

## LA LIVRAISON DES INTERNAUTES URBAINS LA MUTUALISATION DES DERNIERS KILOMETRES EST-ELLE SI PERFORMANTE ?

Bruno DURAND\*, Sonia MAHJOUB\*\* et Marie-Pascale SENKEL\*\*\*

---

Résumé. - A une époque où le BtoC se développe à un rythme soutenu, il paraît fondamental de se préoccuper de la problématique que représente la livraison des internautes urbains, qu'il s'agisse de livrer à domicile les commandes en ligne ou bien de permettre leur retrait sur des points de proximité. C'est l'objet de cet article, qui se limite cependant aux produits non alimentaires. La coopération pouvant permettre de surmonter l'obstacle du tout dernier kilomètre, l'accent est clairement mis sur le concept de mutualisation logistique. Plus concrètement, trois scénarios d'évolution de la distribution urbaine domestique sont présentés, puis analysés sur la base de simulations précises, dans le but d'évaluer leur niveau respectif de performance, tant sur le plan économique que sur le plan écologique.

Mots-clés : Logistique urbaine ; Mutualisation ; Livraison à domicile (LAD) ; Livraison en point relais (LPR) ; Espace logistique de proximité (ELP).

---

\* Maître de conférences en Sciences de Gestion à l'Université de Nantes (France). Courriel : [bruno.durand@univ-nantes.fr](mailto:bruno.durand@univ-nantes.fr).

\*\* ATER en Sciences de Gestion à l'Université de Nantes (France). Courriel : [sonia.mahjoub@univ-nantes.fr](mailto:sonia.mahjoub@univ-nantes.fr).

\*\*\* Maître de conférences en Sciences de Gestion à l'Université de Nantes (France). Courriel : [marie-pascale.senkel@univ-nantes.fr](mailto:marie-pascale.senkel@univ-nantes.fr).

## 1. Introduction

Le TMV (Transport des Marchandises en Ville) a longtemps fait l'objet d'une double ignorance : celle du politique et celle du scientifique (Patier, 2002). Il a ainsi fallu attendre les années 1970 (Dufour et Patier, 1997), pour voir les autorités publiques élaborer les premiers PDU (Plan de Déplacement Urbain), c'est-à-dire en fait les premières réglementations régissant la livraison des marchandises en ville. Cette prise de conscience, progressive et collective, était inéluctable quand on sait que, dans une agglomération, le transport de marchandises (livraisons et enlèvements) représente en moyenne 30% de l'occupation de l'espace de voirie. Aujourd'hui plus que jamais, du fait du regain de vitalité des commerces de centre-ville, il s'agit d'y éviter toute congestion de circulation et toutes pollutions (atmosphérique et sonore) et, donc, d'y maîtriser les déplacements des véhicules, en particulier lors des livraisons, comme le suggèrent les experts du CERTU (Thévenon, 2011).

A une époque où le commerce électronique *BtoC* se développe à un rythme soutenu (plus de 20% en France en 2012, selon la Fevad<sup>1</sup>), son impact logistique ne peut laisser indifférent. Il paraît ainsi fondamental de se préoccuper de la problématique que représentent les livraisons des internautes urbains. Le bouleversement est de taille, puisqu'il s'agit, en *BtoC*, de livrer directement l'internaute chez lui (on parle de « LAD » [Livraison A Domicile]) ou bien de lui permettre de retirer les produits, qu'il a achetés en ligne, sur des points de retrait (on parle alors de « LPR » [Livraison en Points Relais]). Ces exercices, *a priori* simples, n'ont rien de très aisé en fait, surtout quand les villes connaissent déjà une congestion de leur trafic. Le développement du e-commerce complexifie, par conséquent, sérieusement la logistique traditionnelle, donnant lieu à de nouveaux processus et à l'émergence de nouveaux PSL (Prestataires de Services Logistiques). Il s'agit effectivement d'une toute autre logistique, plus diffuse et plus capillaire (*versus* massive dans le cadre du *BtoB*), à laquelle on prête le nom d'e-logistique ou encore de net-logistique...

La France compte, à ce jour, 32 millions d'acheteurs en ligne et donc, par voie de conséquence, quasiment 32 millions de portes à livrer (ce qui correspond, ni plus ni moins, au nombre de ménages français) : si ce nombre commence à stagner, celui du nombre de colis à livrer aux particuliers (plus de 500 millions en 2012 !) devrait, en revanche, continuer à croître de manière significative, pour parvenir assez rapidement à plusieurs unités par mois ou même par semaine... Ne perdons pas de vue, en effet, que le nombre moyen de transactions commerciales est seulement aujourd'hui de 16 par consommateur et par an (contre 7 en 2006). La logistique urbaine pourrait donc constituer, demain, un facteur clé de développement (ou bien d'échec) de la vente en ligne, car livrer de plus en plus de colis aux ménages urbains risque de devenir, si les schémas de distribution en ville ne sont pas rapidement revus, de moins en moins aisé. Nous

---

<sup>1</sup> Fevad : Fédération du e-commerce et de la vente à distance.

serions pourtant tentés d'écrire que la problématique de la distribution urbaine est, aujourd'hui, en partie résolue dans la mesure où l'offre e-logistique s'est nettement développée. Ce serait malheureusement nous précipiter, car si l'offre existe bien en termes de LAD et de LPR, nous pouvons en revanche nous montrer dubitatifs quant à l'aptitude de l'e-logistique à pouvoir vraiment répondre, demain, aux demandes croissantes des internautes. L'offre logistique actuelle garantit-elle, en effet, un développement soutenu du *BtoC* et, en même temps, s'inscrit-elle dans une perspective de développement durable, en particulier sur les plans écologique et économique ?

C'est la raison pour laquelle nous souhaitons, au cours de cet article, nous concentrer essentiellement sur la problématique de la distribution urbaine des internautes, en nous limitant cependant aux produits non alimentaires. Nos travaux de recherche, conduits en particulier auprès des PSL, nous ont en effet permis de bien cerner les différentes manières de surmonter les obstacles inhérents à la livraison des colis aux particuliers. Face aux difficultés récurrentes que rencontrent les villes dans la gestion de l'ensemble de leurs déplacements, nous sommes de plus en plus persuadés que des formes de coopérations entre acteurs peuvent permettre de surmonter l'obstacle du tout dernier kilomètre. C'est d'ailleurs ainsi que, chemin faisant, nous nous sommes intéressés au concept de mutualisation logistique. L'objectif de notre papier est, précisément, de présenter les scénarios d'évolution de la distribution urbaine domestique, et de montrer que la mutualisation des flux physiques constitue un réel vecteur de performance logistique, tant sur le plan économique qu'écologique. Les différentes investigations menées nous ont ainsi permis d'identifier trois scénarii clés d'évolution : (1) celui de la « 0 - mutualisation » ; (2) celui de la mutualisation partielle *via* des points relais ; (3) celui, enfin, de la mutualisation *via* un ELP (Espace Logistique de Proximité), garantissant le « tout en un » (une seule LAD ou un seul retrait).

## 2. Le scénario de la « 0 - mutualisation »

Dans ce premier scénario, chaque opérateur de livraison, principalement des messagers et des expressistes, cherche à améliorer son niveau de performance en réduisant notamment, lors des tournées de distribution, leur part d'INL (Internautes Non Livrés) ou bien leurs émissions de CO<sub>2</sub>. Précisons que ces recherches d'amélioration se font, alors, de manière totalement indépendante : c'est le règne du « chacun pour soi ». Aucune coopération n'est ainsi constatée entre les différents confrères et... concurrents. Certains opérateurs font le choix de se tourner vers plus de technologie (gestion en temps réel des tournées afin d'éviter tout passage inutile) ou encore vers des véhicules plus propres et moins encombrants (en électrifiant, par exemple, une partie de leur parc). Ajoutons que les tournées de distribution urbaine des messagers sont rarement dédiées au seul *BtoC* : elles sont généralement mixtes (c'est-à-dire à la fois *BtoB* et *BtoC*), ce qui a pour effet d'en diminuer la productivité par rapport aux tournées totalement

dédiées au *BtoB*. La durée des tournées ne pouvant pas en général être allongée, le nombre moyen de colis livrés par tournée a alors tendance à baisser pour la simple raison que le nombre moyen de colis livrés par porte diminue sensiblement, le mono-colis dominant en *BtoC*, alors que le nombre moyen de portes à livrer par tournée est en augmentation.

Quant à l'objectif clé recherché en *BtoC*, il consiste à réduire le taux d'échec des LAD lors du premier passage, c'est-à-dire le taux des INL, un taux qui se situe selon les opérateurs entre 10 et 40% du nombre de portes à livrer. Plus précisément, il s'agit de tendre vers le « 0-commande non livrée », c'est-à-dire de réussir la livraison de tout internaute dès le premier passage, ce qui constitue un véritable défi auquel certains PSL parviennent déjà, en ne mettant en livraison (généralement après appel téléphonique de l'internaute) que ce qui est sûr d'être livré. Il s'agit, en premier lieu, d'éviter les kilomètres inutiles (internaute absent lors de la livraison) ou supplémentaires (re-livraisons) et, donc, de diminuer les pertes de temps (en écourtant les tournées) et les pollutions (sonores et atmosphériques [réduction des émissions de gaz à effet de serre]).

Cela passe par la préconisation de solutions variées (Patier, 2009) et, notamment par des modes d'exploitation plus dynamiques intégrant, en cours de tournée, des informations statutaires sur l'internaute, par exemple une absence imprévue au domicile ou bien un retard alors que la livraison impose sa présence. Bien entendu, ce PDT (Pilotage Dynamique des Tournées) n'est réalisable que si les consonantes modifient leur statut à temps. A cette condition, le PDT peut engendrer des réductions de coûts d'exploitation ainsi qu'une baisse des émissions de GES (Gaz à Effet de Serre). Soulignons que ces démarches restent généralement individuelles, et complètement dénuées de toute volonté de coopérer durablement avec des confrères en vue, notamment, de mutualiser des flux : il s'agit d'aller vite et d'innover avant les concurrents, afin de bénéficier d'un avantage compétitif certain. Dans ces conditions, le niveau de performance de la logistique urbaine, qui progresse cependant (impacts économique et écologique positifs), demeure trop modeste pour que les nuisances imputables au TMV puissent diminuer de manière significative.

Afin d'évaluer précisément le niveau de performance de la distribution des colis aux ménages, nous avons conduit, sur les métropoles de Nantes et de Rennes, une quinzaine d'entretiens d'experts auprès d'acteurs, on ne peut plus impliqués dans la mise en œuvre de logistiques domestiques (Le Groupe La Poste, DHL, Géodis, Schenker, Dachser, Deret, Colis Privé, Girard Agediss...). Ces entretiens étaient structurés autour de deux thèmes clés : (1) les expériences de mutualisation en *BtoC* ; (2) le bilan économique et environnemental de ces expériences. Nous les avons souvent complétés par des observations *in situ* afin de visualiser au mieux l'ensemble des contraintes, physiques et informationnelles, liées à la gestion capillaire des derniers kilomètres. Nous avons ainsi vérifié que les e-PSL (La Poste et les « grands » messagers

et expressistes) sont, dans ce cas précis de la LAD, vraiment en concurrence frontale : chacun s'appuie, en effet, sur son propre réseau. Il n'y a pas la moindre collaboration entre les différents opérateurs : on parle alors de « non mutualisation » ou de « 0-mutualisation ». Les tournées de livraisons sont bien distinctes les unes des autres, ce qui signifie qu'un même internaute (ou bien un même commerçant) peut être dérangé plusieurs fois dans la même journée (ou dans la même soirée) par différents livreurs. C'est en particulier le cas de l'internaute 4 (ou du commerçant C+2) dans la figure 1.

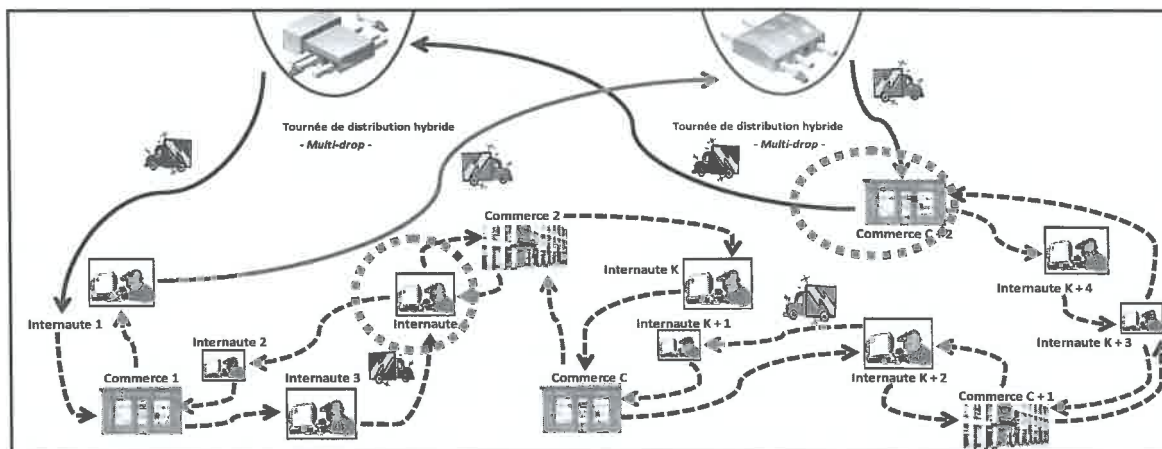


Figure 1 : Scénario de la LAD des internautes urbains sans mutualisation des tournées de livraison opérées par des transporteurs concurrents.

Si l'internaute est absent de son domicile au moment d'une livraison, et si sa boîte à lettres n'est pas normalisée (notamment pas assez grande), ou bien si un émargement du récépissé est absolument obligatoire, cela se traduit par l'échec de la livraison. A La Poste, ce taux d'échec (qualifié de « souffrances ») paraît raisonnable : il est évalué à 10-15% du nombre d'internautes à livrer. Pour certains expressistes, ce taux peut en revanche approcher les 40%... Ajoutons cependant qu'il a été possible, selon les différents entretiens d'experts menés, de mettre en évidence la cause première des échecs de livraisons, à savoir l'insuffisante qualité de l'information. En effet, une fois sur deux, la non livraison d'un particulier tient plus dans une adresse fautive ou incomplète, dans des coordonnées téléphoniques ou électroniques absentes ou erronées, dans un code d'accès à une résidence sécurisée inconnu, que dans l'absence même de l'internaute...

Chaque jour, en moyenne 907 internautes de l'hyper-centre de Nantes sont livrés à leur domicile, chacun de 1,10 colis en moyenne, soit un total de 998 colis à livrer. Pour ce faire, une dizaine d'opérateurs logistiques (postiers, messagers et expressistes) interviennent à travers 23 tournées de livraison mixtes (internautes et commerçants) :

- le 1<sup>er</sup> opérateur, de type « postal », livre à lui seul 648 colis (soit 65% des colis) et réalise 9 tournées - au cours de chacune d'elles, 90% des colis sont destinés aux particuliers : 65 internautes sont livrés en moyenne (soit 72 portes au total, à raison de 9 à l'heure) ;



- les autres opérateurs, de type « messenger - expressiste », livrent les 350 colis restant via 14 tournées  
- au cours de chacune d'elles, 75% des colis sont destinés aux commerçants : 23 internautes sont livrés en moyenne (soit 48 portes au total, à raison de 6 à l'heure).

Ces opérateurs livrent le centre-ville à partir d'agences situées en moyenne à 15 kilomètres du cœur de ville. La longueur moyenne d'une tournée est de 45 kilomètres : 30 en haut-le-pied et 15 en distribution véritable. Le coût d'exploitation moyen d'une tournée est estimé à 250 € HT.

Les véhicules de livraison utilisés par l'opérateur postal sont pour les deux tiers d'entre eux des véhicules thermiques de type VUL (Véhicules Utilitaires Légers) émettant 0,3194 kg de CO<sub>2</sub> par km. Les autres véhicules sont des VUL électriques, qui émettent 0,0500 kg de CO<sub>2</sub> par km. Quant aux véhicules de livraison utilisés par les messagers et expressistes, ce sont pour 72% d'entre eux des véhicules thermiques : 6 camions porteurs 10 t émettant 0,5324 kg de CO<sub>2</sub> par km et 4 VUL (émettant 0,3194 kg de CO<sub>2</sub> par km). On compte également, sur l'ensemble des 14 tournées, 4 tournées VUL électriques (émettant 0,0500 kg de CO<sub>2</sub> par km).

Le taux d'échec de la première livraison est jugé nul chez les commerçants, mais généralement supérieur à 10% chez les internautes :

- allant de 5 à 14% des internautes à livrer pour les tournées postales ;
- allant de 13 à 40% des internautes à livrer chez les messagers-expressistes.

#### Encadré 1 : La livraison non mutualisée des internautes nantais

Ce premier scénario de la livraison des ménages urbains peut être considéré comme scénario de référence, dans la mesure où c'est à lui que l'on a eu recours, en premier, lors des balbutiements du BtoC. Concernant plus précisément la livraison des internautes de l'hypercentre de Nantes, le coût total d'exploitation a ainsi été évalué, à partir du modèle construit, à 5.750 € HT par jour et, sur le plan environnemental, les émissions de CO<sub>2</sub> ont été estimées à un peu plus de 300 kg par jour. Lors des recherches effectuées sur ce premier scénario, nous nous sommes plus particulièrement intéressés à évaluer, à travers une série de simulations, l'impact du taux d'échec de la première livraison sur les plans : (1) économique, en estimant le coût des INL ; (2) écologique, en évaluant les émissions de CO<sub>2</sub> imputables aux mêmes INL. A titre d'illustration, le tableau 1 propose, à partir de quatre simulations particulièrement bien choisies, une synthèse des recherches entreprises.

Taux échec au 1er passage chez l'internaute	Simul 1	Simul 2	Simul 3	Simul 4
- 9 tournées "Postales"	14%	11%	8%	5%
- 14 tournées "Messagerie"	40%	31%	22%	13%
<b>Nombre total d'Internautes Non Livrés (INL)</b>	<b>207</b>	<b>161</b>	<b>115</b>	<b>78</b>
<b>Part des INL</b>	<b>23%</b>	<b>18%</b>	<b>13%</b>	<b>9%</b>
<b>Total des Coûts INL</b>	<b>937 €</b>	<b>729 €</b>	<b>521 €</b>	<b>344 €</b>
<b>Total des Emissions INL de CO2 (en Kg)</b>	<b>51,0</b>	<b>39,6</b>	<b>28,4</b>	<b>18,3</b>
<b>Part des E. INL dans les émissions totales</b>	<b>17%</b>	<b>13%</b>	<b>9%</b>	<b>6%</b>

Tableau 1 : Impacts économique et écologique du taux d'échec de la 1<sup>ère</sup> livraison - 100% LAD.

Force est d'y apprécier l'impact de la diminution du taux d'échec et, donc, de l'augmentation de la QI (Qualité de l'Information), notamment entre les simulations 1 (23% d'INL) et 4 (9% d'INL), sur le coût des INL ainsi que sur les émissions de CO<sub>2</sub>, ces deux valeurs ayant été tout simplement divisées par près de 3 !

### 3. Le scénario de la mutualisation *via* des points relais

Dans le cadre de ce deuxième scénario, celui de la mutualisation partielle *via* des réseaux de PR (Points Relais), les colis sont directement retirés par les consommateurs chez des commerçants de quartier, une alternative qui permet de contourner le délicat problème de la LAD lorsque l'internaute est absent et que sa présence est nécessaire (colis encombrant, émargement obligatoire...). Il n'y a plus, cette fois, d'échec de livraison puisque le colis est déposé dans un commerce de proximité, qui va jouer le rôle de PR dans la mesure où il est situé dans un quartier que fréquente l'internaute et qu'il propose des plages d'ouverture relativement larges. Aujourd'hui, on dénombre, en France, une poignée d'opérateurs de PR structurés en quatre ou cinq réseaux, très concurrentiels et très maillés, d'environ 5.000 points chacun. Certains, comme Relais Colis (Groupe La Redoute) et Mondial Relay (Groupe 3 Suisses), sont nés avec la VPC (Vente Par Correspondance). D'autres, comme Kiala et Pickup Services (Groupe La Poste), ont fait leur apparition au cours de la dernière décennie.

Avec ces réseaux de PR, nous mettons le doigt sur une première forme de mutualisation, dans la mesure où un point de retrait n'est pas dédié à un seul internaute (à la différence de la boîte à lettres de son logement), mais partagé par les acheteurs en ligne d'un même quartier. Cependant, empressons nous de souligner qu'il n'y a toujours pas de collaboration entre les différents opérateurs logistiques, c'est-à-dire entre les différents réseaux de PR, bien au contraire... Cela signifie qu'un même internaute (par exemple l'internaute 3 dans la figure 2) peut être amené à se déplacer, le même jour, sur plusieurs PR de réseaux concurrents en fonction des commandes en ligne passées (c'est-à-dire en fonction des partenariats logistiques signés entre les web-marchands concernés et les réseaux de PR) : une fois sur un point Pickup Services, une autre fois sur un point Kiala, une autre fois encore sur un point Mondial Relay ou Relais Colis... Heureusement, précisons que ces déplacements de très grande proximité peuvent s'envisager en modes relativement « doux » (à pied, en bicyclette...), les PR se situant à quelques centaines de mètres d'un lieu de vie de l'internaute. L'incitation des internautes à de telles pratiques, fruit en fait d'innovations organisationnelles, contribue *a priori* à l'élévation du niveau de performance de la livraison des particuliers en ville : (1) du point de vue économique, par réduction des coûts d'exploitation, du fait de la disparition des non livraisons (et des mises en instance) ; (2) du point de vue environnemental, par réduction des émissions de CO<sub>2</sub>, dans la mesure où il n'y a plus de kilomètres inutiles ou supplémentaires, l'internaute acceptant alors de se déplacer en PR et, pour ce faire, recourant à des modes de transport non ou moins polluants.

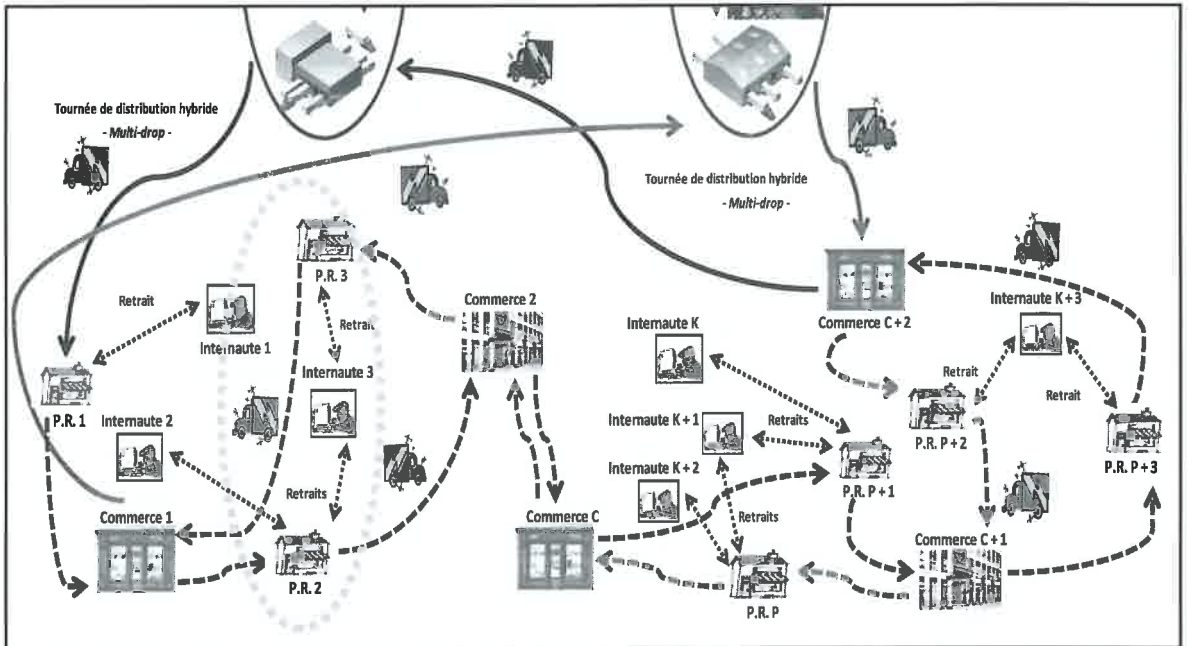


Figure 2 : Scénario de la LPR des internautes urbains sans mutualisation des tournées de livraison opérées par des transporteurs concurrents.

Bien entendu un tel scénario, 100% LPR, n'existe pas : les livraisons des internautes ne se font pas, en effet, exclusivement en réseaux de PR. En revanche, la LPR, à laquelle ont recours 51% des Français selon l'étude Ifop-Generix (2012), coexiste avec la LAD, mode de livraison plébiscité par 85% des acheteurs en ligne de l'Hexagone. Ce deuxième scénario est, par conséquent, mixte. D'ailleurs, dans le cadre des simulations réalisées sur la métropole nantaise, nous avons tenu à faire varier la proportion des internautes livrés en PR de 0 (se reporter au 1<sup>er</sup> scénario) à 35%, une valeur relativement proche de la tendance actuelle. Le tableau 2 en propose une illustration synthétique.

	Nb de portes d'internautes en LAD	Nombre d'internautes en P.R.	Nombre de tournées urbaines	Coût total d'exploitation	Ecart	Emissions de CO2 (Kg)	Ecart
Scénario "N-M" - 100% LAD	907	0	23	5 750 €		303	
Scénario "M-PR" - 85% LAD	769	138	21	5 158 €	-10%	282	-7%
Scénario "M-PR" - 75% LAD	677	230	19	4 714 €	-18%	254	-16%
Scénario "M-PR" - 65% LAD	585	322	17	4 258 €	-26%	213	-30%

Tableau 2 : Impacts économique et écologique de la LPR

Force est de constater que l'impact du recours à la LPR est très positif, tant au niveau des coûts d'exploitation (-26% entre les deux simulations extrêmes) qu'au niveau des émissions de CO<sub>2</sub> (-30%). Le fait de recourir à la LPR se caractérise, en effet, par une augmentation sensible du



nombre moyen de colis livrés par porte (15 colis par PR en moyenne) et, donc, par une meilleure productivité des tournées de distribution (125 colis livrés en moyenne contre 100), à l'origine de la très nette baisse du nombre de tournées (17 contre 23). Bien entendu, le fait d'améliorer la QI permet toujours de diminuer le taux d'échec de la 1<sup>ère</sup> livraison, ce qui augmente également le niveau de performance de la LAD, comme le montre le tableau 3.

Taux échec au 1er passage chez l'internaute	Simul 1	Simul 2	Simul 3	Simul 4
- 9 tournées "Postales"	14%	11%	8%	5%
- 4 tournées "Messagerie"	40%	31%	22%	13%
- 6 tournées "Commerçants et P.R."				
<b>Nombre total d'Internautes Non Livrés (INL)</b>	<b>117</b>	<b>91</b>	<b>65</b>	<b>48</b>
<b>Part des INL</b>	<b>13%</b>	<b>10%</b>	<b>7%</b>	<b>5%</b>
<b>Total des Coûts INL</b>	<b>469 €</b>	<b>365 €</b>	<b>260 €</b>	<b>188 €</b>
<b>Total des Émissions INL de CO2 (en Kg)</b>	<b>23,7</b>	<b>18,4</b>	<b>13,2</b>	<b>9,2</b>
<b>Part des E. INL dans les émissions totales</b>	<b>9%</b>	<b>7%</b>	<b>5%</b>	<b>4%</b>

Tableau 3 : Impacts économique et écologique du taux d'échec de la 1<sup>ère</sup> livraison - 25% / PR

Les quatre simulations, qui y sont proposées, ont toutes été réalisées en prenant comme hypothèse un taux de LPR égal à 25%. On y observe, de nouveau, un écart relativement élevé, du simple au double, avec les résultats obtenus lors du tout premier scénario (se reporter au tableau 1).

#### 4. Le scénario de la mutualisation *via* un ELP

La coopération est, aujourd'hui, devenue un thème fort des relations inter-organisationnelles (Senkel et al, 2013). Après s'être, dans un premier temps, intéressées aux synergies créées par les coopérations verticales entre les membres du canal de distribution, les recherches en logistique se sont naturellement portées sur les relations horizontales, l'une des expressions en étant la mutualisation logistique. Face aux différentes pressions, les acteurs sont, en effet, contraints de trouver de nouvelles armes stratégiques : la coopération en fait partie. Van Lier et al (2010) ou Pan (2010) précisent qu'elle peut, effectivement, s'exercer « *entre les acteurs d'un même niveau, par exemple entre les fournisseurs, entre les prestataires, ou entre les distributeurs dans une chaîne logistique. L'introduction de ce principe a pour objectif de mettre en commun des schémas et des réseaux logistiques dédiés, autrement dit de faire de la mutualisation* ». Bien évidemment, la livraison des zones urbaines denses n'échappe pas, pour des raisons à la fois économiques et écologiques, à ce courant (Fulconis et al, 2011). Le rôle des PSL, dans le pilotage de processus généralement innovants auxquels les politiques accordent de plus en plus de crédit, y est d'ailleurs particulièrement souligné.

Ainsi, en matière de TMV, une idée fait progressivement son chemin, traduisant une véritable prise de conscience et une réelle évolution des mentalités des différents acteurs : il

s'agit du concept de mutualisation des livraisons, et plus précisément de mutualisation du dernier kilomètre (« *last mile* »). Le développement important du *BtoC*, auquel s'ajoute le renouveau du commerce de centre-ville (regain des commerces de proximité), en est à l'origine. Si les livraisons des commerçants ne semblent pas, par le passé, avoir toujours été considérées avec la plus grande attention, l'impact attendu du commerce en ligne sur les livraisons en ville oblige, désormais, à une toute autre attitude. De la noble idée de la mutualisation à sa mise en œuvre opérationnelle, il existe cependant un monde...

Dans le cadre du troisième scénario d'évolution, les e-PSL (principalement des messagers) demeurent toujours concurrents, mais souhaitent cette fois collaborer sur les derniers kilomètres. Les internautes sont-ils prêts, en effet, à être dérangés à leur domicile de manière intempestive par plusieurs livreurs au cours d'une même soirée ? Sont-ils plus prêts à faire, par exemple le samedi matin, le tour de plusieurs PR afin de retirer leurs commandes en ligne ? Il est aisé de comprendre que si le consommateur fait le choix de limiter ses déplacements en magasin, en optant pour des achats en ligne, ce n'est sans doute pas pour s'exposer à de nouveaux désagréments... Il paraît donc essentiel de pouvoir réduire ces dérangements, qui pourraient, sinon, constituer un frein au développement du commerce en ligne, aggravant par ailleurs l'engorgement des centres de vie et les pollutions de tous ordres du fait de l'augmentation du nombre de véhicules en circulation (Gratadour, 2004). Il s'agit, par conséquent, de développer des solutions qui permettent de tendre vers le « coup de sonnette » unique, afin de minimiser à la fois dérangements et déplacements. Cette problématique de la distribution optimale du dernier kilomètre pose, de fait, la question de la nécessité de lieux de mutualisation et, donc, celle d'infrastructures de quartier, à laquelle les ELP (Espaces Logistiques de Proximité), de taille relativement modeste (de l'ordre de 200- 250 m<sup>2</sup>) implantés dans l'hyper-centre, semblent pouvoir répondre.

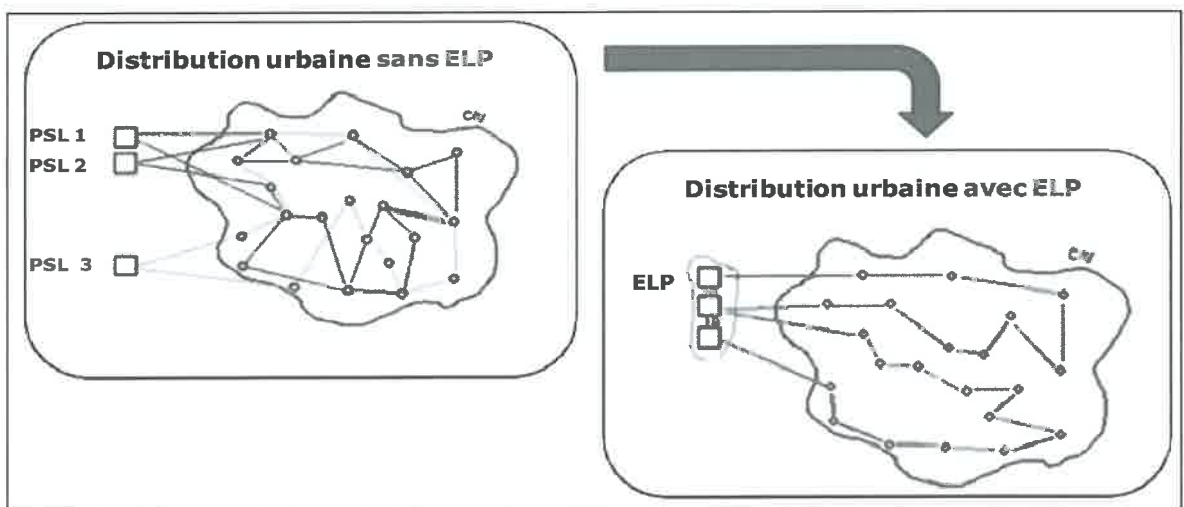


Figure 3 : L'ELP, élément clé de la mutualisation urbaine.

Les commandes des internautes résidant dans le cœur de ville peuvent, en effet, être assez facilement regroupées sur un ELP et, donc, y être « assemblées » par destinataire (Yrjölä, 2003 ; Dablanc, 1998) afin : (1) de réduire le nombre de LAD et de retraits (un ELP pouvant jouer le rôle de PR) ; (2) de réduire, de ce fait, kilomètres parcourus et temps passé à livrer, ce qui entraîne automatiquement une diminution des coûts et des émissions de carbone. Si la réduction des nuisances passe, en effet, par une diminution du nombre de véhicules en circulation, n'oublions pas qu'elle passe aussi par la baisse des distances parcourues (Boudouin et Morel, 2002). Par conséquent, comme le souligne Patier (2002), le nombre de lieux de traitement du fret et la pertinence de leur implantation en ville sont vraiment déterminants. Insistons également sur le fait que le succès de ces opérations de mutualisation physique impose aux informations logistiques de distribution, en vue d'un traitement efficace des colis, une QI minimale commune aux différents opérateurs (en particulier l'adoption d'une étiquette directionnelle de base). La mutualisation des flux physiques nécessite, par conséquent, une mutualisation partielle des flux d'information (*via*, par exemple, une plate-forme de mutualisation virtuelle [adresses, contacts, disponibilités, codes à barres de suivi...]) afin de permettre à l'e-PSL chargé du dernier kilomètre de réussir totalement sa remise.

Après les deux premiers scénarii, « 0 - mutualisation » et mutualisation *via* des PR, force est de souligner que ce troisième scénario, celui de la mutualisation *via* un ELP correspond à une rupture significative dans le comportement des acteurs : il traduit leur réelle volonté d'améliorer durablement la performance de la distribution urbaine des internautes. Sur la partie amont, chacun des PSL continue à s'appuyer, indépendamment de ses confrères et concurrents, sur son propre réseau notamment pour livrer, lors de tournées de distribution dédiées au *BtoB*, les différents ELP (si un ELP semble, aujourd'hui, suffisant pour la desserte de l'hyper-centre de Nantes, il va de soi que, pour Paris, c'est à une dizaine d'ELP qu'il convient de recourir...). En revanche, sur la partie aval (c'est-à-dire pour les derniers kilomètres urbains), les PSL mutualisent leurs flux à partir d'un (ou de plusieurs) ELP, en vue d'atteindre le « tout en une seule fois » (se reporter à la figure 4), c'est-à-dire la LAD de tous les colis en une seule fois ou bien le retrait de ces mêmes colis toujours en une seule fois (« *only one-stop pickup* »). Force est d'admettre que depuis environ trois ans, la maturité des PSL chargés d'effectuer les tous derniers kilomètres des livraisons urbaines a vraiment évolué : « *Dans notre activité de messagerie, les derniers kilomètres sont les plus coûteux et les plus chronophages. Ils sont sources de nuisances diverses et, en plus, les moins rentables... Nous devons, dès à présent, songer à confier leur réalisation à des spécialistes, outillés pour (flotte de petits véhicules « propres »...) et capables de mutualiser, afin de nous recentrer sur notre cœur de métier...* ».

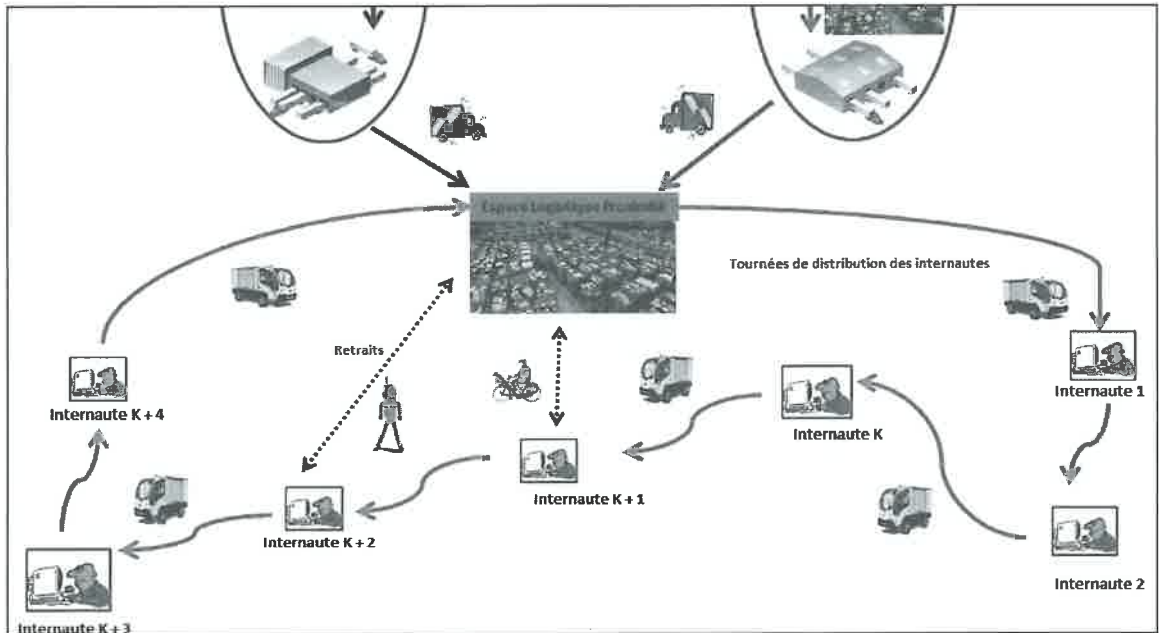


Figure 4 : Scénario de la LAD et de la LPR des internautes urbains *avec mutualisation des tournées de livraison en centre-ville via un ELP*

Concernant plus précisément la livraison des internautes de l'hyper-centre de Nantes *via* un ELP (situé près de la Place du Commerce), le coût total d'exploitation est évalué, à partir du modèle de base et en tenant compte des données figurant dans l'encadré 2, à 5.300 € HT par jour, soit un renchérissement par rapport au 2<sup>ème</sup> scénario (+ 22%) dû au coût de la rupture de charge imposée par le transit sur l'ELP et à un nombre plus important de tournées (22 contre 17). Rappelons, en effet, que dans le deuxième scénario la LAD n'est pas systématique, à la différence des premier et troisième scénarii. Sur le plan environnemental, la hausse est cependant moindre du fait d'un recours plus important à des VUL électriques : les émissions quotidiennes de CO<sub>2</sub> sont ainsi estimées à un peu plus de 220 kg (soit +5%).

Chaque jour, en moyenne 907 internautes de l'hyper-centre de Nantes sont livrés à leur domicile, chacun de 1,10 colis en moyenne, soit un total de 998 colis à livrer. Pour ce faire, une dizaine d'opérateurs logistiques (postiers, messagers et expressistes) interviennent à travers 22 tournées de livraison :

- le 1<sup>er</sup> opérateur, de type « postal », livre à lui seul 648 colis (soit 65% des colis) et réalise 9 tournées - au cours de chacune d'elles, 90% des colis sont destinés aux particuliers : 65 internautes sont livrés en moyenne (soit 72 portes au total, à raison de 9 à l'heure) ;
- les autres opérateurs, de type « messager - expressiste », livrent les 350 autres colis sur l'ELP central via 8 tournées BtoB - au cours de chacune d'elles : 100% des colis sont destinés à des commerçants, soit 44 portes à livrer en moyenne (à raison de 6 à l'heure), l'ELP constituant la 45<sup>ème</sup> porte pour laquelle la durée du « stop » peut monter jusqu'à 40 minutes (remise d'une quarantaine de colis) ;



- un opérateur du dernier kilomètre, de type « coursier », livre les 350 colis en transit sur l'ELP via 5 tournées BtoC - au cours de chacune d'elles : 64 portes sont livrées en moyenne, à raison de 8 à l'heure.

La longueur moyenne des tournées « postales » et « BtoB » est de 45 kilomètres, contre 5 pour les tournées au départ de l'ELP. Le coût d'exploitation d'une tournée est toujours estimé à 250 € HT, de même que le coût d'exploitation quotidien de l'ELP (100 € de loyer et 150 € de frais de personnel et de gestion, soit au global : 0,70 - 0,75 € / colis).

Les véhicules de livraison utilisés par l'opérateur postal sont pour les deux tiers d'entre eux des véhicules thermiques de type VUL émettant 0,3194 kg de CO<sub>2</sub> par km. Les autres véhicules sont des VUL électriques, qui émettent 0,0500 kg de CO<sub>2</sub> par km. Quant aux véhicules de livraison utilisés par les messagers et expressistes, ce sont pour 75% d'entre eux des véhicules thermiques : 4 camions porteurs 10 t émettant 0,5324 kg de CO<sub>2</sub> par km et 2 VUL (émettant 0,3194 kg de CO<sub>2</sub> par km). On compte également, sur l'ensemble de ces 8 tournées de messagers, 2 tournées en VUL électriques (émettant 0,0500 kg de CO<sub>2</sub> par km). Enfin, le « coursier » a uniquement recours à des VUL électriques pour ses 5 tournées dans l'hyper-centre.

Le taux d'échec de la première livraison est jugé nul chez les commerçants, mais généralement supérieur à 10% chez les internautes :

- allant de 5 à 14% des internautes à livrer pour les tournées postales ;
- allant de 13 à 40% des internautes à livrer pour le « coursier ».

Encadré 2 : La livraison *via* ELP des internautes nantais

Lors des recherches effectuées sur ce troisième scénario, nous avons bien sûr évalué de nouveau l'impact du taux d'échec de la première livraison sur les plans économique et écologique. A titre d'illustration, le tableau 4 propose, à partir des mêmes bases de simulations que pour les deux premiers scénarii, une synthèse des travaux réalisés, synthèse qui montre l'intérêt certain de la mutualisation à partir d'un ELP.

Taux échec au 1er passage chez l'internaute	Simul 1	Simul 2	Simul 3	Simul 4
- 9 tournées "Postales"	14%	11%	8%	5%
- 5 tournées "Internautes"	40%	31%	22%	13%
- 8 tournées "Commerçants et ELP"				
<b>Nombre total d'Internautes Non Livrés (INL)</b>	<b>206</b>	<b>163</b>	<b>115</b>	<b>76</b>
<b>Part des INL</b>	<b>23%</b>	<b>18%</b>	<b>13%</b>	<b>8%</b>
<b>Total des Coûts INL</b>	<b>613 €</b>	<b>485 €</b>	<b>342 €</b>	<b>231 €</b>
<b>Total des Emissions INL de CO<sub>2</sub> (en Kg)</b>	<b>12,0</b>	<b>9,4</b>	<b>6,8</b>	<b>5,3</b>
<b>Part des E. INL dans les émissions totales</b>	<b>5%</b>	<b>4%</b>	<b>3%</b>	<b>2%</b>

Tableau 4 : Impacts économique et écologique du taux d'échec de la 1<sup>ère</sup> livraison - 35% / ELP.

## 5. Conclusion

Au cours de cet article, nous avons concentré notre attention sur les trois scénarii clés d'évolution de la distribution urbaine des internautes et nous avons, en particulier, tenté de mesurer l'impact économique et écologique des INL. Les résultats obtenus, à partir de simulations effectuées sur notre modèle de base, permettent d'écrire que les deux scénarii, dans lesquels des formes de mutualisation sont présentes, sont systématiquement gagnants sur le scénario de référence qui était, lui, dépourvu de toute forme de collaboration.

La performance logistique de la mutualisation s'apprécie, bien entendu à des degrés divers, sur les plans économique et écologique. Force est ainsi de constater que le scénario de la mutualisation *via* des PR est, de loin, le moins coûteux. Il nous faut, alors, nous empresser de souligner que le service proposé, dans ce cas, est de moindre valeur ajoutée pour l'internaute, ce dernier devant se rendre dans un PR pour retirer ses colis : la prise en charge du dernier kilomètre lui incombe alors directement ce qui amoindrit, bien évidemment, sensiblement le coût de la prestation et fausse, par conséquent, un peu la comparaison...

En revanche, le biais disparaît quand on rapproche le scénario de référence du scénario de la mutualisation *via* un ELP : les internautes sont, en effet, dans ces deux cas de figure tous livrés à leur domicile. Ces LAD se font alors soit directement, à partir de l'agence d'un opérateur et dans le cadre d'une tournée mixte « *BtoB* et *BtoC* », ou soit indirectement, après transit sur un ELP et lors d'une tournée dédiée au « *BtoC* ». Le scénario mutualisé apparaît, alors, dans tous les cas plus performant : (1) économiquement - le coût quotidien d'exploitation passe de 5.750 € à 5.300 € (-8%) en y intégrant bien entendu le coût de la rupture de charge ; (2) écologiquement - les émissions quotidiennes de CO<sub>2</sub> passent de 303 kg à 223 kg (-26%) du fait d'une utilisation plus grande de VUL électriques dans l'hyper-centre (tournées au départ de l'ELP). Il est, également, possible d'effectuer les mêmes constatations quand on s'intéresse aux INL (cf. tableau 5), qu'il s'agisse de leurs coûts (-33% en moyenne) ou de leurs émissions de CO<sub>2</sub> (-75% en moyenne). Concernant ces dernières, il nous faut préciser que le haut niveau de performance atteint trouve son explication dans deux raisons majeures : (1) le recours plus important au mode électrique ; (2) le fait que les colis destinés aux INL ne reviennent plus en fin de tournée, à la différence du scénario de référence, sur les agences des opérateurs (agences situées à 15 kilomètres en moyenne du cœur de ville), mais restent sur l'ELP (donc dans l'hyper-centre) pour une nouvelle mise en distribution le lendemain (ou un retrait par l'internaute le jour même). Il est aisé de comprendre qu'ainsi le colis d'un INL va parcourir une trentaine de kilomètres en moins !

Taux échec au 1er passage chez l'internaute	Simul 1	Simul 2	Simul 3	Simul 4
<b>Nombre total d'Internautes Non Livrés (INL)</b>	206	163	115	76
<b>Coûts des INL</b>				
Scénario de la "0 - mutualisation"	937 €	729 €	521 €	344 €
Scénario de la mutualisation via un ELP	613 €	485 €	342 €	231 €
<b>Evolution</b>	-35%	-33%	-34%	-33%
<b>Emissions INL de CO2 (en kg)</b>				
Scénario de la "0 - mutualisation"	51,0	39,6	28,4	18,3
Scénario de la mutualisation via un ELP	12,0	9,4	6,8	5,3
<b>Evolution</b>	-76%	-76%	-76%	-71%

Tableau 5 : Comparaison du scénario de la « 0 - mutualisation » avec le scénario de la mutualisation *via* un ELP

Ces différents résultats nous offrent, bien sûr, un certain nombre de pistes de réflexion, qui constituent autant de perspectives pour des recherches futures. Nous en retiendrons deux : la première sur le développement probable de la mutualisation des livraisons urbaines *via* un ou plusieurs ELP (même si le concept d'ELP tarde encore à se déployer, à l'inverse de celui du *drive*), et la deuxième, dans le but d'améliorer la QI, sur la souhaitable normalisation de l'étiquette directionnelle des colis en prévision du développement du *CtoC*...

## 6. Bibliographie

- Boudouin, D., Morel, C., (2002), *L'optimisation de la circulation des biens et services en ville*, La documentation française.
- Dablanc, L., (1998), *Le transport de marchandises en ville*, Editions Liaisons.
- Dufour, J.G., Patier, D., (1997), *Les transports de marchandises et la ville*, Table ronde 109, CEMT.
- Fulconis, F., Paché, G., Roveillo, G., (2011), *La prestation logistique : origines, enjeux et perspectives*, Editions EMS.
- Gratadour, J.-R., (2004), *Le défi logistique du commerce électronique*, Rapport du Club Sénat présidé par Tück A., rapporteurs Gratadour J.-R. et Cahen A.
- Pan, S., (2010), *Contribution à la définition et à l'évaluation de la mutualisation de chaînes logistiques pour réduire les émissions de CO2 du transport : application au cas de la grande distribution*, Thèse de doctorat, Mines Paris Tech, Paris.
- Patier, D., (2009), *Les différentes formes de livraison aux particuliers*, Supply chains, énergie et CO2, Inrets.
- Patier, D., (2002), *La logistique dans la ville*, Celse.
- Senkel, M.P., Durand, B., Vo, T.L.H., (2013), *La mutualisation logistique : entre théories et pratiques*, Logistique & Management, Vol. 21, n° 1, pp. 19-30.

- Thévenon, J., (2011), *Logistique urbaine, scénarii pour le futur*, L'Officiel des transporteurs, N°2590, Mars, pp. 26-27.
- Van Lier, T., Macharis, C., Caris, A., Vrenken, H., (2010), *Internal and External Co-loading of Outbound Flows to Increase the Sustainability of Transport: a Case Study*, 12th WCTR, Lisbon (Portugal), July 11-15.
- Yrjölä, H., (2003), *Supply Chain Considerations for Electronic Grocery Shopping*, Dissertation for the degree of Doctor of Science in Technology, University of Technology, Helsinki, January.