

VERS UNE DEMARCHE GLOBALE D'OPTIMISATION DE LA LOGISTIQUE URBAINE : FONDEMENTS ET POSITION

Loïc DELAITRE*, Hugues MOLET*, Dominique BREUIL**

Résumé. - La distribution de marchandises dans les centres urbains est essentielle pour leur prospérité. Les expériences pour optimiser le transport de marchandises en ville ne manquent pas. Beaucoup portent sur les marchandises de type messagerie, sans se préoccuper d'un domaine d'activité en particulier, d'autres au contraire sont ciblées sur un secteur précis (produits frais, pièces de rechange...). Toutes ces expériences sont menées de façon indépendante sans qu'il y ait un réel souci d'organisation globale du transport de marchandises à l'intérieur de la cité. Une telle approche est sans doute difficile dans les grandes agglomérations mais elle peut être beaucoup plus facilement envisagée dans celles de taille moyenne. Cela permet non seulement de réduire la génération des nuisances mais surtout des gains économiques pour les différents acteurs. Dans ce cas, se pose le rôle de la Collectivité en tant qu'organisatrice ou que « chef d'orchestre » de ces différents flux.

Bien évidemment la Collectivité possède plusieurs leviers de mesure règlementaire pour mettre en oeuvre sa politique dans ce domaine mais elle peut employer d'autres types d'actions, d'autres types d'outils dans une approche concertée avec l'ensemble des parties prenantes participant aux flux de marchandises. Cette démarche est fondée sur :

- ⇒ l'identification des acteurs (groupes cibles) dans différents secteurs d'activités et l'analyse de leurs besoins en fonction de leurs activités et modes de fonctionnement ;
- ⇒ la recherche et l'adaptation de solutions cohérentes entre elles et avec les moyens déjà existants, en insistant sur les modes d'implication des différents acteurs dans cette recherche ;
- ⇒ la construction d'un schéma directeur global pour le transport de marchandises avec la participation des acteurs ;
- ⇒ l'évaluation a priori et a posteriori des résultats ;

* Ecole des Mines de Paris, 60 boulevard Saint-Michel 75272 Paris Cedex 06.

** Ecole d'Ingénieur en Génie des Systèmes Industriels, 26 rue des Vaux de Foletier, 17000 La Rochelle.

⇒ la définition des améliorations et les perspectives d'élargissement.

Nous proposons de présenter cette démarche en nous appuyant sur les expériences en cours pour différentes activités professionnelles, dans l'agglomération de La Rochelle développées dans le cadre du projet européen SUCCESS du programme CIVITAS.

Mots-clés : Théorie des Contraintes, Lean, Six Sigma, Synchronisation, Amélioration Continue logistique, chaîne intégrée, transversalité, gestion de projet, productivité.

1. Introduction

Selon le Ministère des Transports, de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer, le Transport de Marchandises en Ville (TMV) est constitué de trois éléments essentiels [Ministère des Transports, 2005] :

- Les flux relatifs aux établissements commerciaux, industriels ou tertiaires du secteur privé ;
- Les déplacements effectués par les particuliers pour s'approvisionner, appréhendés à partir des enquêtes "déplacements" auprès des ménages. Compte tenu de la place importante qu'ils occupent, la recherche se poursuit actuellement dans ce domaine (pratiques d'achats, liens socio-économiques entre logique commerciale et logique d'approvisionnement) ;
- Les autres flux désignés comme flux "annexes" sont les flux de marchandises occasionnés par les autres activités telles que le transport de déchets, les besoins propres des services publics, les déménagements, les livraisons à domicile, les services postaux, les hôpitaux.

Le TMV prend une place de plus en plus importante dans les réflexions stratégiques sur la mobilité urbaine. La distribution efficace de marchandises devient un critère de différenciation concurrentielle pour les villes. Même si le TMV est vital pour les livraisons de marchandises et donc pour l'économie locale, il produit également des coûts marginaux élevés en augmentant les émissions de polluants (comme le NO₂ : oxyde d'azote), de gaz à effet de serre (comme le CO₂) et de bruit. Le trafic de marchandises contribue d'une façon disproportionnée à la pollution et ainsi à la réduction de la qualité de vie en ville. En effet, même si les véhicules ne représentent seulement que 10% du transport dans les secteurs urbains, ils produisent plus de 40% de la pollution et du bruit provoqués par le trafic local [COST 321 Action, 1998]. L'utilisation de véhicules inadaptés aux secteurs urbains augmente défavorablement les statistiques de la

sécurité routière et ralentit les flux d'autres moyens de transport. L'ensemble des problèmes environnementaux et d'accessibilité, que ce soit pour le transport de passagers ou pour la distribution de marchandises en ville, met en danger la viabilité et le développement durable des secteurs urbains. De plus, l'efficacité de la distribution de marchandises en ville est elle-même entravée par la congestion, qui peut être plus ou moins aggravée par les mesures d'ordre public prévues pour réduire d'autres nuisances.

D'un point de vue systémique, la logistique en ville est animée par quatre grands types d'acteurs que sont les expéditeurs/ détenteurs de fret, les opérateurs de transport, les habitants/particuliers et les élus (ou administrateurs des villes, institutionnels) [Barceló et al]. La Figure 1 schématise les interactions entre ces acteurs selon leurs natures. Chaque comportement, relatif aux acteurs, influe directement sur l'efficacité du TMV. Les problèmes engendrés n'ont pas de responsables attirés mais sont les conséquences des interactions de chaque acteur : le TMV est l'affaire de tous.

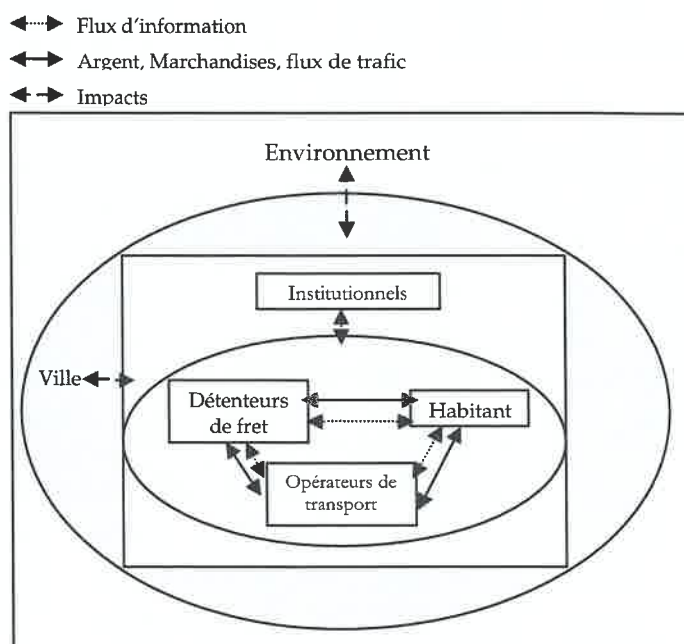


Figure 1 : Interactions entre les acteurs du TMV.

Cet article présente une approche globale pour la définition d'actions d'amélioration du TMV dans les villes moyennes. Après la description de la problématique et du contexte de ces villes, nous présentons la démarche employée et appliquée dans la Communauté d'agglomération de La Rochelle et la recadrons par rapport à l'ensemble des travaux du domaine.

2. Problématique et Contexte

2.1 *Problématique*

Les enjeux du TMV sont nombreux et peuvent être classés selon quatre catégories [Boudouin et Morel, 2002].

- Les enjeux fonctionnels s'adressent à la ville dans son ensemble et plus particulièrement correspondent à la réponse technique aux besoins de circulation en insérant les flux de marchandises dans le trafic global. En effet, sur un même réseau de transport, les passagers et les marchandises coexistent. Les deux flux de nature opposée interagissent entre eux et se freinent mutuellement. ;
- Les enjeux à caractère économique, puisque la performance de l'activité TMV est liée à la qualité et à l'efficacité de la desserte. D'autre part, la qualité de la desserte devient un atout concurrentiel et peut devenir le cas échéant un facteur clé de succès;
- Les enjeux liés à l'urbanisme de nos cités, car la fréquentation et l'occupation de l'espace sont en effet intimement liées à son accessibilité tant pour les personnes que pour les marchandises. L'amélioration de l'accessibilité mène à une efficacité et une performance accrue de la distribution urbaine de marchandises et a des impacts considérables sur les opérations de transport (coûts inférieurs et une utilisation plus élevée) et indirectement sur le temps des tournées (réduction des coûts de personnel, de matériel et de carburant) et finalement par des améliorations logistiques (réduction de coûts de stocks).
- Les enjeux environnementaux et sociétaux ont des répercussions directes sur la qualité de vie et sont désormais au cœur de tous les débats sur l'aménagement. En effet, les nuisances occasionnées par le transport de marchandises sont diverses : la pollution, les émissions de gaz à effet de serre, les vibrations et le bruit.

Si l'on se place d'abord du point de vue de l'efficacité et de la croissance, il n'est pas trop difficile de définir le problème central. Les économies d'agglomération alimentent la croissance des villes. À mesure que les villes grandissent, et en particulier à mesure qu'elles s'enrichissent, le parc de véhicules augmente plus rapidement que l'espace viaire disponible. L'étalement spatial des agglomérations accroît la longueur moyenne des déplacements, de sorte que le volume de la circulation augmente plus vite que le parc de véhicules. Il en résulte une aggravation de la congestion et de la pollution atmosphérique. Ces deux phénomènes sont à l'origine d'un gaspillage de ressources et freinent la croissance. De plus, l'encombrement de la

voirie entrave les mouvements de marchandises. L'un des objectifs de la stratégie de transport de marchandises est donc souvent de trouver le moyen de concilier la croissance de la ville avec la préservation de son efficacité économique. Une solution serait de transférer l'activité hors des mégapoles et de concentrer le développement dans les villes de taille moyenne d'après [Binsbergen et Visser, 2001].

D'autres placent leurs espoirs sur la planification et l'aménagement d'un réseau adéquat et bien structuré parallèlement à la croissance de la ville. Pour les nouvelles agglomérations ou celles qui commencent à se développer, la voirie constitue manifestement un élément indispensable de l'infrastructure urbaine. Il s'agit donc au stade de l'élaboration de la stratégie de transport urbain de planifier l'infrastructure requise (y compris, mais non exclusivement équipements routiers), de réserver l'espace nécessaire à ces aménagements, de définir correctement la structure hiérarchique du réseau et de prévoir les moyens financiers indispensables à l'entretien.

D'autre part, le TMV souffre et dépend de la demande de marchandises. Les tendances de cette demande sont axées par la réduction des stocks, de taille plus petite des envois et l'augmentation de leur fréquence. En amont, les entreprises prennent des décisions logistiques pour leur permettre de répondre à la demande de marchandises en réduisant les coûts. Ces décisions déterminent le tissu d'activités logistiques de la ville et de son environnement et se déclinent en quatre niveaux selon [McKinnon, 1999] :

- Très long terme mettant en cause les structures logistiques déterminées par des décisions qui affectent le nombre de sites, les capacités des sites, des entrepôts et quai de chargement ;
- Long terme qui concerne les décisions commerciales d'approvisionnement, de contractualisation et de distribution. Ces décisions établissent un réseau qui lie les différentes entreprises et permet le transit de marchandises entre les partenaires ;
- Moyen terme dont les décisions concernent le programme de production et de distribution de chaque entité ;
- Court terme déterminé par les décisions liées à la fabrication et aux moyens d'acheminement des marchandises comme l'utilisation d'une flotte de véhicules attitrée ou d'un opérateur de transport externe, le choix d'itinéraire, etc...

Une ville est concernée par une multitude de chaînes logistiques et, de manière agrégée, elles constituent un sous-ensemble du Transport de Marchandises en Ville. Le TMV est naturellement complexe puisque la variété des comportements est importante et semble

désordonné face aux nombreuses relations qui existent entre chaque acteur. Dans ce cadre, le transport de marchandises en ville suscite de plus en plus d'attention de la part des élus à différents niveaux gouvernementaux. La distribution efficace de marchandises est un critère de différenciation essentielle et concurrentielle pour les villes, mais est associée aux problèmes de la viabilité et de l'accessibilité en particulier dans le centre urbain. La Figure 2 décrit les impacts négatifs du TMV.

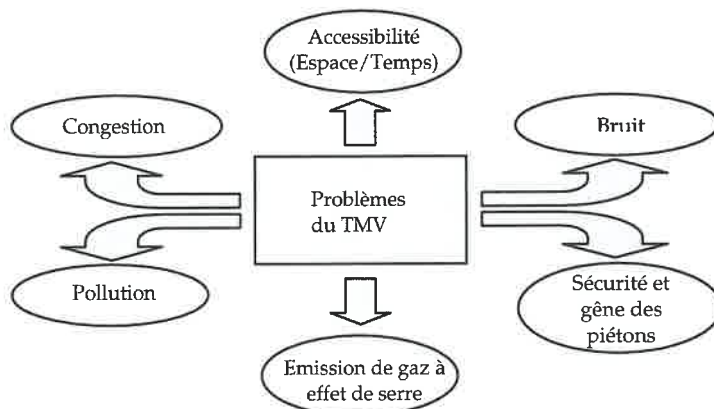


Figure 2 : Impacts négatifs du TMV

Les impacts négatifs les plus connus sont évidemment la pollution, la congestion, le bruit, les émissions de gaz à effet de serre et la sécurité. En effet, le trafic de marchandises contribue également à une grande part des problèmes locaux de sécurité routière.

Chaque acteur essaye de trouver sa propre solution au problème. Dans la plupart des cas, ces solutions mènent à une situation moins optimale du point de vue social et économique. Pour cette raison, les gouvernements locaux, aussi bien que des gouvernements régionaux et nationaux, sont intéressés par des méthodes pour minimiser les problèmes liés à la distribution urbaine de marchandises d'un point de vue global. Une distribution efficace engendre une meilleure économie locale pour les acteurs de la sphère économique et diminue les problèmes cités pour les acteurs de la sphère urbaine. Ces méthodes ne doivent pas conduire à des expériences menées indépendamment sans se préoccuper de l'organisation globale du transport. Dans ce cadre, nous présentons la démarche adoptée dans l'agglomération de La Rochelle développée dans le cadre du projet européen SUCCESS du programme CIVITAS.

2.2 Contexte d'une ville de taille moyenne

Les villes de taille moyenne sont, comme les grandes villes, dépendantes de la topologie, de l'organisation de la cité, de la structure urbaine et des politiques menées par les responsables,

mais leurs dimensions (spatiales, sociales, économiques, normatives..) génèrent des conditions spécifiques pour le fonctionnement du TMV dont quelques exemples sont mentionnés ci-dessous.

La surface plus réduite conduit à des trajets plus courts, effectués rapidement. Cela facilite le transit d'une zone de la ville à une autre par une distance de transport relativement courte. De ce fait l'organisation des transporteurs se trouve facilitée tant pour le choix de véhicules que pour la planification des tournées ; en revanche, il devient plus difficile d'obtenir des gains dans ce domaine par des actions d'amélioration globale. Les autres acteurs agissent de même pour transporter leurs outils ou leurs achats, d'autant que les zones d'activités commerciales se situent généralement à courte distance des centres villes commerçants.

Ces villes ont une taille « humaine », les résidents se connaissent mieux. En conséquence, l'identification des groupes cibles et des flux est plus simple. La mobilisation paraît plus aisée, les impacts (positifs ou négatifs) des améliorations sont vite analysés et les décisions d'ajustement peuvent être prises avec une participation active des personnes concernées.

Par ailleurs, si les volumes transportés sont évidemment moins importants, ce qui rend possible une connaissance quasi exhaustive des flux de marchandises, de véritables flux industriels peuvent se trouver en centre ville car de petites unités de production ou des zones de stockage demeurent à proximité de ces centres.

Les déplacements deviennent plus contrôlables. Mais la sensibilité aux actions normatives est également accrue. Le fait de rendre plus difficile l'accès au centre ville concernant les marchandises provoque rapidement la migration des commerçants et artisans vers les périphéries.

En conclusion, la problématique du TMV ne peut, dans une ville moyenne, être considérée uniquement sur l'hyper centre toujours de taille modeste. Les gains apportés par des solutions classiques ne sont rentables pour aucun des acteurs et provoquent des animosités qui vue la taille de la ville, bloquent rapidement l'efficacité du système. Il s'agit toujours de trouver les meilleurs compromis entre les parties prenantes et d'identifier les « seuils d'acceptation » des différentes catégories d'activités concernées.

Il convient donc d'élargir tant dans l'espace, que dans la nature des activités et dans la société, les actions d'amélioration pour envisager d'apporter des solutions pérennes à l'échelle de telles agglomérations.

3. Etat de l'art

Des tentatives de résolution des problèmes afin de maintenir une qualité de vie et d'assurer l'attractivité de certains secteurs pour les visiteurs ont été réalisées, limitant le trafic de marchandises à certains itinéraires et/ou à certaines périodes. Ces solutions ont posé leurs propres problèmes, comme la dégradation de l'accessibilité aux magasins en ville à certains endroits et certaines périodes pour le trafic de marchandises et la congestion résultante.

3.1 *Les approches expérimentales*

Les premières approches furent concrètes et expérimentales. Plusieurs projets "grandeur nature" ont permis de constituer une base de connaissance du TMV. Ainsi, une première liste de mesures diminuant les impacts du TMV a été élaborée par le projet COST 321 Action [COST 321 Action, 1998]. Les mesures identifiées sont au nombre de 60 environ et sont classées selon 8 classes.

Puis, la commission européenne a lancé plusieurs actions dont notamment le réseau thématique (BESTUFS : BEST Urban Freight Solutions) visant à identifier et à disséminer les meilleures pratiques en ce qui concerne le TMV [BESTUFS, 2004], ou encore le projet City Freight [Cybernetix, 2002] dont le but était d'identifier et d'analyser les schémas logistiques prometteurs dans sept pays afin d'établir une liste de critères et une méthode commune pour évaluer de tels schémas et les politiques d'accompagnement.

3.2 *Les approches de modélisation*

D'autres démarches ont été déployées, notamment l'approche par la modélisation. En 1974, Hutchinson a développé les premiers modèles de mouvements de marchandises en ville [Hutchinson, 1974]. Ses modèles sont capables d'estimer les trajets des véhicules de marchandises mais sont limités dans ce sens où ils ne considèrent que certains types de marchandises et nécessitent des données parfois indisponibles. [Slavin, 1979] développa dans sa thèse de doctorat une méthodologie pour la modélisation du TMV basée sur la construction des tournées. Depuis, plusieurs types de modèles ont vu le jour, classables en deux catégories : les modèles basés sur la marchandise et les modèles basés sur les véhicules [Ogden, 1992]. Ogden repris les modèles de Hutchinson avec l'approche traditionnelle utilisée pour la modélisation du transport de personnes. Les modèles émergents ont pour but d'analyser la génération de fret ou de trajets de véhicules (Ogden a développé les deux sortes de modèles). [List et Turnquist, 1994], [He et Crainic, 1998], [Gorys et Hausmanis, 1999], [Harris et Liu, 1998], [Holguín-Veras et Thorson, 2000] proposèrent d'autres approches de modélisation basées sur des modèles gravitaires, en quatre étapes ou encore « input-output ». [Oppenheim, 1994] va plus loin en

tentant de développer une approche combinant le transport de personnes et de marchandises grâce à un modèle d'équilibre des prix. Plus récemment, [Munuzuri et al, 2004] proposa une méthodologie basée sur la maximisation d'entropie pour la construction d'une matrice Origine-Destination (O-D). Des modèles macro-économiques ont suivi et simulent la distribution spatiale des marchandises entre diverses zones de la ville et génèrent les matrices Origine-Destination des produits. Ils simulent également le choix modal et l'itinéraire sur les réseaux de transport [Russo et Comi, 2005]. [Russo et Comi, 2004b] détaillent davantage les modèles en considérant des connections avec les modèles développés pour les mouvements logistiques et les modèles développés pour le transport de personnes.

D'autres types de modèles ont été implémentés comme [Taniguchi et al, 1999] et [Crainic et al, 2004] qui se sont intéressés à trouver la taille et la localisation optimales pour un Centre de Distribution Urbain (CDU). Le problème du voyageur de commerce connaît également un développement certain depuis l'effervescence des technologies ITS (Intelligent Transport System) comme le proposent [Thompson et Taniguchi, 1999]. Enfin, d'autres ont mené des recherches sur les impacts lors de l'implémentation de restrictions sur les mouvements de véhicules pour les livraisons dans les centres ville [Yannis et al, 2006].

3.3 *Les outils d'aide à la décision*

Pour gérer et contrôler le TMV, des outils de simulation ont été développés. Les principaux outils fonctionnels à ce jour sont Freturb® (France, [LET, 2001]), Goodtrip® (Pays-Bas, [Boerkamps et Binsbergen, 1999]) et Wiver® (Allemagne, [Meimbresse et Sonntag, 2000]), tous trois fondés sur une dynamique différente. On retiendra notamment une approche statistique de données socio-économique pour Freturb.

Toutes ces approches sont construites sur l'exploitation de données statistiques provenant de sources diverses qui ne reflètent pas toujours l'évolution des habitudes et des pratiques des acteurs. Elles ont conduit à des résultats très satisfaisants grâce au nombre important d'acteurs (et de données) contenus dans les domaines d'application. Mais elles atteignent leurs limites lorsqu'il s'agit d'agglomérations de taille plus petite. En effet, les acteurs sont moins nombreux dans les villes plus petites et les comportements sont sensiblement différents car l'accentuation entre les problèmes n'est pas la même dans toutes les villes et les spécificités locales prennent une place plus importante dans les comportements.

4. Démarche

4.1 *Principe*

Un modèle hybride (Recherche opérationnelle et Dynamique des Systèmes) appelé CILOSSIM (City-LOGistics-Scenario-SIMulation) est développé pour modéliser et analyser le transport de marchandises en ville à La Rochelle et Poitiers. Ce modèle tient compte des flux les plus significatifs et des acteurs impliqués dans la distribution urbaine de marchandises. Par une analyse causale, il considère leurs relations, leurs influences et leurs liens avec les autres types de flux liés au transport de passagers et met en avant les conséquences lors de modifications possibles dans la distribution des flux. Utiliser la Dynamique des Systèmes formalise la nature dynamique et complexe du TMV en termes de variables cause/effet. En effet, le TMV est le résultat de processus (processus de livraison, ... etc.). Chaque processus suit une dynamique qui participe à la dynamique globale du système.

Traditionnellement, l'approche systémique conduit aux expériences de modélisation par la dynamique des Systèmes [Lepetit et Pumain 1993], [Wegener, 1998]. Les systèmes d'équations, normalement utilisés dans ce type de modèles, permettent d'évaluer directement les évolutions temporelles du comportement des systèmes et fournit un outil très puissant de simulation et de prévision, grâce au caractère déterministe des équations utilisées. Cependant, ce type de modèles exige un cadre théorique établi qui produit des lois régissant les phénomènes étudiés et les paramètres impliqués. Ces cadres théoriques sont généralement créés par les données pour quantifier les relations entre les variables. Cependant, ces données évoluent et leur évolution n'est pas prise en compte. De plus, l'analyse causale du TMV indique la présence de problèmes d'optimisation. Deux sont bien connus en Recherche Opérationnelle : le problème multiple de chargement de container et le problème du voyageur de commerce.

Un modèle hybride combinant les deux aspects est intéressant pour contrer les inconvénients d'un modèle établi avec seulement une de ces approches de modélisation : La Dynamique des Systèmes ne vise pas à mesurer d'une manière significative les relations entre les variables, par conséquent la Recherche Opérationnelle va donner un cadre scientifique pour quantifier les relations et la Dynamique des Systèmes apporte l'effet dynamique (boucles de rétroaction) que la Recherche Opérationnelle ne considère pas en raison du temps d'exécution des algorithmes.

C'est donc autour de ce modèle que nous décrivons notre démarche qui est sa mise en œuvre.

4.2 Mise en oeuvre

De manière générale un projet visant l'amélioration du TMV comporte trois phases :

- Définition du cadre de travail : les objectifs de la Collectivité au niveau global par rapport à l'ensemble de la mobilité ;
- Organisation et Conception ;
- Mise en oeuvre.

Notre démarche concerne la deuxième phase via l'utilisation de modèles pour l'évaluation des solutions. La démarche se décompose en quatre étapes dont le schéma de principe est présenté ci-dessous (Figure 3). La première est la définition des objectifs. Il s'agit d'abord d'explicitier les besoins des groupes cibles et d'analyser leurs convergences pour en tirer des synergies et leurs divergences pour identifier les conflits d'intérêt et ensuite de déterminer les objectifs des actions à entreprendre. La deuxième étape concerne la caractérisation de la ville pour définir un cadre de travail. La troisième est la recherche et la conception de solutions dans une approche globale i.e en prenant en compte l'analyse des besoins de l'ensemble des groupes cibles. Enfin, la quatrième étape révèle le plan ou le schéma directeur dans lequel s'inscrivent toutes les solutions à mettre en oeuvre. Nous ne décrivons pas cette dernière étape dans cette publication car sa mise en oeuvre demeure très classique.

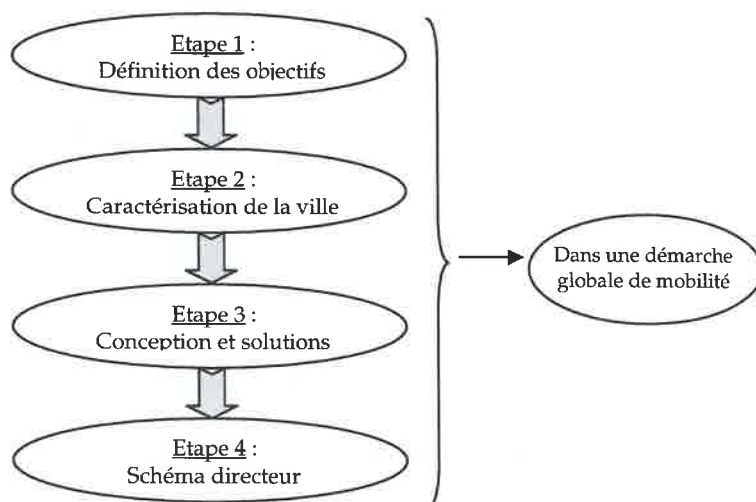


Figure 3 : Schéma directeur de la méthodologie.

4.2.1 Définition des objectifs

Cette étape se divise en trois phases : la définition des groupes cibles, l'identification de leurs besoins et attentes et la définition des objectifs.

4.2.1.1 Les groupes cibles

Dans chaque ville la répartition des secteurs d'activité est différente. Mais à l'intérieur même d'un secteur d'activité, les acteurs ont sensiblement le même comportement, bien qu'il puisse être différent d'une ville à l'autre.

La définition des groupes cibles est faite dans un premier temps en divisant les acteurs en plusieurs groupes (puis sous-groupes) correspondants aux principaux acteurs: les transporteurs, les professionnels, les particuliers, les collectivités, les acteurs externes (ex les donneurs d'ordre). Chaque groupe est lui-même composé de sous groupes ; l'importance et le poids de ces sous groupes vis-à-vis du TMV sont ensuite examinés avec l'aide des représentants de l'activité. Cela permet de caractériser le comportement global et d'estimer les flux de marchandises de chacun et par la suite de les hiérarchiser.

4.2.1.2 L'identification des attentes

Plusieurs méthodes sont envisageables pour connaître les contraintes, les besoins et les attentes des secteurs d'activité. Tout dépend des pratiques de chaque groupe cible, mais il faut toujours être préoccupé de l'impact de la démarche auprès des membres de ces groupes. En effet, le principal objectif, outre de connaître le comportement, est d'instaurer la motivation vers les améliorations envisagées. C'est pourquoi il est nécessaire d'adapter ce recueil de données aux habitudes de chaque profession et acteurs plutôt que d'imposer une démarche impersonnelle.

Par exemple l'utilisation de questionnaires peut se révéler intéressante si elle est accompagnée d'autres actions permettant de sensibiliser les personnes interviewées aux objectifs globaux de la démarche.

Dans notre approche locale, nous avons utilisé plusieurs vecteurs pour recueillir ces attentes, depuis l'entretien avec des responsables de syndicats professionnels et d'acteurs représentatifs jusqu'aux questionnaires suivis de réunions de travail sur les voies d'amélioration, en passant par la connaissance des codes postaux des clients de grandes surfaces.

Cet ensemble conduit à une cartographie des attentes, des contraintes, qui permet de définir des priorités entre les problèmes rencontrés par les acteurs. Cela permet également de faire prendre conscience à ces mêmes acteurs les préoccupations des autres groupes cibles, et de

commencer à mettre en œuvre une compréhension globale des problématiques par l'ensemble des parties prenantes.

4.2.1.3 Définition des objectifs

Parallèlement aux activités précédentes, il faut également déterminer les objectifs de la démarche entreprise, les faire coïncider avec ceux des autorités responsables du transport dans l'agglomération ; il faut pouvoir intégrer les futures améliorations dans les stratégies du développement urbain, en particulier celles liées à la mobilité.

Cette phase permet d'établir une liste d'évaluation, avec des critères pondérés, établie afin de juger et de comparer les futures solutions. Les grandes familles de critères portent généralement sur les performances vis-à-vis des objectifs et des contraintes, les aspects humains, les coûts et délais de mise en œuvre, les choix techniques...

4.2.2 Caractérisation de la ville

L'objectif de cette étape est d'associer la ville considérée à une liste de solutions potentiellement efficaces. Partant du principe que le domaine est encore mal connu, les collectivités sont souvent dans l'obligation de tester des actions en s'appuyant sur des solutions efficaces déjà expérimentées. Ainsi, se posent les problèmes de transferrabilité de solutions d'une ville à une autre puisque les résultats peuvent différer d'un contexte urbain à un autre. Evidemment, les effets des expériences sont fortement liés aux caractéristiques de la ville.

Les villes offrent un environnement pour le TMV qui dépend de l'organisation de la cité et de la structure urbaine. Le TMV, vu comme un système, peut être décomposé selon son système de pilotage et son système physique [Doumeingts et Vallespir, 1994]. L'organisation de la cité est le système de pilotage ; il comprend la politique des stationnements, la politique de circulation, le mode de gouvernance, les relations entre les acteurs, les corps de métiers, les objectifs de la ville en matière de transport et la vérification du respect des lois. La structure urbaine est le système physique ; il est constituée du réseau de transport, des équipements facilitant le transit de marchandises, des lieux émetteurs et/ou récepteurs de marchandises et la flotte de véhicule.

Ainsi la méthodologie de caractérisation d'une ville pour le TMV est donc double : la caractérisation du système physique et la caractérisation du système de pilotage. [Delaître et al, 2007] ont développé une méthodologie de caractérisation du système physique. La méthodologie proposée considère deux spécificités physiques de la ville : la distribution des lieux concernés par des activités logistiques et la distribution des lieux facilitant le transit des marchandises. Son principe repose sur l'adaptation du concept d'entropie (au sens de Shannon) pour obtenir une représentation du désordre lié aux activités logistiques.

4.2.3 Conception globale et Solutions

Cette étape se décompose en deux phases :

- La conception globale qui a pour objectif d'assurer la cohérence entre toutes les actions ;
- La définition détaillée des solutions qui conduit à une première estimation de planning et de coût.

4.2.3.1 Conception globale

La recherche d'une conception globale a pour objectif de s'assurer de la cohérence entre toutes les pistes d'amélioration, pour que les actions menées ne soient pas en conflit.

L'outil, décrit dans la Figure 4, permet d'identifier rapidement la cohérence lors de combinaisons d'actions : un tableau à deux entrées, une listant les besoins à satisfaire et objectifs globaux des autorités locales, l'autre listant les actions à mener. Puis à l'intersection d'un besoin/objectif et d'une action, nous plaçons un signe « + » signifiant que l'action est adaptée, un signe « - » dans le cas contraire ou « 0 » si indifférent. Une action sera adaptée aux besoins recueillis et aux objectifs des autorités si dans la ligne correspondante il n'apparaît que des signes « + ».

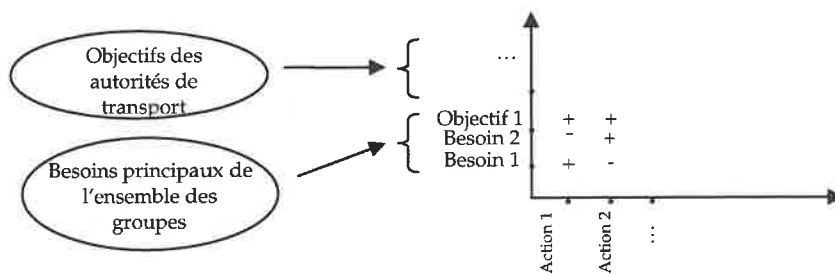


Figure 4 : Tableau à double entrée pour la cohérence des actions.

4.2.3.2 Evaluation des solutions

Cette phase comprend l'identification, la définition et l'évaluation des gains potentiels des solutions.

L'identification des solutions se fonde sur l'existant. Ainsi, les meilleures expériences existantes (par ex BESTUFS) fournissent une base de départ. L'adaptation des solutions est parfois nécessaire en fonction des besoins à satisfaire. Les solutions ont pour objectif de

répondre aux besoins les plus exprimés (hiérarchisation), par conséquent les innovations ne sont pas indispensables.

Les solutions sont ensuite établies et définies avec les groupes cibles intéressés pour qu'elles correspondent vraiment aux attentes des acteurs. La définition des solutions repose sur :

- la description des tâches de mise en œuvre des solutions : nature, objectifs, contenu, durée, coûts, contraintes d'antécédence ;
- la description des étapes transitoires, des points et critères de révision du plan directeur ;
- la planification des ressources requises et des investissements à effectuer.

Puis, il s'agit d'obtenir une première estimation des gains potentiels de la mise en place des solutions. Cette étape conduit à préciser, pour chaque solution, les risques et les enjeux (techniques et économiques), les améliorations et performances, l'enveloppe budgétaire liée aux investissements, les gains potentiels (qualitatifs ou quantitatifs) notamment en utilisant CIOSSIM ou un des outils cités dans le paragraphe précédent.

5. Position de la démarche

Cette démarche est innovante dans le sens où nous proposons un mode d'emploi s'adressant aux collectivités locales pour améliorer l'image globale de la ville. Elle implique différents types d'acteurs : les opérateurs de transport, les habitants, les détenteurs de fret et les institutionnels en tant qu'acteurs internes du système. Mais il existe évidemment des acteurs qualifiés d'« externes », comme nous mêmes qui proposons cette démarche. Ingénieurs, chercheurs de Bureau d'Etude et chercheurs universitaires font partie de ces acteurs.

La complexité du domaine vient certes du fait qu'il est riche en typologie d'acteurs interagissant entre eux, qu'il est gouverné par les rétroactions et les délais de réactions, mais elle vient aussi du fait de la pluralité de visions possibles du système. Les collectivités locales ne voient pas le TMV de la même manière que les opérateurs de transports qui eux-mêmes auront une vision différente des détenteurs de fret... Le principal rôle des acteurs externes est de lier les acteurs de la sphère économique (transporteurs...) et les acteurs de la sphère urbaine (collectivité, habitants....etc.). L'expérience menée à La Rochelle dans le cadre du projet européen SUCCESS du programme CIVITAS [CIVITAS, 2005] montre que les nombreuses interviews et réunions de travail avec les différentes parties prenantes permettent, d'abord, de saisir la différence des problématiques et surtout d'instaurer un climat de communication via les

acteurs externes. Aujourd'hui, chaque acteur travaille sur les différentes problématiques dont quelques exemples sont répertoriés dans le Tableau 1. Les exemples d'acteurs les plus significatifs sur une problématique donnée ne sont pas cités de manière exhaustive dans ce tableau.

| Acteurs | Problématiques traitées |
|---------------------------------------|--|
| Transporteurs | Problèmes de tournées de véhicules : chargement des véhicules et routage des véhicules (DHL, Transport Gentil, Dussolier, etc) |
| Industriels autres que transporteurs | Conception de nouveaux véhicules adaptés aux milieux urbains (ex : le cyclotron par Formes & Volutions, les véhicules électriques et hybrides PSA, triporteurs etc). Conception de logiciels pour l'optimisation des tournées de véhicules (Paragon Software Systems, ACXIOM France, INOVIA, etc). |
| Chercheurs et Ingénieurs de Recherche | Problématiques de modélisation des impacts (Ecole d'Ingénieurs en génie des Systèmes Industriels [EIGSI], Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, National Technical University of Athens), la modélisation des flux (Université de Cergy-Pontoise, Université de Leeds, Université Méditerranéenne de Reggio Calabria, Laboratoire d'Economie des Transports [LET]) et conception d'autres outils que ce soit pour les transporteurs, comme les logiciels d'optimisation de tournées par contraintes (Université de Kyoto et de Melbourne, Institut Polytechnique de Catalunya), que pour les collectivités, comme les outils d'aide à la décision pour l'implémentation de politiques de circulation (LET) ou/et de solutions (Université Technique de Delft, EIGSI). Méthodologie d'optimisation du TMV (EIGSI, Université technique de Delft) Problématiques juridiques du TMV (Institut National de REcherche sur les Transports et leur Sécurité [INRETS]) |
| Bureaux d'études | Collecte de données et évaluation des impacts environnementaux la plupart du temps (Interface Transport, ACT Consultant) Etude de cas spécifiques (STRATEC) |
| Organismes publics et Privés | Expériences d'amélioration (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, Groupement des Autorités Responsables de Transport, ville comme la Communauté d'Agglomérations de la Rochelle...) Etudes de cas spécifiques (Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques) |

Tableau 1 : Acteurs et problématiques.

Au niveau national, la majorité des initiatives sont pilotées par différents organismes, projets ou programmes, souvent publics comme l'ADEME Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie dont le rôle est de susciter, animer, coordonner, faciliter ou réaliser des opérations ayant pour objet la protection de l'environnement et la maîtrise de l'énergie et plus

précisément le PREDIT Programme de Recherche, d'Expérimentation et D'Innovation dans les Transports terrestres, initié et conduit par les ministères chargés de la recherche, des transports, de l'environnement et de l'industrie, l'ADEME et l'ANVAR (Agence Nationale de Valorisation de la Recherche). Au sein du PREDIT, on peut noter également le programme national français « Marchandises en Ville » initié par le Ministère de l'Équipement et dont certains travaux ont été conduits de façon partenariale sur le sujet, sous l'égide de la DTT (Direction des Transports Terrestres), avec le concours de la DRAST (Direction de la Recherche et des Affaires Scientifiques et Techniques) et de l'ADEME. Le CERTU (Centre d'Études sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques) et le GART (Groupement des Autorités Responsables de Transport) accompagnent et encouragent les collectivités françaises à implémenter de nouvelles expériences. Le CERTU est chargé de conduire des études dans le domaine des réseaux urbains, des transports, de l'urbanisme et des constructions publiques, pour le compte de l'État ou au bénéfice des collectivités locales, établissements publics ou entreprises chargés de missions de service public ou des professions en cause. Il contribue, par ses activités de statistiques, d'enquête, d'étude, d'expertise, d'expérimentation et d'innovation technologique, de production de logiciels, de publication d'ouvrages techniques et méthodologiques, de formation et d'information, au progrès des connaissances et des savoir-faire et à leur diffusion. Dans son champ d'activités, il contribue à l'élaboration de la normalisation et de la réglementation technique ainsi qu'à la mise en oeuvre des autres actions de l'État. Le GART est le porte-parole des collectivités territoriales, auprès des institutions, du Gouvernement, du Parlement, des instances de l'Union Européenne et de la presse. Il offre à ses adhérents des conseils et expertises économiques, financières, juridiques, techniques. Il suscite et anime le débat sur les déplacements en proposant des solutions pragmatiques et innovantes.

La démarche entreprise est issue d'un projet européen, par conséquent, elle diffère par son mode de conception. Vu le contexte actuel au niveau national et vu les problématiques exposées, notre démarche est transversale i.e toutes les problématiques citées peuvent être abordées. Elle constitue en ce sens une méta méthodologie, un fil conducteur dans lequel d'autres méthodologies (connues et à ce jour développées) viendraient détailler l'approche comme le montre la Figure 5 .

Démarche globale proposée

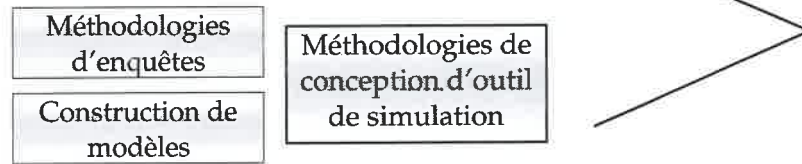


Figure 5: Position de la démarche proposée.

6. Conclusion

Nous avons détaillé une approche globale pour optimiser le transport de marchandises en ville dans une agglomération de taille moyenne. Elle s'articule suivant quatre points : la définition des objectifs en fonction des attentes de groupes cibles, la caractérisation de la ville, la recherche et la conception des solutions dans une approche globale et l'élaboration du schéma directeur. Elle repose principalement sur l'importance de la motivation, de l'implication et de l'appropriation des acteurs. Une telle approche est d'autant plus efficace si elle est, d'une part, complètement intégrée à la stratégie de développement urbain et d'autre part, si elle est étroitement liée aux politiques de transport de passagers.

Enfin, l'évaluation des solutions par la modélisation du TMV sera développée pour aboutir à la quantification des gains potentiels de chaque solution en fonction du contexte de la ville.

7. Bibliographie

- [Barceló et al] Barceló J., Hanna Grzybowska H., Combining vehicle routing models and microscopic traffic simulation to model and evaluating city logistics applications, www.imac.unavarra.es/SEMAOL/Ponencias/09_Jaume_Barcelo.pdf.
- [BESTUFS, 2004] BESTUFS (2004) Consolidated Best Practice Handbook.
- [Binsbergen et Visser, 2001] Binsbergen A.V, Visser J. (2001). Innovation Steps Towards Efficient Goods Distribution Systems for Urban Areas', The Netherlands TRAIL Research School, TRAIL Thesis series T2001/5, ISBN 90-407-2179-3.
- [Boerkamps et Binsbergen, 1999] Boerkamps J., Binsbergen A.V (1999). GoodTrip - A New Approach for Modelling and Evaluation of Urban Goods Distribution. Urban Transport Systems, 2nd KFB-Research Conference Lund, 1999.

- [Boudouin et Morel, 2002] Boudouin D., Morel C. (2002), *Logistique Urbaine – l'optimisation de la circulation des biens et services en ville*, Programme national "Marchandises en ville", La Documentation Française, p. 15.
- [CIVITAS, 2005] <http://www.civitas-initiative.org/main.phtml?lan=en>
- [COST 321 Action, 1998] European Commission Directorate General Transport (1998) COST 321 Urban Goods Transport, final report, Brussels (European Commission).
- [Crainic et al, 2004] Crainic T. G., Ricciardi N., Storchi G. (2004). Advanced freight transportation systems for congested urban areas. *Transportation Research Part C* 12 (2004) 119–137
- [Cybernetix, 2002] Cybernetix (2002) CITY FREIGHT Inter- and Intra- City Freight Distribution Networks Work package 1: Annex report France. Comparative survey on urban freight, logistics and land use planning systems in Europe.
- [Delaître et al, 2007] Delaître L., Breuil D., Molet H. (2007) Caractérisation d'une ville de taille moyenne pour l'optimisation du transport urbain de marchandises. 2èmes Journées doctorales JD-JN-MACS 9 juillet 2007, Reims
- [Doumeingts et Vallespir, 1994] Doumeingts G., Vallespir B. (1994): *Gestion de production : principes*. Collection techniques de l'ingénieur 1994.
- [Gorys et Hausmanis, 1999] Gorys, J. et Hausmanis, I. (1999) "A strategic overview of goods movement in the Great Toronto Area", *Transportation Quarterly* 53 (2).
- [Harris et Liu, 1998] Harris, R. I. et Liu, A. (1998) Input-output modelling of the urban and regional economy: the importance of external trade. *Regional Studies*, 32 (9).
- [He et Crainic, 1998] He, S. et Crainic, T. G. (1998) "Freight transportation in congested urban areas: issues and methodologies", dans: *Proceedings 8th World Conference on Transport Research*, Antwerp, Belgium.
- [Holguín-Veras et Thorson, 2000] Holguín-Veras, J. and E. Thorson (2000) "General Patterns of Freight Movements in the NYMTC Region" report prepared for the New York Metropolitan Transportation Council.
- [Hutchinson, 1974] Hutchinson B. G. (1974) *Principles of urban transport systems planning*. McGraw-Hill.
- [Lepetit et Pumain, 1993] Lepetit B., Pumain D. (1993) *Temporalités Urbaines*, Collection Villes, Paris : Anthropos.
- [LET, 2001] LET (2001), *Mesurer l'impact du transport de marchandises en ville – le modèle FRETURB version 1*, DRAST ADÈME, p51-78.
- [List et Turnquist, 1994] List G., Turnquist M. (1994) Estimating Multi-Class Truck Flow Matrices in Urban Areas. Conférence annuelle du Transportation Research Board.
- [McKinnon, 1999] McKinnon Alan C (1999). A logistical perspective on the fuel efficiency of road freight transport, IEA workshop "Improving fuel efficiency in road freight transport: the role of information technologies", Paris, France, 24 February 1999.
- [Meimbresse et Sonntag, 2000] Meimbresse B., Sonntag H.. (2000). Modelling urban commercial traffic with the model WIVER. p94-106. Treizièmes Entretiens Jacques Cartier Montréal.

- [Ministère des Transports, 2005] Site du gouvernement (2005) <http://www.tmv.transports.equipement.gouv.fr>
- [Munuzuri et al, 2004] 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, 1992] Ogden K. W. (1992) *Urban Goods Movement*, Ashgate, Hants, England.
- [Oppenheim, 1994] Oppenheim N. (1994). *Urban Travel Demand Modeling*. John Wiley & Son, New York.
- [Russo et Comi, 2004a] Russo F., Comi A. (2004). A state of the art on urban freight distribution at European scale. *Ecomm* 2004.
- [Russo et Comi, 2004b] Russo F., Comi A. (2004). A modelling system to link end-consumers and distribution logistics. *European Transport \ Trasporti Europei* n. 28 (2004): 6-19.
- [Russo et Comi, 2005] Russo F., Comi, A. (2005) "Demand models for city logistics: a state of the art and a proposed integrated system", dans *Proprints of 4th City Logistics Conference*, Langkawi, Malaysia
- [Slavin, 1979] Slavin H L. (1979). *The transport of goods and urban spatial structure*. Université de Cambridge.
- [Taniguchi et al, 1999] Taniguchi, E., Noritake, M., Yamada, T. and Izumitani, T. (1999) "Optimal size and location planning of public logistics terminals", *Transportation Research Part E* 35, Pergamon.
- [Thompson et Taniguchi, 1999] Thompson, R., Taniguchi, E. (1999) "Routing of Commercial Vehicles Using Stochastic Programming", In: *Proceedings of 1st International Conference on City Logistics*, Cairns, Australia.
- [Wegener, 1998] Wegener M. (1998) *Applied Models of Urban Land Use, Transport and Environment. State of the Art and Future Developments*, in "Network Infrastructure and the Urban Environment: Recent Advances in Land Use/Transportation Modelling", ed. par L. Lundqvist, L.-G. Mattson et T.J. Kim, Berlin-Heidelberg-New York : Springer Verlag, p. 245-267
- [Yannis et al, 2006] Yannis G., Golias G., Antoniou C. (2006) Effects of Urban Delivery restriction on Traffic Movements. *Transportation Planning and Technology*, August 2006 Vo. 29, No. 4 p295-311.