

---

## **Conclusion général apports, limites perspectives de la mutualisation**

Ce chapitre constitue la conclusion générale de cette thèse de doctorat. Pour une meilleure compréhension de la contribution de cette recherche, nous synthétiserons d'abord les apports et les résultats obtenus dans les chapitres précédents. Puis, nous discuterons des principales limites de cette recherche. Pour finir, nous aborderons les perspectives de mise en œuvre des principes de la mutualisation, qui pourront donner lieu à des prolongements ainsi qu'offrir une base de travail pour mener d'autres travaux dans ce domaine.

### **7.1 Récapitulatif des apports de ce travail**

Comme indiqué en introduction de cette thèse, ce travail de recherche a consisté à proposer et à étudier une nouvelle démarche de consolidation des marchandises, la mutualisation des schémas logistiques, afin d'en améliorer la performance et plus particulièrement la performance environnementale. A cette fin, nous avons élaboré et défini les principes de la mutualisation d'une manière générale même si par la suite ils ont été appliqués à des réseaux de la grande distribution en France, à travers deux études de cas et via la modélisation des problèmes de transport sous-jacents. Ainsi, les apports de ce travail peuvent être développés comme suit.

#### **7.1.1 Mise en place des principes de la mutualisation**

Au début de cette recherche, la mutualisation était encore rarement étudiée dans le domaine de la chaîne d'approvisionnement. La grande distribution par exemple, recherchait des économies d'échelle principalement par des regroupements au niveau de ces centres de distribution et les fournisseurs par des entrepôts centraux qui reconstituent également la gamme des produits. Même si de nombreux sites étaient confiés à des prestataires, les opérations étaient réalisées client par client et les synergies possibles étaient rares. De plus, il s'est avéré que les démarches de consolidation au niveau opérationnel étaient de plus en plus remises en cause par les contraintes antagonistes, telles que la tension sur les flux, le manque de visibilité sur les flux (notamment au niveau de l'horizon temporel de regroupement) et les contraintes imposées par chaque client. La performance atteinte arrive dès lors en contradiction avec les exigences environnementales mais également économiques (réduction

des stocks et des coûts logistiques), en conséquence, une nouvelle organisation devient nécessaire. C'est en réponse à ces éléments que la mutualisation a été proposée.

La mutualisation a été décrite comme une nouvelle démarche de consolidation par une collaboration inter organisationnelle à moyen, voir à long terme. Pour ce faire, nous avons d'abord donné sa définition puis mis en place cinq principes caractéristiques :

- Mutualisation des entrepôts fournisseurs par famille produits
- Mutualisation des entrepôts fournisseurs par proximité géographique des expéditions
- Mutualisation des plateformes distributeurs par proximité géographique des livraisons
- Mutualisation des moyens de transport
- Mutualisation des schémas logistiques

Ces principes, comme la consolidation, ont pour but de la mise en commun des ressources logistiques déjà existantes ou non, entre les acteurs et en dépassant les contraintes antagonistes au niveau de l'organisation du transport de fret par la définition de schémas logistiques communs, dès lors les moyens (entrepôts, camions, etc.) sont planifiés en commun.

En outre, il est nécessaire de souligner que la mutualisation n'est pas une démarche qui exclut les autres solutions de consolidation mais qui peut en partie s'y substituer. En revanche, cette démarche met en évidence une nouvelle dimension stratégique de la chaîne logistique : la collaboration horizontale. Par exemple, le principe de flux tendu (Cross-docking) est particulièrement difficile à réaliser pour des PME fournisseurs en raison de leurs expéditions de faibles volumes. La mutualisation permet à ces entreprises de livrer leurs flux ensemble par les camions complets en maintenant, voir en augmentant la fréquence de livraison aux distributeurs ; de même pour les grands fournisseurs sur des destinations à faible flux ou en permettant l'utilisation de moyens lourds, inaccessibles individuellement. On constate d'ailleurs que la mutualisation reçoit de plus en plus l'attention des chercheurs et des spécialistes logistiques, comme en témoigne depuis 2009 les séminaires, forums, sessions spéciales et projets de recherche mais aussi industriels.

De plus, il faut noter que le concept de la mutualisation, ici évalué au regard de son impact sur le transport, peut se déployer à d'autres activités logistiques autre que les livraisons, par

exemple la production, le conditionnement, etc. Dans ce cas-là, les réseaux logistiques sont encore davantage mutualisés.

### **7.1.2 Objectif de la minimisation des émissions du transport et création de nouveaux modèles d'optimisation**

Par rapport à la plupart de travaux sur la logistique qui posent les problèmes en termes économiques (de minimisation de coût), ce travail se penche sur l'aspect environnemental et cherche à minimiser les émissions de CO<sub>2</sub> du transport par la conception de réseaux logistiques. Le modèle n'a donc pas abordé la minimisation des émissions sous un aspect réglementaire incitatif (taxe carbone). Cet objectif s'inscrit dans le sujet GCSM (*Green Supply Chain Management*) qui se fonde sur le concept du Développement Durable.

A priori plusieurs approches sont possibles de rendre la logistique plus « verte ». Ce travail se concentre sur l'amélioration de l'efficacité du transport principale source d'émission et de consommation des ressources fossiles. Afin d'évaluer quantitativement la performance des principes de la mutualisation, nous avons d'abord modélisé le facteur et proposé une fonction d'émissions de CO<sub>2</sub> pour deux moyens de transport qui sont les plus répandus en France : le tracteur routier (semi-remorque) et le train à traction électrique. De fait, il existe de nombreuses références concernant les facteurs d'émission dans la littérature. Par contre, ces références sont différentes l'une de l'autre en raison du contexte de leur élaboration comme le montre le Chapitre 1. C'est la raison pour laquelle nous avons décidé d'établir ces facteurs à partir d'une méthode analytique, en faisant les hypothèses qui correspondent aux conditions d'utilisation des moyens de transport concernés par la logistique.

La modélisation des fonctions d'émissions pour des moyens de la chaîne logistique de la grande distribution montre que les émissions sont fortement liées à la charge des moyens à la différence des moyens légers utilisés en ville par exemple. La fonction d'émissions a été déterminée sous une forme linéaire par morceaux discontinus. Cette définition a induit un impact sur les modèles existants en matière de transport de fret. En effet, la plupart des modèles sont fondés sur l'hypothèse que la fonction du coût de transport est continue par rapport aux flux transportés, autrement dit, la capacité des moyens de transport n'est pas considérée dans les modèles. Cette hypothèse n'a pas été adoptée pour la construction de la fonction d'émissions, ainsi que la fonction de coût de transport, dans cette étude, car la minimisation des émissions table principalement sur l'utilisation maximale de la capacité des

moyens, les camions complets par exemple. Donc, une fonction linéaire par morceaux et discontinue est intégrée dans les modèles.

Les modèles d'optimisation construits dans ce travail reposent essentiellement sur le problème des émissions du transport, mais ils ont également été appliqués pour minimiser le coût du transport. L'avantage de ces modèles est qu'ils évaluent de manière plus précise la performance du transport, puisque la fonction objectif est dépendante à la fois des flux et de la capacité des moyens. Pourtant, le désavantage est aussi évident : le problème d'optimisation est plus compliqué à cause de la fonction linéaire par morceaux. C'est pourquoi, lors de l'application des modèles aux études de cas, nous avons recherché et utilisé des méthodes de résolutions qui permettent de simplifier les problèmes. Considérant que ces résolutions sont mises en place selon les particularités de chaque problème, il faut se garder de généraliser les méthodes de résolution construites dans cette thèse au niveau de l'application, mais cela constitue néanmoins un point de départ possible.

### **7.1.3 Etudes de pilotes de mutualisation logistique**

Sachant que ce n'est que depuis peu que la mutualisation est envisagée en logistique, nous n'avons pas pu trouver des retours d'expériences, ni d'études pilote il y a trois ans. Les études réalisées dans cette thèse ont en partie suppléés à cette lacune et complètent les expériences intervenues depuis ou en parallèle.

Selon un rapport de 2009 (PIPAME et CNAM, 2009b) qui a porté sur la mutualisation logistique, il est mentionné qu'il y a quelques expériences de mutualisation en France. Outre nos études, quatre projets ont été réalisés et ont obtenu des résultats positifs qui sont aussi présentés dans (PIPAME et CNAM, 2009b) :

1) La mutualisation de trois PME fournisseurs de la grande distribution (BENEDICTA, PASTACORP et NUTRIMAINE) qui livrent des distributeurs communs. La mutualisation a été réalisée par un prestataire commun (3PL) des fournisseurs concernés et via un outil de GMA<sup>59</sup> (Gestion Mutualisée des Approvisionnements), parfois appelé GPAM (gestion partagée des approvisionnements mutualisés). Les résultats de ce projet sont : après la mutualisation, la fréquence de livraison a augmenté 34%, le chargement des camions expédiés

---

<sup>59</sup> <http://www.faq-logistique.com/GCL-Logiguide-Vol10Num05-GMA-Collaboration-Logistique.htm>

a passé de 13 à 28 palettes, la couverture de stock a diminué de 16%, soit 3 jours de stocks en moins, et une réduction à 56% sur les kilomètres réalisés ;

2) SARA LEE et CADBURY ont aussi acquis une expérience de mutualisation. Ils ont fait mutualiser leurs livraisons issues de leurs entrepôts prestés aux alentours d'Orléans qui ont la même destination. Après la mutualisation, le taux de service a progressé d'un demi-point, le niveau de stocks a diminué entre 15% et 38%, le nombre de livraisons a baissé de 35%, et il a été constaté une réduction de 93 tonne de CO<sub>2</sub> par année ;

3) Le troisième projet est dénommé HECORE pour HENKEL, COLGATE et RECKITT. Ces trois industriels se sont réunis afin d'opérer une plateforme mutualisée au sud est de Paris. Ce projet était cependant plus motivé par la réduction des stocks en augmentant la fréquence de livraison après mutualisation. Les résultats de ce projet sont aussi très encourageants : le taux de chargement est passé de 75% à près de 100%, le nombre de km et de véhicule a été réduit de 20%, ce qui a généré une réduction de 3150 tonne de CO<sub>2</sub> par année.

4) Le quatrième projet est présenté dans le rapport (PIPAME et CNAM, 2009b) : le transport mutualisé de la filière fruits et légumes du MIN (Marchés d'Intérêt National) de Rungis. Il s'agit de mutualiser les livraisons des grossistes au départ du MIN de Rungis pour leurs clients détaillants situés à Paris, afin de concilier la performance des entreprises et la réduction des nuisances sur l'environnement. Ce projet rejoint le problème du transport urbain de marchandises. A cette étape des résultats quantitatifs ne sont pas présentés dans ce rapport (PIPAME et CNAM, 2009b), car il consiste à explorer l'état des lieux et recueillir les réactions et les attentes des acteurs de l'étude. Mais ce rapport montre une perspective de mise œuvre de la mutualisation logistique.

Quoique les résultats montrés ci-dessus soient difficile à comparer, les retours d'expériences des quatre projets démontrent que la mutualisation logistique parvient à améliorer la performance des entreprises, par exemple augmenter la fréquence de livraisons, baisser le niveau des stocks, réduire les impacts sur l'environnement, etc. Or, les périmètres des projets indiqués ci-dessus ont concerné quelques fournisseurs, ou clients, qui sont situés géographiquement dans la même zone. Cela induit un nombre très limité des participants dans chaque cas. Sachant que l'effet de la mutualisation est en rapport avec le nombre d'acteurs, nous pouvons prévoir que reconcevoir les réseaux logistiques avec plus d'acteurs apportera une meilleure performance aux entreprises.

De ce point de vue, nous avons élaboré les principes de mutualisation du transport au niveau stratégique de la conception d'un ensemble de réseaux. Afin de tester ces principes, deux études de cas ont été réalisées dans cette thèse en collaboration avec les partenaires industriels, principalement le Club Déméter et la FEEF. Cette collaboration nous a permis d'évaluer quantitativement et qualitativement la performance des schémas mutualisés à partir des cas pratiques et des données réelles de la grande distribution hexagonale.

Les deux études ont porté respectivement sur les fournisseurs nationaux les plus importants qui sont en commun entre deux grands distributeurs Carrefour et Casino, et sur les PME fournisseurs régionaux (5 départements de l'ouest en France) qui livrent le même distributeur Carrefour. Ces deux études ont, probablement pour la première fois, examiné la mutualisation à grande échelle : la première a porté sur environ 191 sites nationaux de 109 fournisseurs et 48 plateformes pour les deux distributeurs et la deuxième a concerné plus de 200 fournisseurs et 5 plateformes régionales. L'objectif des études est de concentrer les flux concernés dans le réseau régional ou national par la mutualisation, afin de définir les nouveaux schémas logistiques générant de moindre d'émissions de CO<sub>2</sub> au niveau du transport. Cependant, la conception de nouveaux réseaux de distribution par la mutualisation ne nécessite pas que tous les acteurs soient ensemble car d'une part il peut y avoir des accords locaux et d'autre part il y a des cas où des flux directs sont plus pertinents. Par rapport aux expérimentations, nous avons étudié la mutualisation du point de vue plus global au niveau d'un ou deux distributeurs ce qui permet d'en définir l'enjeu. Cependant, si ces travaux avaient inclus d'autres fournisseurs et d'autres enseignes de nouvelles possibilités mutualisation auraient certainement pu être mises en avant.

## **7.2 Limites principales**

Principalement, il existe deux limites dans ce travail de recherche : la première concerne le périmètre retenu et la seconde les méthodes de résolution.

### **7.2.1 Périmètre des émissions**

La première limite à signaler concerne le périmètre des émissions, par exemple celles des sites logistiques ne sont pas prises en compte dans les modèles. Cette partie d'émissions est due aux activités sur les plateformes, par exemple les transports de flux internes, l'usage

d'énergie (gaz, électricité, etc.) par l'infrastructure, ou même les transports de personnels. En effet, ces émissions ne sont pas présentées à cette étape du fait que, d'une part, les données concernant l'usage des sites logistiques ne sont pas ou très peu disponibles dans la littérature, voir à ce titre le Bilan Carbone (Jancovici, 2007) qui étudie les émissions des immobilisations au niveau de la construction et de son «amortissement». D'autre part, cette partie des émissions est faible et dépend peu des flux, donc elle est moins sensible. En conséquence, il a été fait l'hypothèse dans les modèles d'optimisation que les émissions de CO<sub>2</sub> des infrastructures sont négligées. Par contre, nous devons indiquer que cette considération sur cette partie des émissions peut éventuellement changer les résultats, notamment sur le nombre optimum de centres de mutualisation. Car, il est assez clair que le nombre croissant de centres favorise le transport mais apporte aussi des émissions supplémentaires. Une optimisation de leur nombre est donc possible et conduira certainement à l'augmentation de leur nombre sur un critère d'émission.

La chaîne logistique considérée ici comprend déjà plusieurs « maillons » mais en néglige également trois. L'amont industriel qui a été écarté car souvent constitué de flux importants, mais aussi et surtout l'aval. En effet, la distribution vers les magasins et vers les particuliers est encore plus difficile à optimiser individuellement que les opérations étudiées. Il existe donc à ce niveau un gisement important pour une réduction des émissions et ceci dans des zones propices car souvent denses et où sont utilisés les moyens les plus émetteurs de GES par tonne transportée : camion, léger, fourgonnette, etc. Enfin, la part logistique arrivée par les clients n'a pas été prise en compte : course en voiture, à pied, etc.

### **7.2.2 Méthodes de résolution et contraintes complémentaires**

En termes de méthodes de résolution, nous avons vu les hypothèses nécessaires pour obtenir des résultats et ceci dans un cadre simplifié.

Or plusieurs contraintes n'ont pas été considérées dans les modèles, telles que la capacité des plateformes, le temps de transport, la disponibilité des moyens et des infrastructures ferroviaires lors du report modal, ainsi que les trajets retour. Afin de simplifier les problèmes, seules les contraintes les plus sensibles à l'optimisation et au niveau stratégiques ont été intégrées. Par exemple, la localisation des sites logistiques, le taux de service aux distributeurs et la capacité des moyens de transport sont les aspects essentiels.

L'ajout de contraintes supplémentaires serait de nature à la fois à rendre le problème plus rapide à résoudre mais aussi plus réaliste dans ces résultats.

Les fonctions d'émission relativement précise étant aujourd'hui connues, une autre voie pour contourner la difficulté de la résolution serait de passer par des fonctions objectives certes moins précises au niveau des émissions mais plus efficaces en termes de temps de calcul : linéaire par morceaux mais continue et concave par exemple. Une telle hypothèse devrait cependant être validée.

En somme, les limites citées ci-dessus, correspondent à l'amélioration de facteurs déjà pris en compte dans cette thèse, mais cela ne doit pas faire oublier que des études supplémentaires seront nécessaires au niveau de l'application des résultats obtenus.

### ***7.3 Perspectives et élargissement de la réflexion pour la mise en œuvre de la mutualisation***

Les résultats obtenus à travers nos études indiquent que la mutualisation logistique peut être une solution pour améliorer sensiblement l'efficacité du transport de marchandises et ainsi réduire les émissions de CO<sub>2</sub> qui lui sont liées. Ce résultat interroge donc la perspective de la mise en œuvre de la mutualisation dans la grande distribution par exemple. Au delà des quelques expérimentations citées, il convient d'indiquer que leur généralisation ne paraît pas immédiate car il existe encore de nombreux points à étudier et à ne pas négliger.

#### **7.3.1 Intégration des systèmes d'informations**

Au niveau informatique, afin de partager les informations logistiques, une plateforme de services logiciels qui relie les systèmes d'informations sera nécessaire. En effet, les entreprises logistiques aujourd'hui prêtent de plus en plus d'attention à la gestion de l'information, car cela est un des facteurs décisifs pour rendre la logistique plus efficace. La mutualisation demande une telle gestion afin que les acteurs, notamment à travers des tiers, puissent organiser en commun leurs capacités de transport, de stockage, etc. en ne connaissant chacun que leur partie du flux mutualisé.

Du fait que les systèmes d'informations logistiques sont généralement différents entre les entreprises, on peut présumer que l'incompatibilité, ou le non-synchronisme de ces systèmes

va freiner le développement de la mutualisation. Relier des systèmes différents sur une plateforme logicielle pourra atténuer, voir éviter cet inconvénient. Il existe d'ailleurs à ce jour des outils qui vont dans ce sens, par exemple la GMA ou encore GPAM en rapport avec la mutualisation issus de la GPA (Gestion Partagée des Approvisionnements) ou du CPMR (*Collaborative Planning Forecasting and Replenishment*), etc., voire de nouveaux outils informatiques au niveau de la recherche comme par exemple le Supply Web présenté dans le travail de Montreuil et al. (Montreuil et al., 2009). Ces outils donnent la possibilité de la mise en œuvre de données logistiques dans un cadre intégré mais avec la possibilité d'en obtenir des vues spécifiques (métier, acteur, etc.). La structuration d'outils informatiques en ce sens reste encore à rechercher et à développer pour répondre aux besoins futurs.

### **7.3.2 Construction de coalitions**

La première question concerne la construction de la coalition, autrement dit la recherche des partenaires et la faisabilité de tels partenariats. La mise en œuvre de la mutualisation est une démarche à long terme et au niveau stratégique de l'entreprise. Il faut donc qu'il existe des lieux et des acteurs pour favoriser les rencontres entre partenaires potentiels. Il convient en outre que la mutualisation s'appuie sur un tiers qui l'opérera et que l'ensemble dégage suffisamment d'économie pour que cet investissement soit intéressant pour tous les partenaires. Il faut également que la coalition formée soit stable au sens de la théorie des jeux coopératifs pour éviter qu'un partenaire opportuniste se désengage et réduise de manière insoutenable le bénéfice de la mutualisation. Il existe donc un champ de recherche important à développer pour étudier dans quelle mesure les principes de la mutualisation pourraient être mis en œuvre au sein des chaînes logistiques.

En outre, la particularité de la mutualisation est d'engendrer des opportunités de collaboration entre non seulement des fournisseurs et des clients, mais aussi des concurrents. Par exemple, les études de cas réalisées démontent que le partage des plateformes entre des distributeurs apporte des bénéfices notamment dans les zones à faible densité. Des cas identiques peuvent également être trouvés entre les fournisseurs dans les cas étudiés. Il conviendra donc d'étudier de manière rigoureuse les implications qui en résultent et notamment juridiques : lois anti-trust, tiers de confiance, etc.

### **7.3.3 Règles d'engagement et répartition équitable des gains**

Dans le cas où, comme dans ce travail, il existe un intérêt notable à la mutualisation, il convient pour les acteurs de définir des règles de planification et d'engagement des ressources partagées. Il s'agit de ressources physiques entrepôt, manutention, stockage, camions, etc. mais aussi des informations logistiques, des progiciels et également des savoir-faire. Pour cette raison, des règles de gestion définies en commun sont donc nécessaires et à définir en amont. Par exemple, il faut définir les règles pour partager les moyens de transport au niveau de l'affectation et l'organisation, ainsi que les règlements des litiges au sein de la coalition. Ces règles d'engagement pourront être définies dans des chartes de mutualisation par exemple.

Plus particulièrement, la répartition des gains devra être «équitable» entre les partenaires. Ce problème pourrait être confié à la négociation entre les partenaires, à charge pour eux de trouver un accord. Il semble cependant également intéressant de mobiliser ici la théorie des jeux coopératifs et notamment les travaux autour de la valeur de Shapley (Shapley Value) (Winter et al., 2002) pour proposer un partage objectif des gains. A ce sujet, deux études sont en cours. La première consiste à explorer la stabilité et le partage des gains de sous coalition dans le cadre des données de cette thèse. La seconde consiste à participer à une étude européenne en cours de financement CO3. Il est cependant trop tôt pour en indiquer les résultats dans le cadre de cette thèse.

## ***7.4 La mutualisation : une contribution à une logistique plus partagée et soutenable***

Cette thèse contribue à démontrer que la recherche sur la mutualisation des activités logistiques est porteuse de promesses mais recèle encore de nombreux sujets. Nous espérons que les outils développés ici et les études réalisées attirent encore plus d'attentions de la part des chercheurs et des spécialistes en logistique pour ouvrir un nouveau chapitre de recherche sur ce sujet. En effet, remarquons que malgré des résultats encourageants entre -14% et -50% d'émission de CO<sub>2</sub>, cette démarche, à elle seule, et même dans un déploiement complet ne permettra sans doute pas d'atteindre le « Facteur 4 ». Il reste donc à proposer des solutions complémentaires, voir de substitution pour pousser plus en avant l'idée de la mutualisation et de rationalisation des moyens mis en œuvre. A ce titre les travaux initialisés au sein du groupe *Physical Internet Initiative* constituent une piste très intéressante et également un

prolongement de ce travail pour atteindre le « Facteur 4 » ou le dépasser pour conserver le service logistique auquel nous sommes habitués sans pour autant que cela se fasse au détriment des nos ressources naturelles et donc à notre propre détriment ou au détriment des générations à venir.

