

# MAITRISER LA COEXISTENCE DES FLUX DE PASSAGERS ET DE MARCHANDISES EN MILIEU URBAIN

Anna TRENTINI\*, Nicolas MALHENE\*\*

---

Résumé. - La mobilité urbaine regroupe à la fois la mobilité des personnes mais aussi la mobilité des biens. Aujourd'hui, l'intégration de la vision « passagers » dans la planification des transports ne fait aucun doute. Les marchandises, quand elles sont considérées, sont alors exprimées en tant que contraintes des flux passagers. Cet article propose un argumentaire mettant en avant les synergies de ces deux types de flux a priori antagonistes. Puis, la structure d'une procédure de planification de la mobilité est établie, son intérêt principal réside en la maîtrise de la coexistence des passagers/marchandises en ville. Pour cela, il s'agit de formaliser le cadre méthodologique de planification, d'analyser les éléments fondamentaux des approches méthodologiques de planification du transport de passagers et de marchandises et enfin d'identifier les concepts novateurs pour la définition d'une approche méthodologique de planification de la mobilité urbaine intégrée.

Mots-clés : Mobilité urbaine, Logistique urbaine, Transport de marchandises en ville, Planification de la demande de transport.

## 1. Introduction

Un service de transport urbain de personnes et de marchandises efficace est un élément essentiel pour l'équilibre et participe au développement des relations sociales et économiques.

---

\* Doctorante ENSMP - Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, 60, bd Saint Michel, 75006 Paris, c/o EIGSI – Ecole d'Ingénieurs en Génie des Systèmes Industriels, 26 rue de François de Vaux de Foletier, 17041, Cedex 1, La Rochelle, France: anna.trentini@ensmp.fr, anna.trentini@eigsi.fr.

\*\* Enseignant chercheur, EIGSI – Ecole d'Ingénieurs en Génie des Systèmes Industriels, 26 rue de François de Vaux de Foletier, 17041, Cedex 1, La Rochelle, France, nicolas.malhene@eigsi.fr.

Les personnes recherchent des solutions de déplacement efficaces, qui leur permettent d'arriver à destination à l'heure, en fonction de rythmes cadencés sur des programmes précis. Le fret, quant à lui, doit être déplacé rapidement pour ne pas créer d'immobilisations excessives de stocks et donc minimiser les dimensions des entrepôts et des coûts de gestion correspondants et répond à des critères de livraison bien précis comme les délais.

Les tendances de ces dernières années montrent que, pour aller dans le sens d'une mobilité urbaine durable, il est de plus en plus important de faire face aux problématiques liées au mouvement de personnes et de fret de façon intégrée et coordonnée. La Commission européenne a publié le 25 septembre 2007, un Livre Vert intitulé « Vers une nouvelle culture de la mobilité urbaine ». Le document souligne l'importance de l'approche intégrée dans le développement d'une politique de mobilité urbaine. Dans le document, il est énoncé que : « La logistique du fret comporte une dimension urbaine. Du point de vue des parties prenantes, toute politique de la mobilité urbaine doit englober tant le transport des passagers que celui des marchandises » (COM, 2007, pg. 7).

En France, la loi instaure des PDU (« plans de déplacement urbain ») qui ont pour ambition d'offrir aux collectivités locales une palette d'outils pour agir en matière de mobilité urbaine. Les PDU, formalisés en 1982, sont rendus obligatoires en 1996 et renforcés en 2000 par la loi relative à la solidarité et au renouvellement urbain (SRU). La loi sur « l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie » (LAURE) du 30 Décembre 1996 a modifié l'article 28 de la Loi d'Orientation des Transports Intérieurs (LOTI), relatif aux Plans de Déplacements Urbains. L'une des innovations importantes de cette loi consiste dans la prise en compte du rôle des marchandises au niveau de l'organisation globale des déplacements dans les grandes agglomérations urbaines.

La loi SRU introduit des nouvelles compétences aux PDU. L'article 96 prévoit « la mise en cohérence des horaires de livraisons, des poids et des dimensions des véhicules de livraison au sein du périmètre des transports urbains. Il prend en compte les besoins en surface nécessaires au bon fonctionnement des livraisons afin notamment de limiter la congestion des voies et aires de stationnement. ». Enfin, le Sénat a adopté, en 2009 le projet de loi portant engagement pour l'environnement dit Grenelle <sup>1</sup>. Le titre II du projet de loi est consacré aux transports<sup>2</sup>. Ce titre

---

<sup>1</sup> Ce projet de loi d'engagement national pour l'environnement doit adapter les dispositions de la loi d'orientation Grenelle 1. Il constitue « la boîte à outils juridiques du Grenelle de l'environnement », selon Jean-Louis Borloo. Le « Grenelle Environnement » est l'ensemble de rencontres politiques organisées en France en octobre 2007, visant à prendre des décisions à long terme en matière d'environnement et de développement durable, en particulier pour restaurer la biodiversité par la mise en place d'une trame verte et bleue, et de Schémas régionaux de cohérence écologique, tout en diminuant les émissions de gaz à effet de serre et améliorant l'efficacité énergétique. Le terme «

comprend trois chapitres : le premier est relatif aux mesures en faveur du développement des transports collectifs urbains et périurbains, le second aborde les mesures relatives aux péages autoroutiers et le dernier concerne le développement des modes alternatifs à la route. Parmi les avancées du texte, on peut noter particulièrement, la possibilité, pour les collectivités locales, les habitations et les lieux de travail, de créer et d'entretenir les infrastructures de charge nécessaires à l'usage de véhicules électriques ou hybrides rechargeables.

Cependant, intégrer et coordonner les deux flux est une problématique complexe :

- ⇒ les comportements complexes des acteurs ont souvent conduit les autorités organisatrices de transport à considérer le flux de marchandises comme une contrainte et non comme un flux à part entière. Ce constat a été dressé par la Commission Européenne, qui, dans le Livre Vert, cite : « Le transport public de passagers est généralement supervisé par l'administration compétente, alors que la distribution du fret relève normalement du secteur privé. Il est nécessaire que les autorités locales envisagent tous les aspects de la logistique urbaine liés au transport de passagers et de marchandises comme un système de logistique unique » (COM, 2007).
- ⇒ le transport urbain de marchandises ne peut pas être traité de la même manière que le transport de passagers principalement pour les raisons suivantes:
- ⇒ l'unité considérée n'a pas la même nature : elle est active si c'est une personne, et passive si c'est une marchandise. Les marchandises nécessitent donc une ressource pour être manipulées et transportées à l'inverse des personnes.
- ⇒ les services publics de transport et de déplacement doivent appréhender les marchandises dans le cadre de décisions industrielles à l'origine de leur transit, en intégrant aussi le fonctionnement urbain.

Ainsi, l'un des plus grands défis qui se présente aujourd'hui, consiste à identifier des stratégies et des moyens d'intégration et de coordination du transport urbain de passagers et marchandises. De surcroît, une autre problématique se pose, celle de l'existant. En effet, les villes existent déjà avec leurs structures ; cette cohabitation des flux doit tenir compte de l'état existant et des mutations progressives à faire pour intégrer ces deux flux.

Pour ce faire, il faudrait pouvoir disposer :

---

Grenelle » renvoie aux accords de Grenelle de mai 68, et désigne par analogie un débat multipartite réunissant des représentants du gouvernement, d'associations professionnelles et d'ONG.

<sup>2</sup> De l'art. 16 à 22 quater.

- ⇒ d'une approche méthodologique de planification qui permette d'optimiser le transport urbain en faisant coexister ces deux types de flux (marchandises et passagers), en minimisant les interactions négatives sur le réseau. Le but, à travers cette approche, est d'aider le planificateur à pouvoir considérer un réseau de transport urbain qui, au sein d'une même ville, gère marchandises et passagers.
- ⇒ d'approches expérimentales qui rationalisent les flux en optimisant le partage des ressources communes, comme, entre autres, le réseau infrastructurel de transport. Certaines solutions ont déjà été mises en œuvre dans certaines villes selon des modalités différentes et avec des résultats multiples (BESTUFS, 2008). Par ailleurs, les expériences doivent manifester par la suite une rentabilité économique avérée pour être pérennisées (CITY PORTS, 2005 b).

Cet article présente notre contribution à la conception et au développement d'une méthodologie de planification de la mobilité urbaine, qui prenne en compte les personnes et les marchandises dans les politiques globales de transport et les stratégies de développement des villes moyennes. Cette méthodologie doit assurer la rationalisation des flux de passagers et de marchandises, à travers l'optimisation du partage des ressources communes. L'objectif final étant d'obtenir un outil de support aux décisions (Decision Support System –DSS) pour les autorités organisatrices de transport, dans le domaine de la planification du transport urbain. Pour ce faire, nous nous proposons :

- ⇒ d'identifier les spécificités des dynamiques des deux flux de transport ;
- ⇒ d'étudier le processus conventionnel de planification de la demande de transport urbain ainsi que les outils techniques de modélisation connus pour chacun des deux flux;
- ⇒ de présenter les éléments innovants de l'approche proposée.

## **2. Marchandises et passagers : des dynamiques de flux très différentes**

Le transport de marchandises et de passagers ne répond pas à une même dynamique des flux car les paramètres qui les régissent n'influencent pas les mêmes éléments fondamentaux de ces deux systèmes (Roque et Delaître, 2009). Les raisons de cette différence sont multiples. Intuitivement, on peut déjà constater que les marchandises ne se déplacent pas seules mais nécessitent une ressource pour être manipulées et transportées, à l'inverse des personnes.

Dans (Ogden, 1992) (Delaître, 2008), on trouve quelques critères non triviaux, dont la liste figure ci-dessous, pour montrer que les problèmes du TMV (Transport de Marchandises en Ville) n'ont pas la même dimension que les problèmes de transport de passagers.

- ⇒ les flux de marchandises considérées. La diversité et les différentes manières de conditionner les marchandises imposent leurs modes de transport. Les moyens de manutention ne sont pas les mêmes en fonction du type de marchandises et influent également sur les modes de transport utilisés ;
- ⇒ l'unité d'analyse. L'unité d'analyse pour le TMV peut être focalisée sur la marchandise ou sur le véhicule. Dans chacune des deux catégories, il existe encore une subdivision, comme les unités logistiques pour la marchandise (notion d'unité logistique standard, non standard, homogène, hétérogène). D'autres unités d'œuvre ont été étudiées notamment le temps de regroupement pour le transport dit capillaire (Ballot et Molet, 2003) ;
- ⇒ l'inclusion ou non des services de transport. Pour les personnes, avoir plusieurs modes de transport à disposition et notamment tous les services associés (information, correspondance...) représente un acquis naturel. Les marchandises n'ont pas ou peu ce genre de services ;
- ⇒ l'inclusion ou non des déplacements d'achats. Les flux industriels et les flux des marchandises par les ménages sont deux grands types de flux de marchandises et possèdent chacun des dynamiques complètement différentes ;
- ⇒ le mode considéré. Les marchandises en ville ont le plus souvent un seul mode de transport : le transport par véhicule motorisé sur voirie ;
- ⇒ la géographie et l'espace de la zone d'étude. La manière dont les marchandises sont livrées et enlevées dépend des contraintes physiques et réglementaires de la ville. Par exemple, un centre ville historique avec des rues étroites ne peut pas accueillir des véhicules de gros gabarits ;
- ⇒ l'analyse des opérations du transport. Les opérations de livraisons et d'enlèvements n'ont pas les mêmes équivalents dans le transport de passagers ;
- ⇒ les acteurs considérés. Le jeu d'acteurs influence beaucoup les flux de marchandises ; selon les acteurs présents, le transport des marchandises varie en conséquence (activités de tourisme, de services ou industrielles).

Malgré les paramètres décrits, la construction de la matrice Origine Destination (OD)<sup>3</sup> est souvent établie sur des modèles de Bell (1983) pour chaque mode de transport: le transport des marchandises sur le réseau est alors estimé comme un pourcentage du trafic habituel (déplacements de personnes).

Cette démarche se heurte à la difficulté d'introduire une marchandise fractionnée dans des tournées complexes où la variété des conditionnements, les contraintes d'accessibilité et de flux tendus sont des critères plus déterminants que les poids des marchandises (Delaître, 2008), (Roque et Delaître, 2009).

### **3. L'approche méthodologique classique de planification de la demande de transport**

Les services publics de transport et de déplacement doivent prévoir les futurs besoins de transport de personnes et de marchandises afin de fournir l'infrastructure et les ressources humaines qui rendront de tels mouvements possibles. Pour ce faire, ils nécessitent des procédures et outils de prévision.

Nous présentons l'architecture générale de la procédure de prévision en nous inspirant des travaux de Bonnel (Bonnel, 2004). La procédure de prévision se traduit par un schéma (Figure 1 ), identifie cinq phases et isole volontairement le modèle mathématique en tant qu'outil technique de la prévision. Cette séparation nous permet de distinguer la phase de construction du modèle au sens de la représentation théorique d'un objet, de sa formalisation mathématique et de son calage pour en faire un outil opérationnel pour la prévision. On peut remarquer aussi que ce schéma ne présente pas de boucles de rétroaction, même si dans la pratique, l'analyste est souvent confronté à de fréquents allers-retours entre les trois premières phases. Par exemple, lors de la phase de calage, la confrontation avec les faits peut conduire à réduire la portée du modèle utilisé, alors que l'indisponibilité de certaines données peut conduire à modifier le modèle proposé (Bonnel, 2004).

---

<sup>3</sup> Les déplacements (toujours l'association d'une origine avec une destination) peuvent être représentés par une matrice d'interactions spatiales, ou encore matrice origine / destination. Dans une telle matrice, les rangées renvoient à des centroïdes d'origines tandis que les colonnes renvoient à des centroïdes de destination. (Rodrigue, 2009)

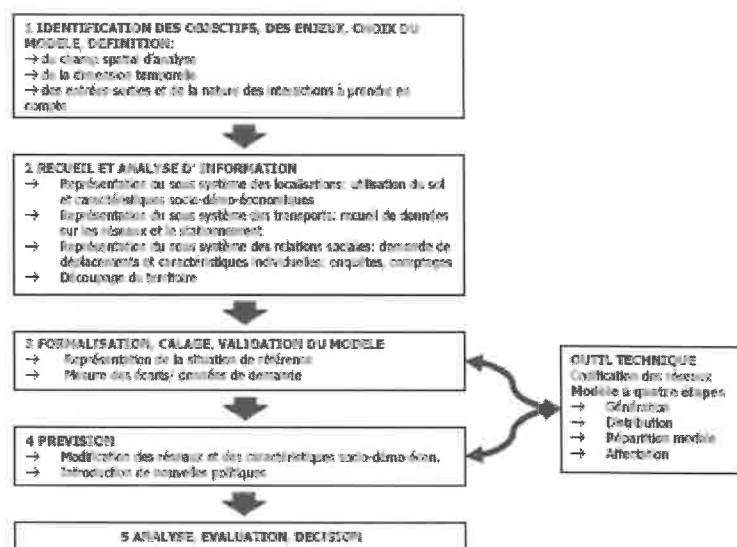


Figure 1 : Procédure de prévision de la demande de transport, inspirée de (Bonnell, 2004).

### 3.1 Les phases de la procédure traditionnelle de prévision

Le schéma prévoit une première phase dans laquelle on définit les objectifs et les enjeux. Cette phase comporte le choix du modèle, c'est-à-dire la construction théorique représentant la réalité du phénomène que l'on cherche à prévoir. Ce choix passe par la définition du champ spatio-temporel d'analyse et de la nature des interactions prises en compte entre les variables (d'entrée et de sortie du modèle). Ce choix peut être formalisé à travers la définition du cadre conceptuel d'analyse du problème.

Puis une seconde phase, liée à l'information, permet le recueil des données nécessaires à une première validation du modèle théorique, lors de l'opération de calage. Ces données sont considérées comme étant une mesure de la réalité qu'on cherche à reproduire.

La troisième phase, caractérisée par des opérations de formalisation, de calage puis de validation du modèle, permet de confronter la construction théorique du modèle avec les données disponibles. Cette phase vise à s'assurer de la capacité du modèle à reproduire la réalité, ou plutôt une certaine vision de cette réalité, correspondant aux données d'enquêtes. C'est à ce niveau que l'outil technique est mis au point : le modèle au sens plus classique du modèle mathématique. En fait, à ce niveau deux opérations distinctes sont réalisées. La première consiste en la formulation mathématique du modèle, c'est-à-dire la mise en équations. La seconde est le calage, c'est-à-dire la détermination des inconnues des équations mathématiques. Enfin il reste à valider le modèle : on vérifie que le sens ou l'ordre de grandeur de certains indicateurs ou certaines évolutions sont conformes à ce que l'on connaît du phénomène étudié.

Une fois le modèle calé et validé, il peut être utilisé en prévision. Celle-ci est la quatrième phase : il s'agit donc de modifier les données d'entrée du modèle et, grâce à l'outil technique, d'obtenir en sortie les valeurs des indicateurs recherchés.

La qualité de la prévision dépendra bien évidemment de la qualité de la construction théorique mais aussi de la qualité des données d'entrée utilisées lors de la phase de prévision.

Enfin, vient la cinquième phase, pour l'analyse des résultats et l'évaluation puis pour la décision.

D'autres types de modèles ont fait l'objet de développements que nous détaillons dans les paragraphes suivants.

### **3.1.1 Les modèles de prévision**

Dans cette section, nous essayons de mettre en parallèle l'évolution de la planification avec celle de la modélisation. Cette mise en perspective permet de mieux comprendre la trajectoire suivie par les modèles de prévision de la demande de transport en France. Encore une fois, nous nous appuyons largement sur les travaux de Bonnel (2004), et de Dupuy (1975).

### **3.1.2 Les modèles à quatre étapes**

En France, jusqu'à la seconde guerre mondiale, l'automobile s'est développée sur la base du réseau routier existant. Les investissements réalisés se limitent le plus souvent à des élargissements ou des travaux d'amélioration pour renforcer la sécurité et la qualité du service. L'objectif est alors de « résoudre les problèmes en cours par des réalisations à court terme » (Dupuy, 1975, p.17). On dispose de modèles donnant la largeur de la voie en fonction du trafic, avec des pondérations selon le type de véhicules en présence. Les recueils de données sont des comptages.

Après la deuxième guerre mondiale, tous les efforts sont mobilisés sur la reconstruction du patrimoine. L'objectif dans le domaine des transports est de permettre la circulation des marchandises et des personnes en résolvant les goulots d'étranglement. Rapidement les préoccupations vont évoluer à la suite de la forte croissance de l'industrie automobile. Dans les années 50, elle occupe une place très importante dans l'économie française. A partir des années 60, elle commence à devenir très fortement exportatrice. Elle constitue un fer de lance de la croissance économique. Sa rapide démocratisation (la production a triplé entre 1953 et 1962) provoque rapidement des phénomènes de congestion. Il apparaît alors nécessaire d'investir massivement dans les infrastructures de transport.



La Direction des Routes opère alors, au cours des années 1950, une véritable mutation pour entrer dans l'ère moderne de la technicité, pour gérer le volume important de crédits d'investissements routiers liés à la création du Fonds Spécial d'Investissement Routier mis en place en 1951. Cette mutation se réalise de 1950 au 1960.

Les modèles de prévision de trafic aux Etats-Unis sont nés au début des années 1950, comme « instrument de gestion dans un système tout entier orienté vers la croissance et le maintien de cette croissance, de même que le comptage seul était un instrument de gestion dans un système stable » (Dupuy, 1975, p.22).

Les premiers modèles développés aux Etats Unis reposent sur la méthode des facteurs de croissance. Cette méthode extrapole le trafic futur à partir du trafic existant. Elle est donc dépendante du contexte actuel. Elle ne permet pas de simuler correctement le trafic d'échange avec des zones dont l'urbanisation est en très forte croissance. Un trafic quantifié très faible voire nul, même multiplié par un facteur important, donnera toujours un trafic très faible ou nul. On utilise des lois gravitaires ou des régressions linéaires.

Cette évolution correspond à une problématique nouvelle qui se traduit par (Dupuy, 1975, p.30) trois modifications principales :

- ⇒ l'adoption systématique d'un horizon à long terme ;
- ⇒ l'abandon de la référence contextuelle aux déplacements existants ;
- ⇒ la prise en compte de l'ensemble d'un « réseau » au lieu d'un axe isolé ;

Sur le plan des modèles, la principale conséquence de l'évolution de cette problématique est l'émergence de deux phases : « génération » et « distribution ». Il y a dissociation entre la phase de génération du nombre de déplacements en provenance ou à destination d'une zone (génération) et la répartition de ces déplacements entre les différentes zones (distribution). Ces deux phases sont ensuite complétées par l'ajout de deux autres phases : la répartition modale et l'affectation du trafic. La phase de choix du mode a « surtout eu une fonction technique interne : le choix du mode permettant d'éliminer la façon rationnelle et, avec la précision nécessaire, des déplacements qui ne font pas ou peu appel aux dimensions de la route. La part de déplacements effectués autrement qu'en automobile (à pieds, en deux roues, en transports en commun), correspond dans l'ensemble du traitement à un résidu qui n'interviendra plus dans la suite du calcul» (Dupuy, 1975, p.39).

Enfin, l'affectation renforce l'intérêt de la création de nouvelles infrastructures. En privilégiant le temps dans l'affectation et en utilisant le plus court chemin, on garantit la charge

de nouvelles infrastructures aux caractéristiques géométriques améliorant les conditions de circulation. Avec les «modèles à 4 étapes», (Figure 2), c'est donc tout un édifice en faveur de l'investissement routier automobile qui se met en place.

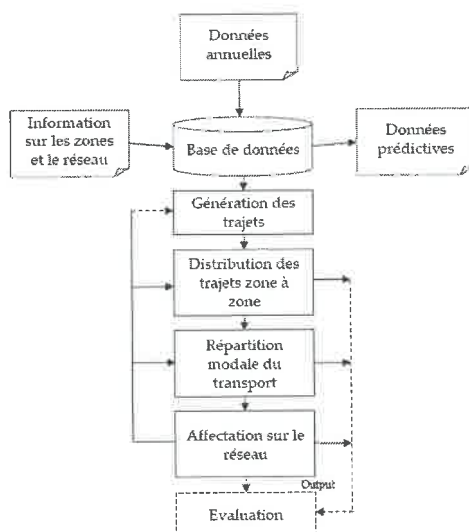


Figure 2 : Structure du modèle à 4 étapes (Delaître, 2008 depuis Ortuzar et Willumzen, 1994).

### 3.2 Des passagers aux marchandises

Comme on peut comprendre depuis la description des séquences, le modèle traditionnel en 4 étapes a pour unité la personne, un agent actif, et tous les agents agissent potentiellement de la même manière sur le système de transport. Or, si on se focalise sur les marchandises, on s'aperçoit que, même si différentes approches pour la modélisation du TMV sont possibles et ont déjà été proposées, il s'agit, dans la plupart des cas, de transposer l'approche traditionnelle de modélisation à quatre étapes aux marchandises. Les modèles alors créés sont des modèles à plusieurs étapes ou multi-steps (Roque et Delaître, 2009).

Delaître a élaboré un état de l'art de la modélisation du fret urbain en 2008 (Delaître, 2008) dont les éléments principaux sont détaillés dans les paragraphes suivants.

En effet, avant 1970, la planification de la demande du transport de marchandises en ville n'a pas connu de grands développements, bien au contraire (Button et Pearman, 1981).

Il faudra attendre 1974 pour que les premiers modèles dédiés aux mouvements de marchandises en ville soient proposés (Hutchinson, 1974). Relativement simples, ils estiment les trajets des camions pour quelques types de marchandises. Puis Slavin (1979) propose dans sa

thèse de doctorat, un modèle de génération et de distribution des trajets. Une classification des modèles de transports de marchandises en ville est établie par Ogden (1992). Les modèles listés ont été récemment développés pour chaque catégorie de marchandises (alimentaire, produits frais, matériaux de construction, etc.). Ogden propose des modèles pour l'estimation de quantités de marchandises et pour l'estimation directe du besoin en camions. Ces modèles traitent uniquement d'attraction/génération et de distribution (modèles gravitaires) (Ogden, 1978) ; ni la répartition modale, ni le chargement des véhicules, ni l'affectation des véhicules n'y sont étudiés en profondeur.

Par la suite, List et Turnquist, (1994), Taylor, (1997), He et Crainic (1998), Gorys et Hausmanis (1999), Harris et Liu (1998) et enfin Holguín-Veras et Thorson (2000) reprennent ces idées et développent l'ensemble des modélisations en proposant des modèles gravitaires et des modèles d'entrées/sorties.

L'une des adaptations du modèle à 4 étapes pour les marchandises est la prise en compte des marchandises à la place des personnes. Or, ces marchandises sont passives et dépendent des agents économiques qui interviennent sur le système de transport. Ces agents actifs influencent le système de transport selon une rationalité différente des autres : par exemple, les opérateurs de transports en compte propre ne raisonnent pas de la même façon que les opérateurs de transport en compte d'autrui. Dans ce type de modèle, la distinction entre transport de fret et transport de personnes est discutable et le choix du véhicule, le mode d'organisation et l'itinéraire ne peuvent être déterminés par les procédures classiques de répartition modale et d'affectation. Par conséquent, ces modèles peuvent à peine calculer l'effet des mesures ou des développements liés au transport de fret.

Oppenheim (1993, 1994) tente d'agréger un modèle de transport de passagers avec un modèle de transport de marchandises. Pour cela, il considère que les flux de marchandises sont générés par le besoin d'une activité urbaine générique donnée et entreprise par différents voyageurs, qui comporte la consommation d'un produit donné. Les passagers sont supposés maximiser leurs utilités, par le choix d'une destination (où ils trouveront une offre d'activités) et d'un itinéraire. Les lieux d'activité maximisent également leurs utilités par leur choix des fournisseurs de produits et des itinéraires du fret. Les tentatives de modélisation se tournent vers la construction de modèles liant le transport à l'utilisation de la voirie, comme le montre l'état de l'art technique de Southworth (1995), qui propose une liste exhaustive des approches utilisées. Plus récemment, Munuzuri et al. (2004) ont proposé une méthodologie fondée sur la maximisation d'entropie dans le but de construire une matrice Origine-Destination (OD) pour le transport de fret tenant compte des livraisons à domicile et de plusieurs secteurs de l'industrie.

#### 4. Proposition d’une nouvelle procédure : spécificité et structure

Nous nous apercevons qu’il existe, à l’heure actuelle, des spécificités dans les dynamiques des flux de passagers et de marchandises qui ont des retombées encore trop fortes sur la modélisation (Roque et Delaître, 2009). Malgré tout, ceci ne nous empêche pas de traiter les deux flux de manière intégrée : on se focalisera donc davantage sur l’identification d’une procédure de planification de la demande de transport urbain, qui nous permette d’ « envisager tous les aspects de la logistique urbaine liés au transport de passagers et de marchandises comme un système de logistique unique » (COM, 2007). Cette procédure sera destinée aux collectivités territoriales, qui nécessitent de maîtriser les interactions non contrôlées, générées par la coexistence des deux flux à échelle urbaine. Une fois la procédure établie, les outils techniques de modélisation, nécessaires à titre prospectif pour répondre à la question : « que se passerait-il si ? », pourront alors être développés de manière plus pertinente.

##### 4.1 Spécificité de la nouvelle procédure: adoption d’une conception systémique

L’adoption d’une conception systémique de la mobilité urbaine nous permet de la décomposer et de l’articuler de la manière suivante: un système physique et un système de pilotage qui pilote le système physique (Doumeingts et Vallespir, 1994) (Figure 3).

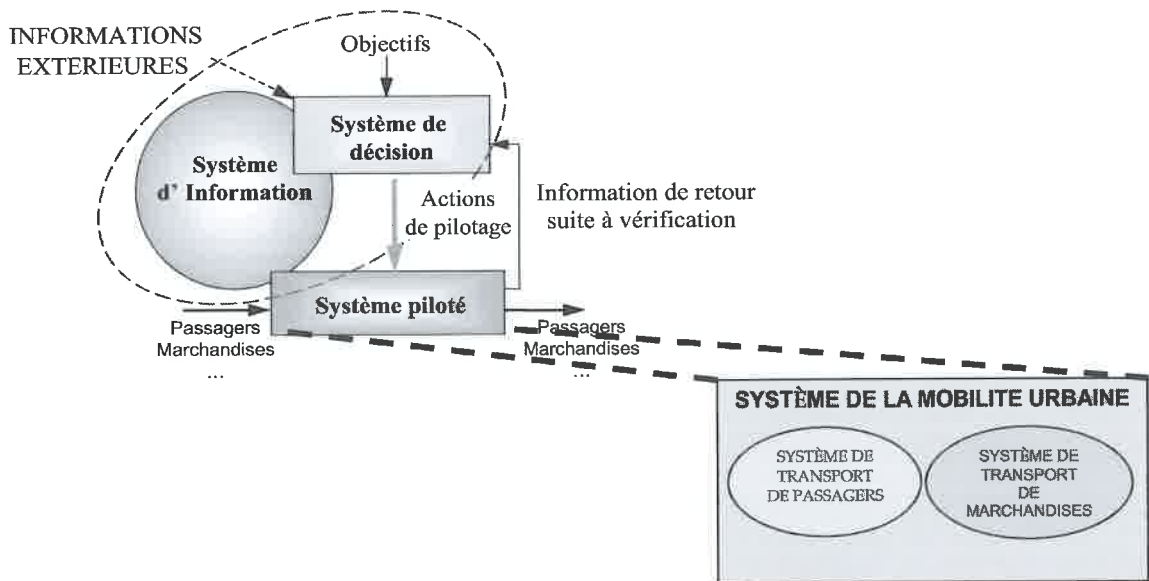


Figure 3 : Décomposition du système (inspiré de Doumeingts et Vallespir, 1994).

Le système de pilotage peut être décomposé en deux sous-systèmes : le système d'information et le système de décision. Le système physique peut être, lui aussi, décomposé en deux sous-systèmes :

- ⇒ le système de transport urbain de passagers;
- ⇒ le système de transport urbain de marchandises.

Les éléments qui caractérisent le système piloté sont les suivants :

- ⇒ les flux physiques ;
- ⇒ les infrastructures de transport adaptées, qui comprennent les réseaux de circulation et les aires de stationnement (des espaces d'attente pour les passagers, des espaces de stockage pour les marchandises, par exemple) ;
- ⇒ les opérateurs du transport ;
- ⇒ les moyens de transport ;
- ⇒ les flux d'information.

Bien évidemment, lorsque passagers et marchandises circulent sur le réseau urbain de transport, ils partagent de façon plus ou moins implicite, certains de ces éléments. Cela génère des interactions non contrôlées entre les deux flux. Il s'agit d'interactions multidimensionnelles (de nature environnementale, économique, sociale, etc.) et qui relèvent de la complexité de l'environnement urbain dans sa globalité.

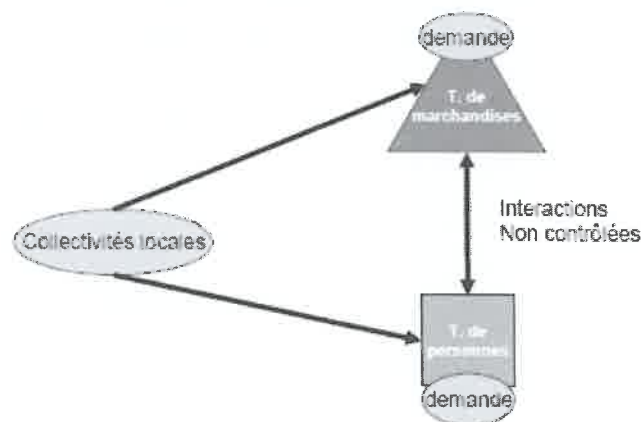


Figure 4 : Représentation des interactions non contrôlées (Roque et Delaître, 2009).

Selon la conception systémique, les collectivités territoriales représentent le système de médiation visant à réaliser la collaboration entre les deux sous-systèmes (Roque et Delaître, 2009). Notre recherche vise à proposer une approche méthodologique de planification de la demande de transport, qui soit capable d'intégrer dans son processus les spécificités des deux flux et permettre, ainsi, aux collectivités territoriales, de maîtriser certaines interactions non contrôlées (Figure 5).

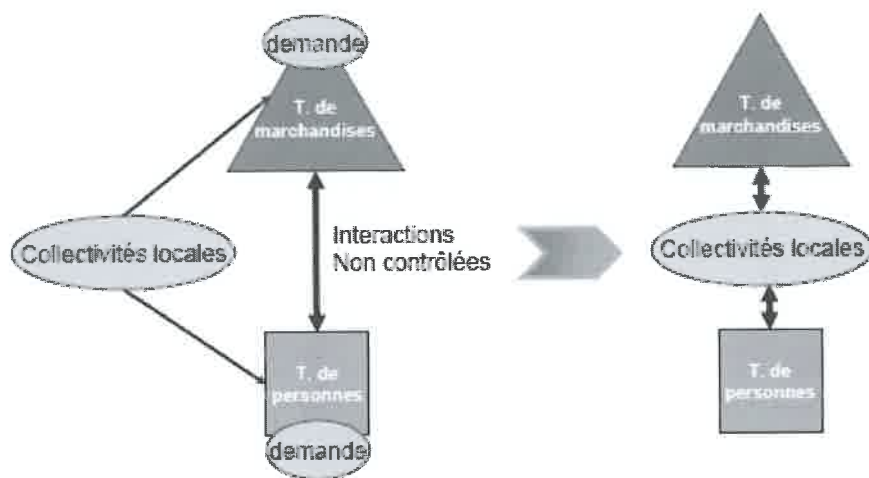


Figure 5 : Objectif global à atteindre (Roque et Delaître, 2009).

#### 4.2 Structure de la nouvelle procédure

Pour répondre à ces attentes, la nouvelle approche doit considérer la dimension d'efficacité du transport de passagers et la dimension de compétitivité territoriale, qui est stratégique pour le secteur du transport des marchandises (Mazzarino, 2007).

Ainsi, elle devra être capable d'intégrer dans la démarche de planification traditionnelle, les concepts suivants:

- ⇒ Concept 1 - Planifier les choix de localisation des zones de stockage ;
- ⇒ Concept 2 - Identifier les points critiques des filières par un zonage urbain ;
- ⇒ Concept 3 - Développer une analyse des filières par processus/activités ;

Ces concepts sont détaillés dans la suite, tandis que l'architecture de la nouvelle procédure est décrite dans le schéma suivant (Figure 6).

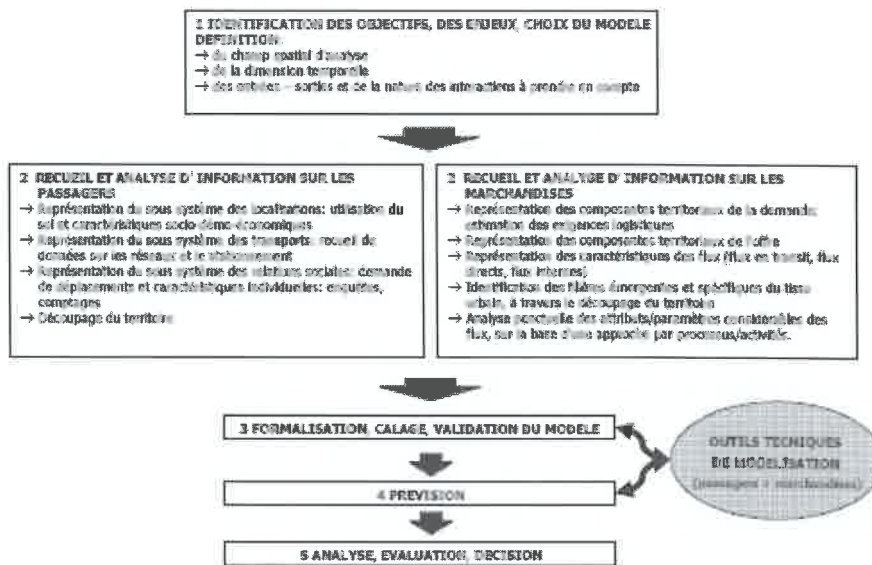


Figure 6 : Structure de la nouvelle approche.

Concept 1 - Planifier les choix de localisation des zones de stockage signifie intégrer le composant « flux » du secteur des passagers avec le composant « stock » du secteur des marchandises. Cet élément d'intégration n'est pas négligeable : les interactions nœud-arc, ou autrement dit, les liens entre les aspects spatiaux, les aspects de localisation et de flux (mouvement), représentent des éléments constitutifs fondamentaux dans l'approche de planification du transport de marchandises. Le rôle des nœuds exprime le compromis entre les coûts du transport et les coûts des stocks (Mazzarino, 2007). Les méthodologies capables d'intégrer cet aspect semblent être plus efficaces dans l'estimation des coûts du transport et l'élaboration du modèle spatial. Malheureusement, il n'existe aucune méthodologie ou modèle agrégé capable de traiter des transports à l'échelle urbaine, en y intégrant le rôle des stocks et le modèle spatial de l'entreposage. Tavasszy et al. (2000), font le même constat, à l'échelle régionale.

Concept 2 - Identifier les points critiques des filières par un zonage urbain signifie analyser les caractéristiques des flux en distinguant :

- ⇒ les flux en transit, c'est-à-dire les flux dont l'origine et la destination sont externes à la zone d'étude;
- ⇒ les flux directs, c'est-à-dire les flux dont l'origine ou la destination est interne à la zone d'étude;

- ⇒ les flux internes, c'est-à-dire ceux dont l'origine et la destination sont internes à la zone d'étude ;

L'approche analytique des flux prévoit le relevé des caractéristiques économiques et de transport essentielles, comme par exemple l'origine et la destination, la typologie des marchandises et les modalités de transport. Il prévoit aussi l'identification des filières des produits qui caractérisent le tissu urbain, à travers un pertinent processus de zonage, permettant de mettre en évidence les points forts et les points faibles du tissu économique et productif urbain.

Concept 3 - Développer une analyse des filières par processus/activités signifie développer une analyse ponctuelle sur les attributs/paramètres considérables des flux, sur la base d'une approche par processus/activités, (Supply Chain Council, 1997, Tavasszy et al, 2000). Cette approche permettra de reconstruire les traits spécifiques des filières analysées. On identifiera, tout d'abord, les processus plus importants des filières identifiées, dans les phases d'approvisionnement, production et distribution ainsi que les activités significatives dans les phases d'achat/approvisionnement. Les paramètres nécessaires pour l'analyse doivent être repérés auprès des opérateurs de la demande et des acteurs de l'offre logistique (les opérateurs logistiques).

### *4.3 Divergence entre les deux approches*

Au niveau de la structure, la nouvelle procédure diverge de la procédure traditionnelle dans la seconde phase, de recueil et l'analyse d'informations, comme on peut l'observer en comparant les deux schémas (Figure 1) et (Figure 6). Cette phase permet le recueil des données nécessaires pour alimenter le modèle théorique (Bonnell, 2004).

Nous avons ainsi enrichi le schéma de la (Figure 1) avec un bloc, nommé « recueil et analyse de l'information sur les marchandises ». Cela impose de développer des considérations logistiques et comportementales, qui permettent de prendre en compte les spécificités du flux de marchandises en ville, parallèlement à celles liées aux passagers. Ces considérations sont résumées dans les trois concepts détaillés précédemment.

## **5. Conclusion**

La mobilité urbaine doit assurer l'ensemble des activités et des services qui permettent de :

- ⇒ répondre à la « demande de ville » exprimée par les personnes, à travers la nécessité de participer aux activités sociales et économiques de la ville, de développer les activités



primaires (travail, école, achats, visites et loisirs de proximité) et tous les aspects qui caractérisent la qualité de vie des habitants. Le véritable service offert par la logistique urbaine à la population et contribuant à son bien-être est donc, l'accessibilité aux destinations finales (accessibilité aux emplois, aux commerces, aux services, etc.).

⇒ alimenter le système productif et commercial localisé dans les villes.

Elle doit donc garantir la circulation des flux de passagers et marchandises, en milieu urbain, selon un processus optimisé, c'est-à-dire selon un processus capable de rationaliser (planifier, organiser, coordonner et contrôler) les flux de personnes, les flux de marchandises et les flux d'informations connexes vers/à partir de la ville et dans le milieu urbain, en les rendant efficaces. Le processus qui nous permettra d'atteindre ces objectifs, sera semblable à celui de la logistique urbaine, défini par Taniguchi comme un processus d'optimisation pour l'acheminement des biens en ville, (Taniguchi et al, 2001), mais il lui sera attribué une signification systémique (Maggi, 2007), afin d'assurer aux collectivités territoriales la maîtrise des interactions non contrôlées entre flux de passagers et de marchandises, dans un contexte de planification de la mobilité urbaine qui vise à rationaliser les flux .

Cet article vise à apporter une contribution aux méthodologies courantes de planification de la demande de transport urbain, afin de structurer un système urbain de transport capable d'assurer, conjointement, les déplacements de passagers et de marchandises. La réalisation du transport conjoint de passagers et marchandises en milieu urbain se traduit par :

⇒ la mise en place, de la part des autorités organisatrices des transports, d'une politique capable de mutualiser les ressources de transport dont, aujourd'hui, les villes disposent – infrastructures, moyens, etc. - mais qui ont été jusqu'à maintenant conçues pour le transport de passagers.

⇒ l'extension du concept de multi modalité (devenu désormais familier dans la planification du transport urbain de passagers) aux marchandises, permettant ainsi de déplacer certains quotas de flux de marchandises, actuellement transportés par des moyens classiques comme les véhicules utilitaires, sur des vecteurs alternatifs, tels que le bus, le vélo, le métro, le tram, des flottes de véhicules en auto partage,...

Le but ultime est de pouvoir gagner en termes de rationalisation des flux, de réduction de la congestion, de la pollution et de la consommation d'énergie.

Pour ce faire, on a choisi de partir du cadre classique de la planification du transport urbain, basé sur des modèles de prévision que l'on englobe généralement sous le terme générique de modèles à quatre étapes, et de l'enrichir avec des considérations logistiques et

comportementales, qui permettent de prendre en compte les spécificités du flux de marchandises en ville.

Le choix de centrer notre attention sur l'approche classique de planification de la demande de transport a été déterminé par le fait que le contexte dans lequel ce projet est financé, prévoit d'apporter des éléments théoriques et méthodologiques de base aux techniciens, disposant souvent d'un niveau limité de connaissances dans le domaine des marchandises en ville. Ainsi, la nécessité était de partir de la modélisation classique et de l'intégrer avec des nouveaux concepts spécifiques aux marchandises.

## 6. Bibliographie

- Ballot E., Molet H. (2003) Contribution à l'évaluation du transport capillaire : définition d'unités d'œuvre cohérentes, *Revue Française de Gestion Industrielle* vol. 22, N°4, 2003.
- Bell M. G. H. (1983). The Estimation of an Origin- Destination Matrix from Traffic Counts, *Transportation Science*, 17(2) :198-217.
- BESTUFS (2008), Cities of tomorrow, Bestufs II Final Conference, 11-13 Juin
- Bonnell P. (2004), *Prévoir La Demande De Transport*, presses de l'école nationale des Ponts et Chaussées.
- Button K., Pearman A. (1981). *The economics of Urban Freight Transport*. Macmillan, London.
- CITY PORTS (2005) Interim Report, *Quaderni del Servizio Pianificazione dei Trasporti e Logistica*, vol. 7, 8 mai.
- CITY PORTS (2005 b), ANNEX II: Efficiency of possible city logistics measures:expert judgements, Interim Report, *Quaderni del Servizio Pianificazione dei Trasporti e Logistica*, vol. 7, 8 mai.
- COM (2007), *Livre vert : vers une nouvelle culture de la mobilité urbaine*, [COM(2007)55]
- Delaître, L. (2008), *Méthodologie pour optimiser le transport de marchandises en ville. Application aux villes moyennes et dans le cadre de l'agglomération de La Rochelle*, Thèse de doctorat, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris
- Dumeingts G., Vallespir B. (1994), *Gestion de production : principes*. Collection techniques de l'ingénieur.
- Dupuy G. (1975), *Une technique de planification au service de l'automobile, les modèles de trafic urbain*, Document de travail, action concertée de recherches urbaines, Paris
- Gorys J., Hausmanis I. (1999) "A strategic overview of goods movement in the Great Toronto Area", *Transportation Quarterly* 53 (2).
- Harris R. I., Liu A. (1998) Input-Output modelling of the urban and regional economy: the importance of external trade. *Regional Studies*, 32 (9)
- He S., Crainic T. G. (1998) "Freight transportation in congested urban areas: issues and methodologies", In: *Proceedings 8th World Conference on Transport Research*, Antwerp, Belgium.
- Holguín-Veras J., Thorson E. (2000) "General Patterns of Freight Movements in the NYMTC Region" report prepared for the New York Metropolitan Transportation Council.

- Hutchinson B.G. (1974) Principles of urban transport systems planning. McGraw-Hill
- List G., Turnquist M. (1994) Estimating Multi-Class Truck Flow Matrices in Urban Areas. Conférence annuelle du Transportation Research Board.
- Mazzarino M.(2007), La pianificazione territoriale della logistica: alcuni sviluppi verso un nuovo modello concettuale, [www.sietitalia.org](http://www.sietitalia.org)
- Maggi E. (2007), La logistica urbana delle merci, Polipress, Milano
- Munuzuri J., Larraneta J., Onieva L., Cortes P. (2004) Estimation of an origin-destination matrix for urban freight transport. Application to the city of Seville", dans Logistics systems for sustainable cities eds. E. Taniguchi and R. G. Thompson, Elsevier.
- Ogden K. W. (1978). The Distribution of Truck Trips and Commodity Flow in Urban Areas: A Gravity Model Analysis. Transportation Research 12(2) pp 131-137.
- Ogden K.W. (1992) Urban Goods Movement. Ashgate. ISBN 1-85742-029-2.
- Oppenheim N. (1993). A Combined, Equilibrium Model of Urban Personal Travel and Goods Movements. Transportation Science Volume 27, No. 2 pp 161-171.
- Oppenheim N. (1994). Urban Travel Demand Modeling. John Wiley & Son, New York.
- Rodrigue J-P., Comtois C., Slack B. (2009), The Geography of transport systems, Routledge, London, Second Edition
- Roque M., Delaître L., (2009), Vers une interopérabilité de la modélisation des flux de passagers et de Marchandises en milieu urbain, 8eme Congrès International de Génie Industriel, Bagnères de Bigorre, France, 10 -12 juin.
- Slavin H L., (1979). The transport of goods and urban spatial structure. Université de Cambridge.
- Southworth F. (1995). A Technical Review of Urban Land Use-Transportation Models as Tools for Evaluating Vehicle Travel Reduction Strategies. National Transport Library.
- Supply Chain Council (1997) A Supply Chain Operations Reference (SCOR) Model. Washington DC
- Taniguchi E., Thompson R.G., Yamada T., Duin R.V. (2001), City logistics, Network Modelling and Intelligent Transport Systems, PERGAMON.
- Tavasszy L.A., Groothedde, B. e Ruijgrok, C. (2000), Aggregate models of spatial logistics. IMRL 2000 Third International Meeting for Research in Logistics, Trois-Rivières, May 9-11.
- Taylor S. Y. (1997). A Basis for Understanding Urban Freight and Commercial Vehicle Travel", ARRB Transport research Report, ARR300.