboration. Le deuxième point de notre démarche vise à trouver des façons équitables de partager les profits substantiels entre les participants. À cette fin, nous allons utiliser des méthodes de partage adaptées au contexte de l'étude. Nous ne cherchons pas à identifier "la meilleure méthode", mais plutôt à proposer et à analyser quelques solutions.

Une simple vérification de la fonction profit global de notre réseau montre qu'il s'agit d'un jeu de coût. Mathématiquement, un jeu de coûts est une application $c : N \rightarrow R^+$, où $N = \{1, 2, \dots, i, \dots, n\}$ l'ensemble des n premiers entiers naturels, ensemble des indices des joueurs, qui possède les quatre propriétés suivantes :

(i) gratuité de l'inaction : $c(\emptyset) = 0$

(ii) monotonie : $\forall S, T \subseteq N : S \subseteq T \Rightarrow c(S) \leq c(T)$

(iii) sous-additivité : $\forall S, T \subseteq N : c(S \cup T) \leq c(S) + c(T)$

(iv) non trivialité : $0 \leq c(N) \leq \sum_{i \in N} c(\{i\})$

Il convient de rappeler qu'une coalition de joueurs S est un ensemble de joueurs de la grande coalition N . Pour le cas de notre étude, les trois scieries opérantes (S_1, S_2, S_3) et la papetière (P) décident de collaborer. Nous avons donc quatre joueurs qui forment la plus grande coalition, soit $N = \{S_1, S_2, S_3, P\}$. Le nombre des différentes coalitions possibles de plus d'un élément qui peuvent se former est $2^4 - 1 - 4 = 11$. Le profit $P(S)$ réalisé par une coalition S est le profit global réalisé par le réseau formé des entités de S .

Selon Boyer *et al.* (2006), le concept de solution "le plus intuitif" pour résoudre un jeu de coût est le concept de cœur, parce que c'est le concept de solution qui prend totalement en compte les menaces de sécession et que, dans un monde où la liberté contractuelle ou d'association prévaut, une solution qui ne tiendrait pas compte de ces menaces serait certainement contestable et contestée. En effet, on appelle cœur d'un jeu coopératif le concept de solution exclusivement fondé sur la prise en compte de toutes ces menaces. Plus précisément le cœur d'un jeu de coûts est l'ensemble maximal des répartitions qui résistent aux menaces de retrait coordonné de toute coalition. Formellement, on appelle cœur l'ensemble des répartitions qui satisfont les deux conditions suivantes :

$$\sum_{i \in S} y_i \geq P(S), \forall S \subseteq N \quad (2.8)$$

$$\sum_{i \in N} y_i = P(N) \quad (2.9)$$

Sachant que la valeur de Shapley est l'imputation située au centre du cœur (Boyer *et al.*, 2006), la valeur de Shapley est la règle de la théorie des jeux coopératifs qui sera retenue pour notre étude. Ainsi, si on note y_i la part de l'entité i du profit global du réseau formé par la grande coalition N , elle sera donnée par l'expression suivante :

$$y_i = \sum_{S \subseteq N, i \in S} \frac{(|S|-1)! (|N|-|S|)!}{|N|!} [P(S) - P(S - \{i\})] \quad (2.10)$$

Une autre méthode retenue est la répartition des coûts séparables et des coûts non séparables sous sa version ACAM. On rappelle qu'avec cette méthode, l'expression de la répartition y est donnée par l'expression suivante :

$$y_i = m_i + \frac{w_i}{\sum_{i \in N} w_i} g(N) \quad \forall i \in N \quad (2.11)$$

où

$$g(N) = P(N) - \sum_{i \in N} m_i \quad ; \quad w_i = m_i - P_i \quad ; \quad m_i = P(N) - P(N - \{i\}) \quad \forall i \in N$$

Sur la base des équations des conditions du cœur, nous avons développé une méthode qui permet de répartir le profit $P(N)$ sur l'ensemble des joueurs. Cette méthode est inspirée des travaux de DeMartini *et al.* (1999) et Kwasnica *et al.* (2005) pour le problème de détermination des prix dans le contexte des enchères combinatoires.

Les enchères combinatoires sont des mécanismes d'enchères dans lesquels des mises sur des ensembles d'articles sont permises. De ce fait, les participants ont la possibilité d'exprimer leur volonté d'acquérir (ou de vendre) un ensemble complet d'objets ou rien du tout. Par exemple, considérons le cas où une table et 8 chaises sont mises en vente dans une même enchère. Nous avons trois acheteurs potentiels 1, 2, et 3. Le premier acheteur ne souhaiterait acheter la table que si les quatre chaises viennent avec. Le deuxième acheteur voudrait la table avec les huit chaises ou rien du tout. Le troisième acheteur voudrait juste acheter deux chaises ou rien du tout. Avec des mises combinatoires, ces acheteurs pourront exprimer leurs souhaits. Dans le cas où seulement des mises simples (c'est-à-dire, des mises sur des objets individuels) sont tolérées, l'acheteur 1 pourrait se retrouver avec la table sans les chaises, etc. Le problème de détermination des mises gagnantes est nommé le problème de détermination des gagnants (PDG) et est équivalent au problème d'emballage d'ensemble (Rothkopf *et al.*, 1998). Une fois le problème de détermination des gagnants est résolu, le problème de détermination des prix vise à partager le montant d'une mise combinatoire sur l'ensemble des objets qui la constitue (les prix individuels ou linéaires). Idéalement, ces prix individuels devraient vérifier que le montant de chaque mise gagnante est égal à la somme des prix linéaires des objets qui la constituent et expliquer la perte des autres mises : la somme de ces prix devrait être supérieure au montant d'une mise perdante.

Ce problème de détermination des prix individuels dans le contexte des enchères combinatoires est équivalent à notre problème de partage de profits sur les participants de la collaboration. En effet, le profit de la grande coalition doit être couvert par ses contributions y_i et il faut que ces contributions justifient pourquoi il est le plus profitable de rester dans la grande coalition. Bref, il s'agit de vérifier les conditions du cœur.

DeMartini *et al.* (1999) ont proposé un mécanisme de détermination des prix individuels dans une enchère combinatoire d'acheteurs en approximant les prix linéaires. Le travail de Kwasnica *et al.* (2005) est une continuation des travaux de DeMartini *et al.* (1999).

Soit $M = \{1, 2, \dots, m\}$ l'ensemble des objets mis aux enchères et π_k le prix linéaire d'un objet k . $b = (S_b, P_b)$ désigne une mise combinatoire où S_b l'ensemble des contrats couverts par cette mise et P_b son montant. Soit B l'ensemble des mises combinatoires, B^+ l'ensemble des mises gagnantes et B^- l'ensemble des mises perdantes. $\delta_{k,b}$ est un paramètre qui vaut 1 si l'objet $k \in S_b$, 0 sinon.

Idéalement, les prix linéaires vérifient les contraintes suivantes :

$$\sum_{k \in M} \delta_{k,b} \pi_k = P_b, \quad \forall b \in B^+ \quad (2.12)$$

$$\sum_{k \in M} \delta_{k,b} \pi_k \geq P_b, \quad \forall b \in B^- \quad (2.13)$$

L'approche DeMartini consiste à garder les contraintes (2.12) comme des contraintes fortes et permettre des distorsions à minimiser sur les contraintes (2.13). Ainsi la formulation est la suivante :

$$\text{Minimiser } z \quad (2.14)$$

Sujet à

$$\sum_{k \in M} \delta_{k,b} \pi_k = P_b, \quad \forall b \in B^+ \quad (2.15)$$

$$\sum_{k \in M} \delta_{k,b} \pi_k + g_b \geq P_b, \quad \forall b \in B^- \quad (2.16)$$

$$g_b \leq z \quad (2.17)$$

$$z, \pi_k, g_b \geq 0 \quad (2.18)$$

En s'inspirant de cette formulation, nous proposons un programme linéaire qui permet de calculer une répartition y de $P(N)$ qui satisfait les conditions du cœur et qui garantit une

certaine uniformité sur le partage du profit entre les différentes coalitions. Plus précisément, nous cherchons à trouver une répartition qui maximise uniformément la différence entre

$$\sum_{i \in S} y_i \text{ et } P(S) \text{ pour toute coalition de } N.$$

La formulation que nous proposons est alors la suivante :

$$\text{Maximiser } z \quad (2.19)$$

Sujet à

$$\sum_{i \in S} y_i - P(S) \geq g_S \quad \forall S \subset N \quad (2.20)$$

$$\sum_{i \in N} y_i = P(N) \quad (2.21)$$

$$g_S \geq z \quad \forall S \subset N \quad (2.22)$$

$$y_i, g_S, z \geq 0 \quad (2.23)$$

Le programme permet alors de maximiser $\min\{\sum_{i \in S} y_i - P(S), S \subset N\}$ tout en respectant les conditions du cœur.

Cette méthode, ainsi que la valeur de Shapley et la méthode des coûts séparables et les coûts non-séparables, seront utilisés en deux temps : dans un premier temps, ces méthodes seront utilisées pour calculer la part de chaque entreprise du profit global du réseau. Leurs résultats seront comparés avec les profits comptables, soit les ventes réalisées moins les différents coûts liés. Dans un deuxième temps, ces méthodes seront utilisées pour déterminer comment le surplus du profit global du système réalisé avec la meilleure approche de coordination d'un point de vue réseau, pourrait être partagé afin de rendre cette approche profitable pour tous les joueurs.

Chapitre 3 : Expérimentation et résultats

Dans le présent chapitre, nous présentons les résultats obtenus, ainsi que les données utilisées et les hypothèses posées pour le cas. Nous rappelons que nous avons identifié trois approches potentielles à mettre en place dans une relation de collaboration entre les scieries et la papetière, à savoir le réapprovisionnement régulier (RR), le VMI (*Vendor Managed Inventory*) et le CPFR (*Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment*). Ces trois approches sont testées pour cinq scénarios potentiels. Une fois le profit du système obtenu sur LogiLab, nous avons réfléchi sur la façon de partager ce profit entre les partenaires. Les différentes hypothèses posées, ainsi que la description des données utilisées, et les résultats obtenus sont présentés dans ce chapitre.

3.1 Données du problème

Les données utilisées pour nos calculs sont tirées de données réelles pour des études qui ont été menées dans un contexte de collaboration chez des partenaires dans l'industrie des produits forestiers. Les partenaires considérés sont des entreprises qui opèrent dans plusieurs régions canadiennes et américaines, mais les données retenues concernent exclusivement les usines de la Côte-Nord. Des rencontres avec les professionnels du CRIQ (Centre de Recherche Industrielle du Québec) qui travaillent sur le projet « Bon Bois, Bonne Usine, Bon Usage » nous ont permis de bien comprendre la problématique. En septembre 2011, un déplacement de trois jours à Baie-Comeau nous a permis de visiter les installations de la papetière et sa scierie intégrée, et d'assister à des rencontres entre les experts du CRIQ et des dirigeants de différentes scieries impliquées dans notre étude.

L'horizon de planification choisi est de 52 périodes d'une semaine. Afin de pouvoir modéliser notre cas d'étude sous LogiLab, les types d'entités à modéliser ont été identifiés :

- Les unités d'approvisionnement en billots de bois;
- Les unités de transformation : scieries et papetière;
- Les marchés des différentes entreprises;
- Les liens d'affaire entre les entités.

3.1.1 Les unités d'approvisionnement

Au Québec, l'approvisionnement en forêts publiques est régi par les CAAF (contrat d'approvisionnement et d'aménagement forestier). Seul un titulaire de permis d'une usine de transformation du bois est autorisé à obtenir un CAAF. Ce contrat lui permet de récolter chaque année, sur un territoire donné, un volume de bois ronds d'une ou de plusieurs essences pour assurer le fonctionnement de son usine. En pratique, le bois est récolté en forêt par des entrepreneurs indépendants selon un plan de travail préétabli pour le compte des scieries. Dans les présents travaux, nous ne considérons pas cette problématique de l'approvisionnement en matière première. Nous supposons que l'inventaire initial est connu et que les arrivages subséquents le sont également, ce qui est une pratique courante en industrie.

Les billots sont généralement stockés dans la cour à bois pendant une certaine période avant d'être transformés en usine. Ils sont regroupés sous forme de piles, en fonction de caractéristiques physiques qui varient d'une entreprise à l'autre (e.g. essence, longueur, diamètre, provenance, etc.). Chaque pile se voit donc associée à une classe particulière. Il est à noter que les entreprises ne trient pas les billots individuellement à leur arrivée à l'usine : la totalité d'un chargement de camion se voit attribuer la même classe. Pour notre étude, nous ne considérons que deux variantes de billots : des billots de sapin et des billots d'épinettes. On estime que le bois résineux sur les forêts de la Côte-Nord est composé de 75% d'épinettes et de 25% de sapin baumier.

Afin d'estimer le plan de livraison sur cinquante-deux semaines pour une scierie donnée, nous avons procédé de la manière suivante :

- Pour chaque scierie, nous avons cherché sur le site du MRNF (Ministère des Ressources naturelles et de la Faune) le volume annuel de récolte qui lui est attribué dans son CAAF (Tableau 3.1).

Tableau 3.1 : Volume de récolte attribué par CAAF

Scierie	Volume (m³)
Scierie 1	445 100
Scierie 2	1 031 200

Scierie 3	835 200
Scierie 4	264 400
Scierie 5	115 100

- Si on désigne par V le volume autorisé dans un CAAF, on considère que ce volume contient 75% d'épinettes et 25% de sapin baumier.
- Le volume de billots d'épinettes disponible par semaine est alors généré aléatoirement selon une loi normale de moyenne $m = 0,75 \times \frac{V}{52}$ et de variance $\sigma^2 = 0,2 \times m$. Pour le volume de sapin baumier, on remplace 0,75 par 0,25 dans la formule de la moyenne.
- Une période de dégel de 6 semaines est considérée. Durant cette période, on ne s'approvisionne plus de la forêt.

Les plans d'approvisionnement annuels ressemblent donc au plan présenté par la figure 3.1.

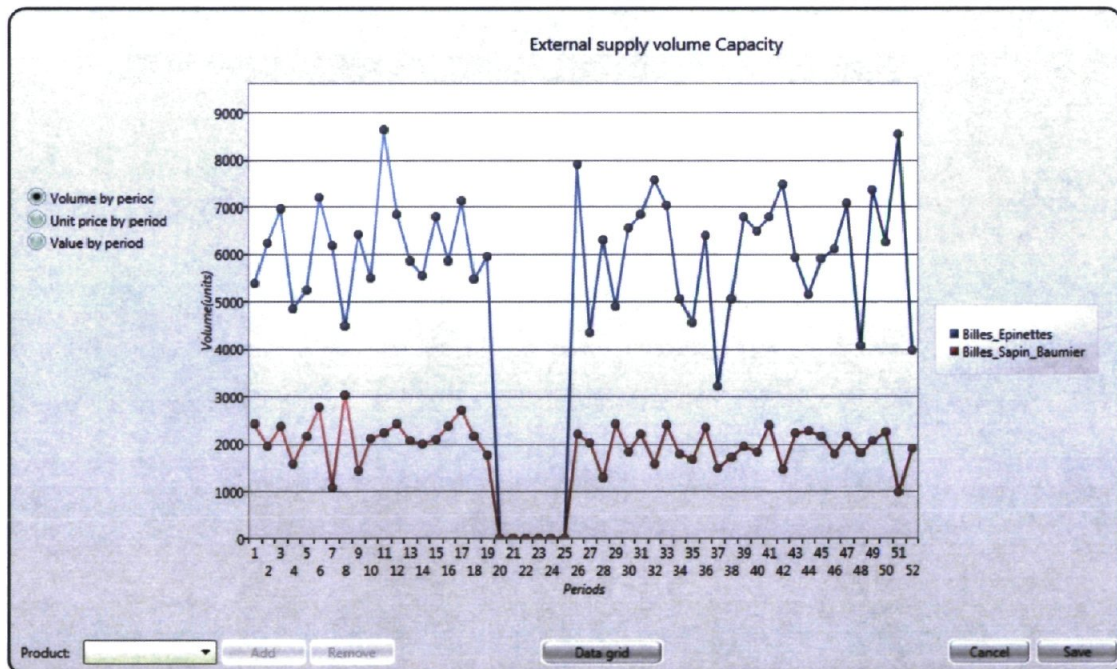


Figure 3.1 : Génération aléatoire des plans d'approvisionnement

Le coût d'approvisionnement ou le coût d'opération souche-usine est l'ensemble des dépenses requises afin de récolter un arbre en forêt et de le livrer en usine. Ceci inclut la

planification des récoltes, la construction des chemins d'accès, la récolte (abattage, débardage, ébranchage et chargement), la redevance de l'État, le transport à l'usine, de même que les coûts administratifs associés à ces activités. Les coûts spécifiques à chacune des scieries étudiées étant non disponibles, nous avons utilisé une régression linéaire du coût d'opérations souche-usine pour le bois du domaine de l'État déterminé par le biais d'enquêtes quinquennales entre 1998 et 2008 pour le bois résineux auprès des détenteurs de CAAF (Tableau 3.2).

Tableau 3.2 : Évolution du coût d'approvisionnement de 1998 à 2008 (\$/m³), d'après Del Degan Massé (2010)

Année	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Coût (\$)	57,75	58,3	58,86	59,4	59,95	60,53	60,93	61,33	61,73	62,13	62,55

Une régression linéaire de cette série nous donne les estimations de coûts présentés dans le tableau 3.3.

Tableau 3.3 : Estimation des coûts d'approvisionnement entre 2009 et 2012

2009	2010	2011	2012
63,19	63,67	64,15	64,63

Nous avons donc supposé un coût d'approvisionnement identique pour toutes les scieries égal à 64,63 \$/m³ pour le bois rond livré à l'usine.

3.1.2 Les unités de transformation

Les scieries

À l'usine, les billots sont découpés de manière à obtenir des pièces de bois qu'on appelle sciages (en anglais, *lumber*). À partir de billots de même classe (et même à partir d'un seul billot) on obtient plusieurs sciages de dimensions différentes (2"x3", 2"x4", 2"x6", etc.). Selon la valeur de ces sciages sur le marché, on essaie d'optimiser la découpe des billots afin de maximiser la valeur du panier de produits de sortie. À la sortie de l'usine, les sciages verts sont assemblés en paquets de même dimension et longueur. Ensuite, ces

paquets sont envoyés à l'unité de séchage et enfin à l'unité de rabotage. Les chutes de sciage sont transformées par déchiquetage en copeaux.

Dans nos travaux, nous supposons que ces sciages sont équivalents à un produit "bois d'œuvre" dont le coût/prix est composé des coûts/prix des différents sciages.

Afin de modéliser les unités de sciage sous LogiLab, il faut déterminer trois paramètres pour chaque usine :

- le rendement de sciage;
- les coûts de production;
- la capacité de l'usine.

Le rendement de sciage est le facteur de consommation matière première/produit fini. Il définit le volume de billots (en m³) consommé pour produire du bois d'œuvre (en Mpmp). En fonction des installations et de la technologie utilisées, ainsi que le mode de sciage, le rendement de sciage varie généralement entre 5,05 m³/Mpmp et 4,25 m³/Mpmp. Pour notre cas d'étude, nous avons pu obtenir des tableaux de bord sur la performance des trois scieries opérantes entre le 1er janvier et le 31 mars 2011. Le tableau 3.4 indique le rendement de sciage des trois scieries opérantes.

Tableau 3.4 : Rendement de sciage des trois scieries opérantes

Scierie	Rendement de sciage (m³/Mpmp)
Scierie 1	4,45
Scierie 2	5,03
Scierie 3	4,52

Les coûts de production sont les coûts de transformation des billots en bois d'œuvre (coût de découpage, séchage, rabotage, etc.), ainsi que le coût de production de copeaux (déchiquetage). Étant indisponibles pour les scieries de notre cas d'étude, nous avons utilisé des coûts déterminés par une enquête réalisée par PricewaterhouseCoopers pour le compte du CIFQ (Conseil de l'Industrie Forestière du Québec) en 2008. Le tableau 3.3 présente la

moyenne de chaque coût pour l'enquête réalisée sur 33 répondants. Nous considérons que ces coûts sont identiques pour toutes les scieries.

Tableau 3.5 : Différents coûts de transformation

Coût	Moyenne
Coût de sciage (\$/m ³)	17,80
Coût de rabotage (\$/Mpmp)	28,48
Coût de séchage sapin (\$/Mpmp)	21,40
Coût de séchage épinettes (\$/Mpmp)	12,79
Coût de séchage pin gris (\$/Mpmp)	12,79
Autres coûts (emballage) \$/m ³	3,50
Coût de mise en copeaux (\$/tma)	25,14
Amortissement et frais financiers (\$/m ³)	5,00

Dans les conditions actuelles du marché, les scieries de la Côte-Nord opèrent sur la base de deux factions par jour. Les capacités horaires et annuelles des cinq scieries sont données par le tableau 3.4 suivant :

Tableau 3.6 : Capacité de production des scieries

Unité	Capacité horaire (m ³ /heure)	Capacité annuelle (m ³ /année)*
Scierie 1	113,5	472 160
Scierie 2	253,6	1 054 976
Scierie 3	158,1	657 696
Scierie 4	53	220 480
Scierie 5	45,6	189 696

* : 8h/j x 5j/sem x 52 sem x 2 factions x capacité horaire

Papetière

En ce qui concerne la papetière, elle ne fabrique qu'un seul produit qui est le papier journal, à partir de pâte thermomécanique (PTM). Il faut en moyenne 1,02 tonne de copeaux afin de fabriquer une tonne de papier journal. Un mélange de copeaux d'épinettes (HD) et de sapin

(BD) est requis pour faire du papier. Selon la recette de production de papier journal, le pourcentage de copeaux de sapin (BD) ne doit pas dépasser 25% du volume total des copeaux utilisés.

La capacité de production nominale de la papetière est de 1481 tonne/jour. Son coût de production varie entre 499 et 530 \$/tonne, dépendamment de la qualité de copeaux utilisés.

3.1.3 Les marchés

Chaque scierie a donc un marché de bois d'œuvre à servir, ainsi que la demande de la papetière à satisfaire. Pour sa part, la papetière répond à une demande de taille qui provient principalement de pays de l'Amérique du Sud.

Dans les conditions normales du marché, une scierie prévoit sa production de quelques semaines en avance et essaie ainsi de trouver un preneur à ses produits. Avec la crise, la demande de bois d'œuvre a chuté dramatiquement pour toutes les scieries de la région et le prix du bois d'œuvre a connu un creux historique. Toutefois, l'amélioration récente des prix du bois sur le marché est encourageante et montre des perspectives d'avenir plus prometteuses. D'ailleurs, c'est pour cette raison qu'une éventuelle réouverture des deux scieries actuellement fermées a été considérée dans nos scénarios. Pour le papier journal, la demande connaît une baisse constante, mais le prix reste plus ou moins stable sur les trois dernières années.

Par manque de données réelles, la demande hebdomadaire des différents marchés a été générée aléatoirement selon une loi normale de moyenne égale à la capacité de production hebdomadaire de l'usine et une variance égale à 0,25 fois la moyenne (Figure 3.2).

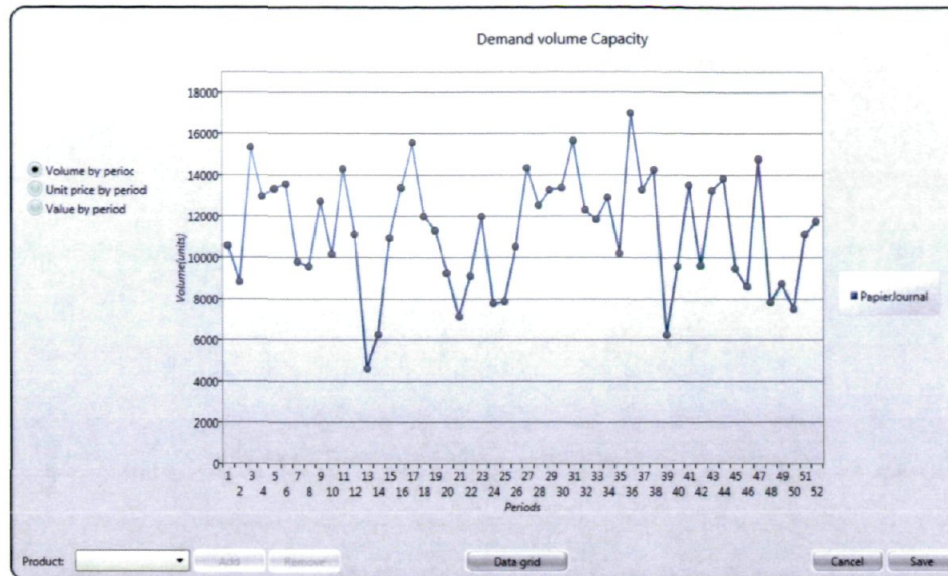


Figure 3.2 : Génération aléatoire de la demande

3.1.4 Les liens d'affaires entre les entités

Un lien d'affaires sous LogiLab autorise un échange de produits entre deux entités dans un seul sens, de façon à ce que les produits de sortie d'une entité soient consommés par une autre entité ou par un client final.

L'entrée des coordonnées spatiale d'une entité permet à LogiLab de calculer la distance routière entre les deux. On détermine pour chaque lien, les produits qui peuvent être transportés sur le lien, leurs coûts de transport respectifs, ainsi que la capacité du lien en termes de flux minimal et maximal.

Pour nos modèles, le seul coût de transport considéré dans le réseau correspond à celui de copeaux, soit de 50\$ par Tma (Tonne métrique anhydre). En effet, on suppose que le coût de transport des billes de bois (en amont des scieries) est inclus dans le coût d'achat de ces dernières. Les coûts de transport du bois d'œuvre et du papier sont supportés par les clients finaux.

On permet à la papetière de favoriser la scierie qu'elle possède. L'astuce consiste alors à utiliser un coût de transport nul entre les deux unités d'affaires. À noter que la distance les séparant est neuf fois plus petite que celle séparant la deuxième plus proche scierie de la papetière.

3.1.5 Autres hypothèses

Les hypothèses suivantes ont aussi été posées pour la modélisation de notre cas :

- la capacité de stockage de la papetière est considérée limitée :
 - stock max de copeaux HD = deux semaines de pleine production (17000 Tma);
 - stock max de copeaux BD = deux semaines de pleine production (4000 Tma);
 - stock max de papier journal : 25000 T.
- la capacité de stockage pour les scieries est considérée limitée juste pour le bois d'œuvre à un mois de demande moyenne :
 - scierie 1 : 7694 Mpmp;
 - scierie 2 : 16923 Mpmp;
 - scierie 3 : 15385 Mpmp.

Pour le réapprovisionnement régulier, les volumes à livrer par les scieries à la papetière sont les suivants :

- scierie 1 : 1620 Tma/sem;
- scierie 2 : 3040 Tma/sem;
- scierie 3 : 2420 Tma/sem.

Ces volumes sont calculés de façon à ce que le modèle reste réalisable et que le volume soit un multiple de 20 Tma (capacité moyenne d'un camion).

Pour l'approche VMI, on change les contraintes qui fixent les volumes de copeaux livrés à la papetière par des contraintes qui fixent les niveaux min et max de stock en copeaux sur le site de la papetière. Afin d'estimer ces niveaux min et max, les hypothèses suivantes ont été prises :

- stock min = stock couvrant deux jours de production puisque les scieries travaillent cinq jours par semaine alors que la papetière en travaille sept;
- stock max = stock couvrant la production d'une semaine vu que les copeaux deviennent moins-frais après une semaine.

3.2 Résultats

Dans cette partie, nous présentons d'abord les résultats obtenus par les différentes approches de coordination pour chaque scénario potentiel. Ensuite, nous abordons le problème de répartition des profits générés par les méthodes de partage choisies.

3.2.1 Approches de coordination

Afin d'expérimenter les trois approches choisies (RR, VMI, CPFR), nous les avons testées pour cinq scénarios. On donne, pour chaque combinaison approche-scénario, les différents taux d'utilisation de la capacité des moulins de sciage, le taux d'utilisation de la déchiqueteuse, le taux d'utilisation des CAAF ainsi que les différentes composantes du profit des entités présentes dans un scénario. Le tableau 3.7 montre le profit global, en dollars, du réseau pour chaque combinaison scénario-approche.

Tableau 3.7 : Profit généré par le réseau avec chacune des approches pour les cinq scénarios

	Profit global du réseau (\$)				
	S1	S2	S3	S4	S5
RR	34 400 179	39 294 395	43 735 254	57 263 797	61 961 212
VMI	38 577 105	42 681 859	47 350 305	60 668 827	65 255 449
CPFR	39 280 959	42 698 985	47 993 005	61 329 918	65 868 408

À titre d'exemple, on obtient les résultats présentés aux tableaux 3.8 et 3.8 pour l'approche RR avec le premier scénario.

Tableau 3.8 : Taux d'utilisation des capacités

	Taux util. moulins sciage	Taux util. déchiquet.	Taux utilisation CAAF
Scierie 1	28,33 %	14,58 %	87,51 %
Scierie 2	75,55 %	3,64 %	88,17 %
Scierie 3	56,68 %	2,31 %	91,32 %
Papetière	67,48 %	-	-

Tableau 3.9 : Calcul du profit des différentes entités

	Scierie 1	Scierie 2	Scierie 3	Papetière	Réseau
Coût d'appro.	21 112 547	47 990 749	38 980 655	51 578 800	
Coût de prod.	8 704 253	21 901 957	17 882 738	139 948 021	
Coût de stock.	35 756	107 856	112 421	209 146	
Coût de transp.	-	-	-	10 517 699	
Ventes Bois	21 456 842	505 12 603	46 017 699	-	
Ventes cop.	11 793 600	22 131 200	17 654 000	-	
Ventes papier	-	-	-	223 916 834	
Profit	3 397 886	2 643 240	6 695 885	21 663 168	34 400 179

Ici, le profit de chaque entité est calculé comme étant la différence entre les ventes optimales déterminées par Logilab et les différents coûts associés. Ces profits et les profits du réseau global pour toutes les combinaisons approche-scénario sont donnés par les tableaux 3.10, 3.11 et 3.12.

Tableau 3.10 : Profits calculés sur la base des échanges commerciaux pour les scénarios 1 et 2

	S1			S2		
	RR	VMI	CPFR	RR	VMI	CPFR
Scierie 1	3 397 886	4 816 104	4 798 046	3 397 906	4 880 112	4 879 092
Scierie 2	2 643 240	-889 114	-889 235	2 631 224	3 271 196	3 280 181
Scierie 3	6 695 885	7 715 799	7 717 897	6 717 766	7 712 215	7 712 723
Papetière	21 663 168	26 934 317	27 654 251	26 547 500	26 818 336	26 826 989
Réseau	34 400 179	38 577 106	39 280 960	39 294 395	42 681 859	42 698 985

Tableau 3.11 : Profits calculés sur la base des échanges commerciaux pour les scénarios 3 et 4

	S3			S4		
	RR	VMI	CPFR	RR	VMI	CPFR
Scierie 1	3 370 010	4 875 635	4 879 121	3 414 390	4 682 067	4 670 937
Scierie 2	2 643 985	3 219 448	3 276 271	2 727 762	2 993 148	2 947 063
Scierie 3	6 700 570	7 712 966	7 711 747	6 797 901	7 672 520	7 669 053
Papetière	31 020 689	31 542 257	32 125 866	44 323 745	45 321 093	46 042 866
Réseau	43 735 255	47 350 306	47 993 005	57 263 798	60 668 828	61 329 919

Tableau 3.12 : Profits calculés sur la base des échanges commerciaux pour le scénario 5

	S5		
	RR	VMI	CPFR
Scierie 1	3 427 123	4 755 387	4 793 497
Scierie 2	2 727 007	3 179 199	3 172 092
Scierie 3	6 798 938	7 604 260	7 581 468
Papetière	45 180 397	46 096 692	46 423 414
Scierie 4	1 154 400	1 128 062	1 167 282
Scierie 5	2 673 347	2 491 850	2 730 655
Réseau	61 961 212	65 255 450	65 868 409

Scénario 1

Le résultat du scénario 1 est fort intéressant (Figure 3.3). La baisse de profit de la scierie 2 est de l'ordre de 130% pour le VMI et le CPFR. En effet, en absence de fournisseur de copeaux externe, la scierie 2 augmente son volume de production de copeaux de l'ordre de 40% en déchiquetant des billes entières de bois. La scierie 2 permet ainsi à sa papetière d'accéder à suffisamment de copeaux, ce qui génère une augmentation du profit de celle-ci entre 7% en VMI et 10% en CPFR. Ainsi, même si la scierie fait face à une perte, le complexe intégré en tant que tel est gagnant.

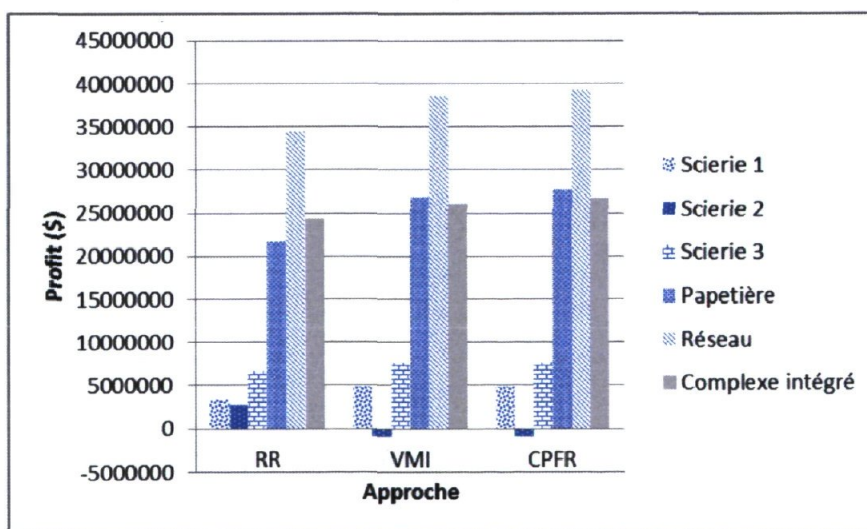


Figure 3.3 : Profit généré par chaque unité d'affaires avec chacune des approches pour le scénario 1

Scénario 2

Dans ce scénario, on ajoute à la configuration du scénario 1 un fournisseur externe de copeaux (ce qui est le cas depuis peu de temps) à un prix de 200\$/Tma. Sa capacité d'approvisionnement est fixe à 3000 Tma/sem de copeaux HD et 1000 Tma/sem de copeaux BD (soit 75% d'épinette et 25% de sapin).

En permettant à la papetière la possibilité d'accès à un marché spot de copeaux, on remarque que la scierie 2 renonce au mode déchiquetage billes entières et annonce ainsi des profits positifs. Ainsi, 97% des volumes provenant des billes entièrement déchiquetées par la scierie 2 sont compensés par le marché spot.

Scénario 3

Dans ce scénario, on garde le fournisseur de copeaux et on suppose que la scierie 2 adhère au processus de standardisation des pratiques et fait la ségrégation de ses copeaux. Cette mesure devrait permettre à la papetière de passer plus de volumes de sa pile basse densité et d'améliorer son rendement. En effet, avec des essences mieux séparées, la papetière doit éviter des temps de setup pour stabiliser le procédé de fabrication et améliorer ainsi sa productivité de 20 tonnes par jour.

Les résultats du scénario 3 montrent que l'implication de la scierie 1 dans la démarche d'amélioration de la qualité de copeaux permet une augmentation de l'ordre de 16% des profits de la papetière. Par contre, cette scierie ne fait pas plus de profit en changeant sa façon de faire, malgré un éventuel coût d'investissement dans cette démarche.

Scénario 4

Dans ce scénario, on suppose qu'on pousse encore dans la standardisation des pratiques et qu'on assure la gestion de la fraîcheur de la fibre selon des règles de vieillissement données. Le coût de production du papier dépendra donc de la fraîcheur des copeaux selon une fonction régressive.

Pour toutes les approches, l'intégration de la gestion de la fraîcheur (scénario 4) dans la chaîne d'approvisionnement de copeaux permet une augmentation de profit au réseau entre

27% et 31%. En effet, l'amélioration de la qualité des copeaux peut permettre à la papetière jusqu'à 43% d'augmentation de profits. Par contre, en VMI et en CPFR, les scieries se trouvent avec des baisses de profits allant jusqu'à 10% pour la scierie 2, le coût de gestion de la fraîcheur sur les sites empêchant les scieries de réaliser des bénéfices.

Scénario 5

On suppose ici que les deux scieries temporairement fermées reprennent leurs activités.

Pour l'approche RR, on suppose aussi que l'entente entre ces scieries et la papetière consiste à livrer les volumes suivants :

- Scierie 4 : 880 Tma/sem
- Scierie 5 : 380 Tma/sem

Les résultats du scénario 5 montrent qu'un retour éventuel à l'activité des scieries temporairement fermées sur la Côte-Nord est bénéfique pour le réseau. En effet, on constate une énorme baisse du volume des billes entièrement déchetées de l'ordre de 60% et une augmentation subséquente des profits pour tous. Une telle analyse démontre que si les partenaires sont aptes à redistribuer adéquatement les bénéfices générés d'une collaboration plus étroite, il devient alors profitable à la fois économiquement et socialement de rendre de nouveau opérable deux importants employeurs de la région.

Analyse globale des scénarios

Dans tous les scénarios, il s'avère toujours profitable pour le réseau global et pour chacune des entités de passer du RR au VMI ou au CPFR, à l'exception de la scierie 2 (intégrée à la papetière) dans le scénario 1. Cette amélioration s'explique principalement par une meilleure gestion du stock. En effet, en examinant l'inventaire de la papetière pour les trois approches, on trouve qu'avec l'approche RR, des quantités fixes de copeaux sont livrés à la papetière indépendamment de son besoin réel pour une période donnée (Figure 3.4). Ainsi, on remarque une accumulation de stock de copeaux HD pour les périodes de faibles demandes en papier.

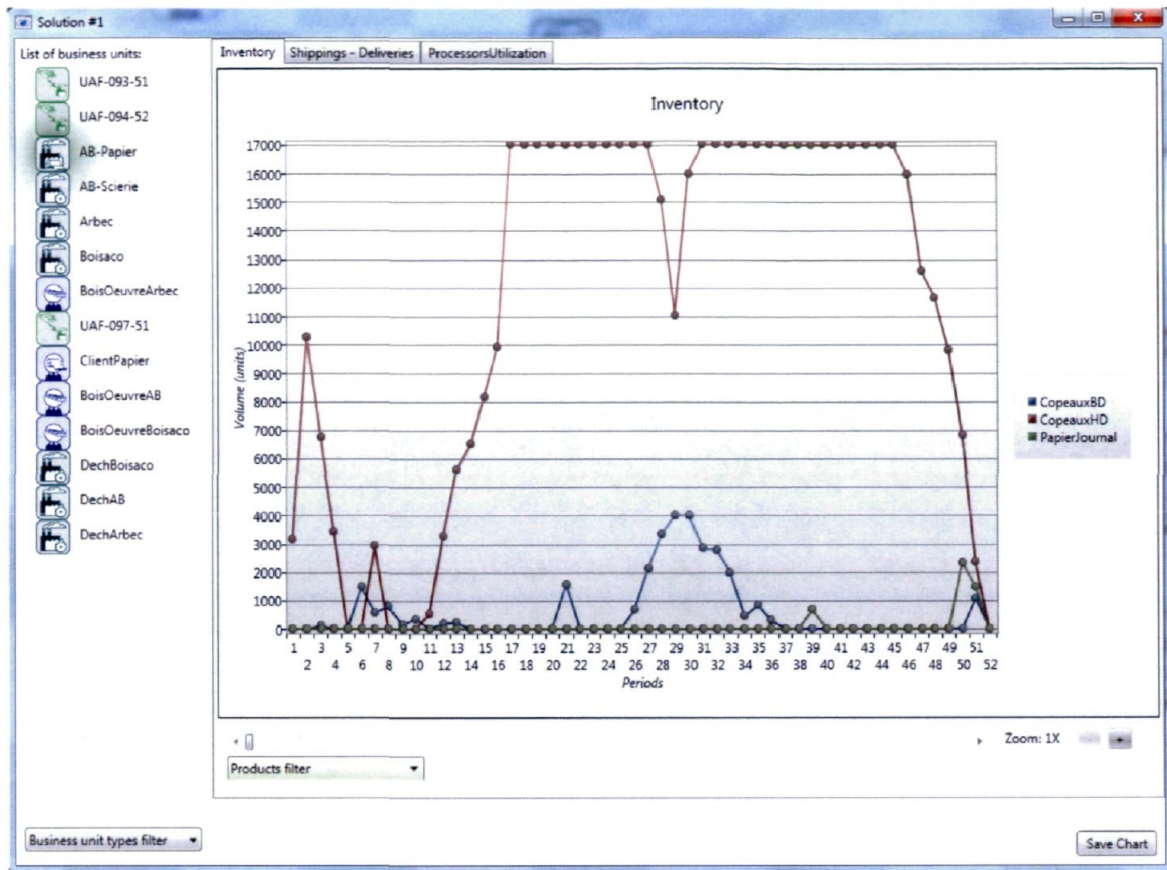


Figure 3.4 : Inventaire papetière avec l'approche RR-scénario 1

En fixant les niveaux min et max des stocks de copeaux sur le site de la papetière selon les règles de l'approche VMI, on remarque une diminution du niveau de l'inventaire et ainsi des coûts de stockage (Figure 3.5). Pour les périodes de faible demande de papier, les scieries continuent à approvisionner la papetière selon les niveaux minimums de copeaux, ce que leur permet un revenu minimal de copeaux par période.

Avec l'approche CPFRR, les niveaux de stock de la papetière diminuent davantage, ce qui lui permet de réduire encore ses coûts de stockage. Par contre, en absence de vente minimale (livraison minimale) de copeaux par semaine, les scieries peuvent voir leurs coûts de stockage augmenter.

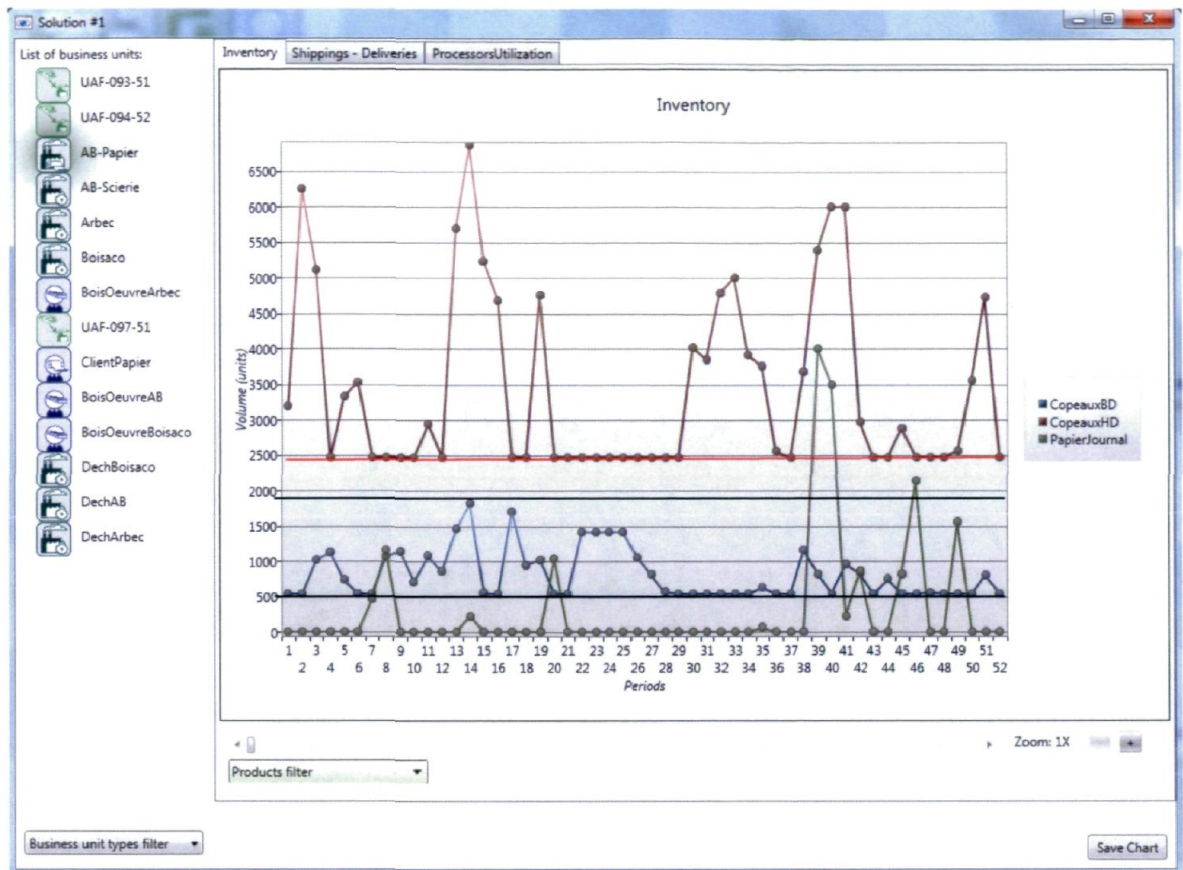


Figure 3.5 : Inventaire papetière avec l'approche VMI-scénario 1

Pour les scieries, l'augmentation des profits correspondant au passage du RR au VMI varie entre 9,73% et 44,68%, alors qu'un passage du RR au CPFR entraîne une augmentation de profit entre 2,75% et 44,78%. En effet, en fixant les volumes de copeaux à livrer à la papetière, la portion bois d'œuvre ainsi produite et vendue s'avère non rentable dans le contexte du marché actuel. Le VMI et le CPFR se révèlent donc de bonnes façons de répondre aux aléas du marché en adaptant la quantité de copeaux produits et la quantité de bois d'œuvre fabriqué selon le contexte. La papetière enregistre d'ailleurs toujours une augmentation de profit en passant du RR au VMI ou au CPFR qui varie entre 1,02% et 24,33% en VMI et entre 1,05% et 27,66% en CPFR, confirmant ainsi l'importance d'approvisionner suffisamment cette unité d'affaires en copeaux pour mieux satisfaire la demande.

Les résultats des scénarios 3 et 4 montrent que l'implication des scieries dans la gestion de la qualité de copeaux permet des profits supplémentaires pour la papetière, mais entraîne

nécessairement des coûts supplémentaires pour les scieries. Cette constatation montre bien l'importance d'une réflexion sur un partage équitable des bénéfices conduisant à une relation gagnant-gagnant qui incitera les scieries à faire l'exercice de gestion de la qualité de copeaux.

En comparant les profits entre le VMI et le CPFR, on remarque qu'il est toujours plus profitable pour le réseau et pour la papetière d'opter pour le CPFR. En effet, le profit global est fortement sensible à la performance économique de la papetière, dont le profit représente entre 62% et 77% du profit global du réseau. En optant pour le VMI, la papetière se retrouve toujours avec un coût de stockage minimal qui est parfois évitable en CPFR (stock minimum imposé). Néanmoins, il se révèle moins profitable pour les trois scieries de faire du CPFR lorsqu'il y a gestion de la fraîcheur des copeaux (scénario 4). La baisse varie entre 0,05% pour la scierie 3 et 1,54% pour la scierie 2. En effet, vu l'importante variabilité de la demande finale et en absence de stock minimal sur le site de la papetière (et donc d'une livraison minimale de copeaux par semaine), il arrive que les scieries encaissent plus de coûts de stockage en gardant une grande quantité de copeaux sur leurs sites.

3.2.2 Partage de bénéfices

Préparation des données pour le partage des bénéfices

La préparation des données pour le partage des profits englobe la détermination des profits auxquels peuvent parvenir les différentes coalitions formées dans l'étude des différentes interactions possibles entre les usines. Pour le faire, les différentes coalitions possibles ont été modélisées sous LogiLab et les profits correspondants ont été déterminés.

Comme expliqué dans le chapitre précédent, des méthodes de partage de profit sont utilisées, dans un premier temps, afin de calculer la part de chaque entreprise du profit total du réseau et le comparer avec son profit comptable (ventes moins coûts), et dans un deuxième temps, pour partager un surplus de profit amené par un scénario donné ou une approche collaborative. Le scénario de base considéré est le scénario 2 avec l'approche RR, c'est à dire le cas où on considère les pratiques courantes des scieries et la présence d'un fournisseur externe de copeaux dans le réseau à l'étude. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 3.13.

Tableau 3.13 : Répartition du profit total du réseau selon les différentes méthodes de partage

	Profit comp.	%	Shapley	%	DeMartini	%	ACAM	%
Scierie 1	3 397 906	8,65%	3 218 478	8,19%	2 479 571	7,51%	2 608 622	7,76%
Scierie 2	2 631 224	6,70%	8 001 157	20,36%	2 479 571	7,51%	7 106 393	20,30%
Scierie 3	6 717 766	17,10%	5 504 934	14,01%	6 835 294	19,08%	4 899 832	13,75%
Papetière	26 547 500	67,56%	22 569 826	57,44%	27 499 959	65,91%	24 679 548	58,19%
Total	39 294 395	100,00%	39 294 395	100,00%	39 294 395	100,00%	39 294 395	100,00%

On remarque que la méthode développée sur la base des travaux de DeMartini *et al.* donne des profits qui ne diffèrent pas beaucoup des profits comptables. Par contre, la valeur de Shapley ainsi que la méthode des coûts séparables et des coûts non séparables, sous sa version ACAM, montrent l'injustice du calcul du profit sur la base des échanges commerciaux. En effet, la scierie 2 obtient jusqu'à 20% du profit total avec la valeur de Shapley ou la ACAM alors qu'elle obtient seulement 7% avec la méthode comptable. En effet, ce résultat montre que la méthode comptable ne reflète pas la contribution économique de cette scierie dans le réseau. Pour les deux autres scieries, leurs profits calculés par les trois méthodes de partage ne diffèrent pas beaucoup de ceux donnés par la méthode classique.

Ce résultat est confirmé avec le scénario 4 pour les trois approches, comme présenté aux tableaux 3.14, 3.15 et 3.16.

Tableau 3.14 : Résultats S4-RR

	Profit comp.	%	Shapley	%	DeMartini	%	ACAM	%
Scierie 1	3 414 390	5,96%	4 197 941	7,33%	3 613 484	6,31%	3 801 550	6,64%
Scierie 2	2 727 762	4,76%	10 418 307	18,19%	3 613 484	6,31%	10 356 160	18,09%
Scierie 3	6 797 901	11,87%	7 326 382	12,79%	9 961 087	17,40%	7 140 534	12,47%
Papetière	44 323 745	77,40%	35 321 166	61,68%	40 075 742	69,98%	35 965 553	62,81%
Total	57 263 798	100,00%	57 263 798	100,00%	57 263 798	100,00%	57 263 798	100,00%

Tableau 3.15 : Résultats S4-VMI

	Profit comp.	%	Shapley	%	DeMartini	%	ACAM	%
Scierie 1	4 682 067	7,72%	4 761 333	7,85%	3 973 181	6,55%	4 285 432	7,06%
Scierie 2	2 993 148	4,93%	11 260 075	18,56%	3 973 181	6,55%	11 077 071	18,26%
Scierie 3	7 672 520	12,65%	7 357 289	12,13%	8 876 534	14,63%	6 929 785	11,42%
Papetière	45 321 093	74,70%	37 290 131	61,47%	43 845 932	72,27%	38 376 539	63,26%
Total	60 668 828	100,00%	60 668 828	100,00%	60 668 828	100,00%	60 668 828	100,00%

Tableau 3.16 : Résultats S4-CPFR

	Profit comp.	%	Shapley	%	DeMartini	%	ACAM	%
Scierie 1	4 670 937	7,62%	4 807 408	7,84%	3 985 766	6,50%	4 324 358	7,05%
Scierie 2	2 947 063	4,81%	11 269 600	18,38%	3 985 766	6,50%	11 125 213	18,14%
Scierie 3	7 669 053	12,50%	7 424 179	12,11%	8 902 104	14,52%	6 991 349	11,40%
Papetière	46 042 866	75,07%	37 828 733	61,68%	44 456 282	72,49%	38 888 999	63,41%
Total	61 329 919	100,00%	61 329 919	100,00%	61 329 919	100,00%	61 329 919	100,00%

Les mêmes méthodes sont utilisées pour partager le surplus de profit en passant d'un état à un autre. À titre d'exemple, en passant de l'état scénario 2-RR à scénario 4-RR, les profits du réseau augmentent de 45%. La répartition de cette augmentation selon les méthodes choisies, ajoutée au profit calculé à la base des échanges commerciaux de la combinaison scénario-approche initiale, donne les valeurs présentés dans les tableaux 3.17, 3.18 et 3.19.

Tableau 3.17 : De S2-RR à S4-RR

	Shapley	%	DeMartini	%	ACAM	%
Scierie 1	4 371 128	7,63%	4 052 256	7,08%	4 126 757	7,21%
Scierie 2	5 032 633	8,79%	3 285 574	5,74%	4 985 078	8,71%
Scierie 3	8 530 393	14,90%	9 170 171	16,01%	8 448 003	14,75%
Papetière	39 329 643	68,68%	40 755 796	71,17%	39 703 959	69,34%
Total	57 263 798	100,00%	57 263 798	100,00%	57 263 798	100,00%

Tableau 3.18 : De S4-RR à S4-VMI

	Shapley	%	DeMartini	%	ACAM	%
Scierie 1	3 977 747	6,56%	3 776 733	6,23%	3 992 028	6,58%
Scierie 2	3 569 505	5,88%	3 090 105	5,09%	3 412 139	5,62%
Scierie 3	6 828 852	11,26%	6 435 558	10,61%	6 215 988	10,25%
Papetière	46 292 724	76,30%	47 366 432	78,07%	47 048 673	77,55%
Total	60 668 828	100,00%	60 668 828	100,00%	60 668 828	100,00%

Tableau 3.19 : De S4-VMI à S4-CPFR

	Shapley	%	DeMartini	%	ACAM	%
Scierie 1	4 728 146	7,71%	4 682 067	7,63%	4 706 122	7,67%
Scierie 2	3 002 762	4,90%	2 993 148	4,88%	2 963 134	4,83%
Scierie 3	7 739 420	12,62%	7 672 520	12,51%	7 708 991	12,57%
Papetière	45 859 590	74,78%	45 982 184	74,98%	45 951 672	74,93%
Total	61 329 919	100,00%	61 329 919	100,00%	61 329 919	100,00%

La répartition du gain supplémentaire par les trois méthodes conduit à des résultats sensiblement similaires. En effet, la grande partie du profit est composée du profit comptable de l'état initial. Toutefois, on peut remarquer que toutes les répartitions améliorent les profits des scieries, surtout la scierie 2, et mettent en évidence le manque d'équilibre dans le calcul des profits comptables. Avec les méthodes d'allocation testées, le profit de la papetière est diminué en faveur des scieries. En répartissant le gain apporté par l'approche CPFR au profit du réseau par rapport à celui donné par le VMI, les profits des scieries sont supérieurs à ceux calculés sur la base des échanges commerciaux donnés par l'approche VMI et l'approche CPFR. Par contre, le profit de la papetière se voit diminué. Ce résultat supporte encore l'hypothèse qui stipule que la papetière doit partager une partie de ses bénéfices pour un meilleur équilibre dans le réseau.

À la lumière de ces résultats, la question qui se pose est comment partager ces bénéfices entre les partenaires. Idéalement, la papetière fait des transferts d'argent aux scieries à la fin de chaque année. Cela nous semble loin d'être réalisable dans le contexte d'affaires actuel. Toutefois, le partage de profit peut se faire via d'autres incitatifs, tel que l'utilisation d'un prix partenaire ou d'un bonus sur la qualité. En effet, la part des bénéfices de chaque

partenaire, calculée par une méthode de partage, peut constituer une base de négociation de tels incitatifs.

En résumé, la relation de collaboration que nous proposons pour notre cas pratique est une relation de collaboration à deux niveaux : une collaboration verticale entre une coalition de scieries et la papetière, et une collaboration horizontale entre les scieries de la coalition. La collaboration horizontale stipule que les scieries forment une coalition et agissent comme une seule entité dans leur relation avec la papetière. Ceci suppose une forte coordination entre les responsables des scieries, supportée par un système d'échange d'information sur le volume et la qualité des copeaux sur les sites de ces scieries. La plateforme web proposée par le consortium de recherche FORAC est exactement le système requis à cette fin. En échangeant ces informations, les scieries pourraient s'ajuster mutuellement au niveau de leurs opérations afin de répondre à la demande de copeaux de leur client (la papetière) tout en ayant une flexibilité sur la nature du bois transformé afin de répondre à la demande du marché du bois d'œuvre. La mise en place d'une telle relation reste conditionnée par une réelle volonté de travailler ensemble et un haut degré de confiance entre des compétiteurs. La collaboration verticale suppose d'abord une standardisation des pratiques de gestion des copeaux sur sites les scieries. Ceci dit que les scieries doivent assurer une meilleure ségrégation des copeaux en termes de densité ainsi que de la rigueur dans l'application de la logique Premier Entré-Premier Sorti (PEPS) appliquée dans la cour de bois et dans l'entreposage des copeaux. Pour cette dernière, des silos de copeaux peuvent être une solution efficace afin d'assurer une meilleure application de la logique PEPS comparée à l'utilisation des piles de copeaux. Pour le mécanisme de coordination à mettre en place, nous recommandons le VMI vu que la méthode CPFR demanderait une centralisation de la décision, ce qui est peu envisagé dans le contexte d'affaires actuel. La coalition des scieries et la papetière doivent s'entendre sur des niveaux minimum et maximum des volumes de copeaux de sapin et des copeaux d'épinette autorisés sur le site de la papetière. Cette dernière doit communiquer les niveaux de son stock en copeaux de sapin et en copeaux d'épinette, et la coalition des scieries doit se charger de décider les volumes de réapprovisionnement de ces stocks. La méthode de la valeur de Shapley permet en dernière étape de calculer la part de chaque entité du profit global du réseau selon sa contribution économique réelle.

Conclusion

Ce mémoire analyse la tendance des entreprises à collaborer davantage avec les acteurs de la chaîne de création de valeur dont elles font partie, de manière à mieux synchroniser les activités et améliorer la rentabilité économique des partenaires. Suite à l'étude d'une relation entre cinq scieries et une papetière de la région de la Côte-Nord du Québec, différents mécanismes de coordination ont été proposés pour accroître les profits du réseau. Aussi, des méthodes de partage de profit ont été étudiées pour un partage équitable de ces profits entre les partenaires. Les modes d'implantation de ces stratégies de même que les barrières pouvant être rencontrées lors de leur mise sur pied ont également été explorés.

D'abord, nous avons situé le contexte de la recherche, présenté la méthodologie suivie et introduit les différentes sections du mémoire. Nous avons ensuite décrit les articles et ouvrages scientifiques consultés durant nos travaux. En premier lieu, la notion de collaboration interentreprises, ainsi que la méthodologie de mise en œuvre, ont été détaillées. Une relation de collaboration interentreprises découle du fait que les entreprises concernées acceptent de restreindre le jeu des forces du marché pour aboutir à un mode d'organisation de leurs relations qui leur procure des gains supplémentaires dont elles partagent les bénéfices. Nous avons constaté qu'une longue phase de préparation de la collaboration est nécessaire. L'entreprise doit non seulement bien se connaître et identifier clairement ses besoins, mais aussi bien choisir ses partenaires. L'entreprise doit veiller à sélectionner un partenaire qui lui ressemble dans ses valeurs et sa culture organisationnelle, et qui partage des objectifs communs. Une fois la collaboration bien structurée et les ressources nécessaires déployées, les partenaires auront à gérer la relation. Cette gestion de la collaboration comprend l'ensemble des dispositions prises pour s'assurer que les objectifs de la collaboration sont, prendre en temps utile les mesures correctives et répartir équitablement les risques et bénéfices. En second lieu, divers mécanismes de coordination favorisant la synchronisation des opérations dans les réseaux ont été énumérés. Ceci a mis en évidence l'importance du partage de l'information. La mise de l'avant d'approches collaboratives tels le VMI et le CPF^R s'est également avérée profitable pour de nombreuses entreprises provenant de plusieurs secteurs industriels différents. Une fois les bénéfices financiers de la collaboration mis en évidence, il faut penser la façon avec laquelle ces

bénéfices peuvent être partagés équitablement entre les partenaires. Nous avons présenté alors les principaux concepts de solution proposés pour le problème de partage de profits.

Le contenu de la recherche a par la suite été exposé en détail. Nous avons brièvement décrit l'industrie canadienne des produits forestiers. Ce secteur industriel occupe une place importante dans l'économie canadienne et génère de nombreux emplois. L'industrie tend peu à peu à se consolider et de nombreux facteurs économiques, telles la hausse du coût de l'énergie et la force du dollar canadien, forcent les entreprises à revoir leurs façons de faire et à mieux optimiser leur réseau logistique. Le cas pratique a ensuite été présenté. Il s'agit de mettre en place une collaboration interentreprises entre six entreprises forestières canadiennes. La problématique consiste à analyser le type de mécanisme de collaboration à mettre de l'avant qui pourrait non seulement faciliter la planification des activités de tous les acteurs et le partage des bénéfices, mais également assurer une meilleure utilisation de la ressource forestière. Notre objectif consiste plus particulièrement à évaluer les retombées économiques d'une dynamique de collaboration sur les profits du réseau et de chacun des participants. Trois approches potentielles ont été identifiées, soit une approche de livraisons sur une base régulière (RR), une approche de gestion des stocks par le fournisseur (VMI) et une approche plus intégrée du réseau (CPFR). La modélisation et l'expérimentation de ces approches ont été réalisées avec LogiLab, moyennant des configurations spécifiques.

Nous montrons avec notre étude de cas que, stabilisatrices, les ententes représentées par le réapprovisionnement régulier peuvent parfois constituer certaines problématiques. Leur usage généralisé prive en effet les contractants et l'industrie dans son ensemble de profits additionnels, d'où l'intérêt d'un mécanisme qui mettrait l'accent sur les gains potentiels et qui permettrait de les exploiter, tout en maintenant des garanties à plus longue échéance en ce qui a trait à l'approvisionnement. Pourvu que la papetière ou une scierie puisse revoir à la hausse leurs besoins ou leur production sans pour autant être contraintes de revenir sur les termes des contrats qui les lient à leurs partenaires, nous montrons qu'une approche collaborative telle que le VMI ou le CPFR pourra redonner une crédibilité aux contrats à long terme et réduire la dimension arbitraire des négociations qui président à leur signature. Il faut développer une stratégie d'affaires collaborative plutôt que compétitive, qui permettra dès lors la mise en place d'un cadre rigoureux et non arbitraire de renégociation

des contrats à long terme, conférant ainsi la légitimité essentielle à la signature de contrats équitables. Nous montrons aussi que cette collaboration peut ne pas être bénéfique pour tous les partenaires, une constatation qui nous pousse à une réflexion sur un partage équitable des bénéfices conduisant à une relation profitable pour tous les joueurs. Pour ce faire, la méthode de la valeur de Shapley, la méthode des coûts séparables et non séparables ainsi qu'une méthode inspirée des travaux de DeMartini *et al.* (1999) dans le contexte des enchères combinatoires ont été utilisées pour calculer la part, de chaque partenaire, du profit total du réseau. Les résultats mettent en évidence une aberration constatée dans la réalité, celle de la dominance de la papetière qui s'empare d'un profit supérieur à celui mérité par sa contribution économique. L'utilisation de ces méthodes montre comment on peut aboutir à un meilleur équilibre du système.

Sur la base de ce projet, la prise en compte de la planification depuis la forêt, ainsi que l'introduction du marché énergétique, seront étudiées dans le cadre d'un projet de doctorat. L'étude des retombées sociales et environnementales est aussi envisagée dans le cadre d'un autre projet pour une analyse multicritère non restreinte à l'apport économique de la collaboration.

Bibliographie

- Ageron, B., Lavastre, O., 2008. La collaboration interentreprises par les coûts de mobilité : le cas d'une PMI. Le Berre, M. et Spalanzani, A. (Eds), Regards sur la recherche en gestion - Contributions grenobloises, Editions L'Harmattan, Paris.
- Audy, J. F., Lehoux, N., D'Amours, S., Rönnqvist, M., 2010. A Framework for an Efficient Implementation of Logistics Collaborations. *International Transactions in Operational Research*, 1-25.
- Barrane, F. Z., Karuranga, G. É., Poulin, D., 2010. Les stratégies clés de la collaboration pour la conception des nouveaux produits à valeur ajoutée, Conférence ISPIM, Bilbao.
- Barratt, M., 2004. Understanding the meaning of collaboration in the supply chain. *Supply Chain Management: An International Journal*, 9(1), 30-42.
- Beaudoin, D., Frayret, J.M., LeBel, L., 2010. Negotiation-based distributed wood procurement planning within a multi firm environment, *Forest Policy and Economics*, 12, 79-93.
- Bechtel, C., Jayaram, J., 1997. Supply Chain Management: A Strategic Perspective. *International Journal of Logistics Management*, 8(1), 15-34.
- Bowersox, D.J., Closs, D.J., Stank, T.P., Shepard, D.C., 1999. *Supply Chain Management Differentiating Through Effective Logistics*. Washington, D.C.: Food Marketing Institute.
- Bowersox, D.J., Closs, D.J., Stank, T.P., 2003. How to master cross-enterprise collaboration. *Supply Chain Management Review*, 7(4), 18-27.
- Boyer, M., Moreaux, M., Truchon, M., 2006. Partage des coûts et tarification des infrastructures, Monographie CIRANO 2006 MO-01 (2006) mars, CIRANO, Montréal.
- Büyüközkan, G., Vardaloğlu, Z., 2012. Analyzing of CPFR success factors using fuzzy cognitive maps in retail industry, *Expert Systems with Applications*, 39(12), 15 10438-10455.
- Buzzell, R.D., Ortmeier, G., 1995. Channel partnerships streamline distribution. *Sloan Management Review*, 36 (3), 85-96.
- Camarinha-Matos, L.M., Afsarmanesh, H., Galeano, N., Molina, A., 2009. Collaborative networked organizations: Concepts and practice in manufacturing enterprises. *Computers & Industrial Engineering*, 57, 46-60.

- Cao, M., Vonderembse, M. A., Zhang, Q., Ragu-Nathan, T.S., 2010. Supply chain collaboration : Conceptualisation and instrument development. *The International Journal of Production Research*, 48(22), 6613-6635.
- Cao, M., Zhang, Q., 2011. Supply chain collaboration: Impact on collaborative advantage and firm performance. *Journal of Operations Management*, 29(3), 163-180.
- Chen, M. C., Yang, T., Li, H. L. 2007. Evaluating the supply chain performance of IT-based inter-enterprise collaboration, *Information Management*, 44(6), 524-534.
- Chow, H.K.H., Choy, K.L., Lee, W.B., 2007. A strategic knowledge-based planning system for freight forwarding industry. *Expert Systems with Applications*, 33 (2007),936–954.
- Christopher, M. L., 1992. *Logistics and Supply Chain Management*, Pitman Publishing, London, 1992.
- Cisco Systems, Inc. La collaboration: la prochaine révolution en matière de productivité et d'innovation. Consulté le 13 mai 2011, tiré de <http://www.cisco.com>.
- Cohen, S., Roussel, J., 2005. *Avantage supply chain*. Paris : Édition d'Organisation, 406.
- Commission d'étude sur la gestion de la forêt publique québécoise. Rapport décembre 2004. Consulté le 14 novembre 2011, tiré de <http://www.commission-foret.qc.ca>.
- D'Amours, S., Rönnqvist, M., Weintraub, A., 2008. Using Operational Research for Supply Chain Planning in the Forest Products Industry. *INFOR 50th anniversary*.
- DeMartini, C., Kwasnica, A.M., Ledyard, J.O., Porter, D.P., 1999. A New and Improved Design for Multiobject Iterative Auctions. *Social Science Working Paper SSWP 1054*, Caltech, 1999.
- De Toni, A. F., Zamolo, E., 2005. From a traditional replenishment system to vendor-managed inventory: A case study from the household electrical appliances sector. *International Journal of Production Economics*, 96(1), 63-79.
- Evrard Samuel, K., 2008. Sharing Demand Signals: A New Challenge to Improve Collaboration within Supply Chains. *5th International Congress of Logistics Research (RIRL)*, 24-26.
- Fawcett, S. E., Jones, S. L., Fawcett, A. M., 2012. Supply chain trust: The catalyst for collaborative innovation. *Business Horizons*, 55(2), 163-178.
- Fabbe-Costes N., Lancini A., 2009. Gestion inter-organisationnelle des connaissances et gestion des chaînes logistiques : enjeux, limites et défis .*Revue Management & Avenir*, 29(4), 123-145.

- Fenneteau, H., Naro, G., 2005. Contrôle et confiance dans l'entreprise virtuelle : illustrations logistiques. *Revue Française de Gestion*, 156, 203-219.
- Forget, P., D'Amours, S., Frayret, J.M., Gaudreault, J., 2008. Motivations for Multi-Behavior Agent Model in Supply Chains planning. 7ème Conférence de Modélisation, Optimisation et Simulation des Systèmes (MOSIM), Paris, France, Mars, 2008.
- Frayret, J.M., 2003. Le e-Collaboration dans les PME manufacturières : D'abord un défi de gestion? Montréal : CEFRIO 2003.
- Frayret, J. M., 2009. A multidisciplinary review of collaborative supply chain planning. Conference Proceedings – IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, 4414–4421.
- Frisk, M., Göthe-Lundgren, M., Jörnsten, K., Rönnqvist, M., 2010. Cost allocation in collaborative forest transportation. *European Journal of Operational Research*, 205 (2), 448-458.
- Gaudreault, J., Forget, P., Frayret, J.M., Rousseau, A., D'Amours, S., 2008. A Multi-Agent and OR-Based Approach to Operations Planning in the Lumber Industry. Proceedings of the 13th Annual International Conference on Industrial Engineering: Theory, Applications and Practice (IJIE), Las Vegas, USA, September 2008.
- Geunes, J., Chang, B., 2001. Operations research models for supply chain management and design. *Encyclopaedia of Optimization*, Kluwer Academic Publishers, 2001(4), 133-145.
- Gonzalez, M., 2001. Strategic alliances, the right way to compete in the 21st century. *Ivey Business Journal*, Septembre/Octobre, 47-51.
- Hammond, J.H., 2003. The value of information. David Scimchi-Levi, Philip Kaminsky, Edith Simchi-Levi (Eds.), *Designing and Managing the Supply Chain Concepts, Strategies, and Case Studies*. McGraw-Hill, Singapore (2003), 91–117.
- Hardy, C., Phillips, N., Lawrence, T.B., 2003. Resources, knowledge and influence: the organizational effects of interorganizational collaboration. *Journal of Management Studies*, 40(2), 321-347.
- Holmström, J., 1998. Business process innovation in the supply chain—a case study of implementing vendor-managed inventory. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 4(1), 127-131.
- Holweg, M., Disney, S., Holmstrom, J., Smaros, J., 2005. Supply chain collaboration: making sense of the strategy continuum. *European Management Journal*, 23(2), 170-81.

- Kubde, R.A., Bansod, S.V., 2010. Collaborative Planning Forecasting and Replenishment Initiatives: A State of Art. *Asian Journal of Industrial Engineering*, 2: 89-104.
- Ko, D.G., Kirsch, K., King W.R., 2005. Antecedents of knowledge transfer from consultants to clients in enterprise system implementations. *MIS Quarterly*, 29(1), 59-85.
- Kwasnica, A.M., Ledyard, J.O., Porter, D., DeMartini, C., 2005. A New and Improved Design for Multiobject Iterative Auctions. *Management Science*, 51(3):419-434.
- Lancini, A., 2007. Vers une gestion des connaissances dans les chaînes logistiques multi-acteurs: état des lieux et perspectives. *La gestion des chaînes logistiques multi-acteurs : perspectives stratégiques*, 233-251.
- Lee, H. L., Padmanabhan, V., Whang, S., 1997. Information Distortion in Supply Chain: the Bullwhip Effect. *Management Science*, 43(4), 546-558.
- Lefaix-Durand, A., Robichaud, F., Beauregard, R., Frayret, J. M., Poulin, D., 2006. Procurement Strategies in the Homebuilding Industry: An Exploratory Study on the Largest Builders in the United States, *Journal of Forest Products Business Research*, Volume No.3, Article No. 6.
- Lefaix-Durand, A., Kozak, R., Beauregard, R., Poulin, D., 2009. Extending relationship value: observations from a case study of the Canadian structural wood products industry, *Journal of Business and Industrial Marketing*, 24(5-6), 389-407
- Lehoux, N., D'Amours, S., Langevin, A., 2008. A win-win collaboration approach for a two-echelon supply chain: a case study in the pulp and paper industry. *European Journal of Industrial Engineering*, 4(4), 493-514.
- Lehoux, N., Marier, P., D'Amours, S., Ouellet, D., Beaulieu, J., 2010. The value creation network of Canadian wood fibre. *Canadian wood fibre centre report*. Version two.
- Lehoux, N., Elleuch, M., LeBel, L., 2011. Collaboration between Partners to Better Use the Wood Fibre. *Congrès annuel de la Société Canadienne de Recherche Opérationnelle (SCRO)*, St John's, Terre-Neuve, 30 mai-1er juin.
- Liu, D, Roberto Boër, C., Sacco, M., Fornasiero, R., 2006. A networked engineering portal to support distributed supply chain partnership. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 19(2), 91-103.
- Lothair, T., 2001. Supply chain collaboration: close encounters of the best kind. *Business Week*, 26 March
- Lowson, B., King, R., Hunter, A., 1999. *Quick Response – Managing the Supply Chain to Meet Consumer Demand*, New York, John Wiley & Sons Ltd, 281.

- MacCarthy, B.L., Jayarathne, P.G.S.A., 2012. Sustainable collaborative supply networks in the international clothing industry: a comparative analysis of two retailers. *Production Planning & Control*, 23(4), 252-268.
- Marier, P. Gaudreault, J., D'amours, S., 2009. Network collaboration and optimization: chip supply in an integrated pulp and paper company. Proceedings of the 14th Annual International Conference on Industrial Engineering Theory, Applications and Practice, Anaheim, California, pp. 470-475
- Marquès, G., Thierry, C., Lamothe, J., Gourc, D., 2010. A review of Vendor Managed Inventory (VMI): from concept to processes. *Production Planning & Control* 21(6), 547-561.
- Mejías-Sacaluga, A., Prado-Prado, J. C., 2003. Implementing buyer-supplier partnerships in retailing channels through continuous improvement. *International Journal of Services Technology and Management*, 4(2), 181-193.
- Mentzer, J.T., Foggin, J.H., Golicic, C.L., 2000. Collaboration : the enablers, impediments, and benefits. *Supply Chain Management Review*, September/October.
- Min, S., Roath, A.S., Daugherty, P.J., Genchev, S.E., Chen, H., Arndt, A.D., Richey, R.G., 2005. Supply Chain Collaboration: What's Happening?. *International Journal of Logistics Management*, 16(2), 237-256.
- Moussiliou Coles, M., 2008. Collaboration et partage de coûts dans un réseau d'entreprises. Mémoire de maîtrise, Département de génie mécanique, Université Laval, Québec, Canada
- NASA, 2006. Scientific and Technical Aerospace Reports. Consulté le 12 juillet 2012, tiré de <http://www.sti.nasa.gov/Pubs/star/star0618.pdf>
- Naud, M. P., D'amours, S., 2011. Modèle de conception de chaînes logistiques vertes et collaboratives pour l'industrie des produits forestiers. 9e Congrès International de Génie Industriel. Saint-Sauveur, Québec, Canada. 12, 13 et 14 octobre 2011.
- Norbridge, 2001. Supply chain collaboration and visibility: the results are beginning to show *Business Week*, 8 October
- Nyaga, G. N., Whipple, J. M., Lynch, D. F., 2010. Examining supply chain relationships: Do buyer and supplier perspectives on collaborative relationships differ?, *Journal of Operations Management*, 28(2), 101-114.
- Paché, G., 2004. Le pilotage des chaînes logistiques multi-acteurs : une lecture critique des pratiques collaboratives. *Economies & Sociétés, Série Dynamique Technologique et Organisation*, 8, 2133-2154.

- Pellegrini, L., 2000. The reasons for the success of ECR Europe. ECR Academic Report, Mars 2000, 8-12.
- Pereira, J.V., 2009. The new supply chain's frontier: Information management. *International Journal of Information Management*, 29,372–379
- Phumpiu, P.F., King, R.P., 1997. Adoption of ECR Practices in Minnesota Grocery Stores. Working Paper 97-01. The Retail Food Industry Center, University of Minnesota, St. Paul, MN, 1997.
- Pietras, T., Stormer, C., 2001. Making strategic alliances work. *Business&Economic Review*, Juillet-Septembre 2001, 9-12.
- Porter, M. E., 1990. *The Competitive Advantage of Nations*. New York : The Free Press.
- Porter, M. E., 2003. The economic performance of regions. *Regional Studies*, 37(6-7), 549-578.
- Quélin, B., 2002. *Les frontières de la firme*. Paris : Economica.
- Ramanathan, U., Gunasekaran, A., Subramanian, N., 2011. Supply chain collaboration performance metrics: a conceptual framework. *Benchmarking: An International Journal*, 18(6),856 – 872.
- Ramanathan, U., Gunasekaran, A., 2012. Supply chain collaboration : Impact of success in long-term partnerships. *International Journal of Production Economics*. ISSN 0925-5273.
- Reyes, P., Bhutta, K., 2005. Efficient consumer response: literature review. *International Journal of Integrated Supply Management*, 1(4), 346-386
- Rothkopf, M.H., Pekec, A., Harstad, R.M., 1998. Computationally manageable combinatorial auctions, *Management Science*, 44:1131–1147.
- Roy, J., Landry, S., Beaulieu M., 2006. Collaborer dans la chaîne logistique : État des lieux, Cahier de recherche n°06-01, mars 2006.
- Shapley, L. S., 1953. A value for n-person Games. *Annals of Mathematics Studies*, 28 307–317.
- Sheffi, Y. 2002. The Value of CPFR. Communication aux 4e Rencontres internationales de la recherche en logistique, Lisbonne, octobre 2002.
- Simatupang, T. M., Sridharan, R., 2002. The collaborative supply chain. *International Journal of Logistics Management*, 13(1), 15-30.

- Simatupang, T. M., Sridharan, R., 2004. Benchmarking supply chain collaboration: An empirical study (Periodical style). *Benchmarking: An international Journal*, 11(2), 484-503.
- Simatupang, T.M., Sridharan, R., 2005. An Integrative Framework for Supply Chain Collaboration. *International Journal of Logistics Management*, 16(2), 257-274.
- Simatupang T. M., Sridharan, R., 2008. Design for supply chain collaboration. *Business Process Management Journal*, 14 (3), 401 – 418.
- Simchi-Levi, D., Kaminsky, P. et Simchi-Levi, E., 2003. *Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies and Cases Studies*, 2e edition, McGraw-Hill/Irwin, 354 p.
- Stadtler, H., 2009. A framework for collaborative planning and state-of-the-art. *Or Spektrum* , 31(1), 5-30.
- Tijs, S.H., Driessen, T.S.H., 1986. Game theory and cost allocation problems. *Management Science*, 32 (8), 1015–1028.
- McLaren, T., Head, M., Yuan, Y., 2002. Supply Chain collaboration alternatives : understanding the expected costs and benefits. *Internet Reaserch : Electronic Networking Applications and Policy*, 12, 348-364.
- Voluntary Interindustry Commerce Solutions. CPFR Guidelines. Consulté le 14 décembre 2010, tiré de <http://www.vics.org>
- Wang, W., 2001. Combination-forecasting modeling for CPFR collaboration. *International Conference on E-Business and E-Government, ICEE2011 - Proceedings*, 8703-8706.
- Watson, E., 2005. Nestle switches to vendor managed inventory with Tesco. *Food Manufacture*, 80(8), 20.
- Xu, K., Dong, Y., Evers, P. T., 2001. Towards better coordination of the supply chain. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 37(1), 35-54.
- Xue, X., Huang, B., Xiao, T., 2009. The study of inter-organizational collaboration by cluster supply chain. *Proceedings of the 2009 IEEE International Conference on Automation and Logistics, ICAL 2009*, 124-129.
- Yao, Y., Evers, P. T., Dresner, M. E., 2007. Supply chain integration in vendor-managed inventory, *Decision Support Systems*. 43(2), 663-674.
- Yu, Y., Wang, Z., Liang, L., 2012. A vendor managed inventory supply chain with deteriorating raw materials and products, *International Journal of Production Economics*, 136(2), 266-274.

Zhao, Y., 2010. Supply Chain Collaboration : the Mediating Role between Embeddedness and Corporate Performance. 2010 International Conference on Education and Management Technology.