



**HAL**  
open science

# Imbrication d'un modèle transport et d'une analyse en cycle de vie pour une évaluation multicritère prospective de la mobilité urbaine des marchandises

Adrien Beziat, Cyrille François

## ► To cite this version:

Adrien Beziat, Cyrille François. Imbrication d'un modèle transport et d'une analyse en cycle de vie pour une évaluation multicritère prospective de la mobilité urbaine des marchandises. 3e Rencontres Francophones Transports Mobilités, Jun 2021, Marne La Vallee, France. emse-04453529

**HAL Id: emse-04453529**

**<https://hal-emse.ccsd.cnrs.fr/emse-04453529>**

Submitted on 12 Feb 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



## **Imbrication d'un modèle transport et d'une analyse en cycle de vie pour une évaluation multicritère prospective de la mobilité urbaine des marchandises**

Adrien BEZIAT<sup>a</sup>, Cyrille FRANÇOIS<sup>b</sup>

<sup>a</sup> *Laboratoire Aménagement Economie Transports, Université de Lyon, Lyon, France*

<sup>b</sup> *Laboratoire Ville Mobilité Transport, Ecole des Ponts ParisTech, Université Paris-Est, Champs-sur-Marne, France*

### **Introduction**

Pour les transports routiers, qui représente près de 30% des émissions totales de gaz à effet de serre en France, la transition écologique est un enjeu important de cette nouvelle décennie. Ces enjeux sont traduits en objectifs politiques définis à plusieurs échelles. Par exemple, l'Union Européenne a défini un engagement chiffré correspondant à une réduction de Gaz à Effet de Serre (GES) de 40% par rapport à 1990 à horizon 2030. Par ailleurs, le programme d'action pour l'environnement européen ne se limite pas à la réduction des GES. La « préservation du capital naturel » et la « protection de la santé humaine » sont deux autres objectifs qui reflètent la nature multidimensionnelle des enjeux de politiques environnementales.

L'évaluation environnementale des transports routiers nécessite dans un premier temps une estimation précise des flux de véhicules générés par le système de transport. A ces fins, des comptages et des enquêtes peuvent être mis en place. Néanmoins, pour réaliser des études ex-ante de systèmes urbains pris dans leur ensemble, l'usage de modèles de transport est fréquent. Ces modèles permettent de prendre en considération les caractéristiques des réseaux de transport, les conditions de circulation et la localisation des agents et activités sur un territoire donné. Cependant, les modèles transport représentent des flux de véhicules, personnes ou marchandises sans associer de manière systématique les technologies spécifiques liées à ces systèmes de transport. Or les progrès technologiques sont régulièrement présentés, à tort ou à raison, comme remèdes aux problèmes environnementaux au détriment de solutions d'aménagement ou de changement de comportement.

L'évaluation concomitante de politiques de transport et d'aménagement avec celles des technologies du transport nécessite d'intégrer une méthode d'évaluation de procédés technologiques avec l'approche modélisatrice des systèmes de transports. La méthode d'évaluation environnementale la plus complète est aujourd'hui l'Analyse de Cycle de Vie (ACV) et elle permet notamment de nuancer les conclusions à propos de technologies telles que les véhicules électriques, à gaz naturel ou les agrocarburants (Cooper et al., 2019). Cependant, sa mise en œuvre sur des objets tels que des flux de transport est peu courante du fait des nombreux paramètres qui



sont associés (vitesse, type de véhicule, nombre de passagers ou remplissage, type d'infrastructure ...). Certaines études sur le transport de passagers montrent notamment la part significative des phases du cycle de vie associées aux carburants, aux véhicules et aux infrastructures par rapport à la phase d'usage. Cette dernière représentant entre 60% et 70% des émissions de GES totales d'un véhicule personnel (Chester et Horvath, 2009).

L'une des contributions scientifiques de ce papier est de proposer une analyse bibliométrique des pratiques de recherche en évaluation environnemental de la logistique urbaine. Cette analyse bibliométrique nous permet de montrer les lacunes de cette littérature au regard des enjeux environnementaux et des objectifs politiques fixés en la matière. Ces lacunes se manifestent, de notre point de vue, de deux manières : 1°) le manque d'analyses multicritères – les émissions de GES étant souvent le seul indicateur pris en compte pour estimer l'impact environnemental du transport de marchandises, et 2°) l'étroitesse du cadre d'évaluation, qui se limite la plupart du temps aux impacts de l'usage des véhicules, alors que la littérature en science de l'environnement montre clairement l'importance des autres phases du cycle de vie des véhicules et des infrastructures de transport.

L'objectif de cette présentation est donc de proposer un méthode d'évaluation multicritère et systémique de scénarios prospectifs pour la mobilité des marchandises. Pour cela une approche modélisatrice de transports sera associé à une méthode d'ACV.

## Méthodologie

La structure générale du couplage entre un modèle de transports de marchandise et une ACV repose sur 5 grandes étapes (Figure 1) : (1) la génération des tournées de livraison à partir d'outils développés par le LAET : FRETURB et Simturb ; (2) l'affectation sur le réseau routier via VISUM ; (3) l'attribution d'une technologie de véhicule par le biais de la reconstitution de parcs de Poids Lourds (PL) et de Véhicules Utilitaires Légers (VUL) ; (4) l'estimation des émissions directes et des consommations de carburants en utilisant le modèle COPERT 5 et (5) la quantification et l'évaluation des impacts associés aux phases indirectes du cycle de vie (véhicules, carburants et infrastructures) avec la base de données EcoInvent. Cette méthode est analogue à celle développée pour la mobilité quotidienne des personnes par François, 2019.

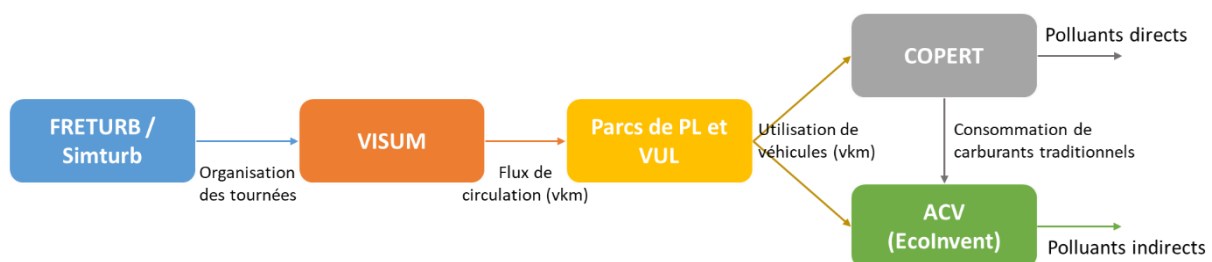


Figure 1 : Structure et flux considérés dans la méthode proposée



Le modèle transport utilisé dans le cadre de ce papier est basé sur la méthodologie FRETURB développée par les chercheurs du Laboratoire Aménagement Economie Transports (Toilier et al., 2018), fréquemment utilisé dans le cadre d'évaluation socioéconomique de la logistique urbaine (Beziat, 2017, Coulombel et al., 2018). A partir de données d'input relativement simples décrivant le territoire (taille et activité des établissements économiques, densité de population, taille de l'agglomération...), le modèle FRETURB permet de simuler la mobilité urbaine des marchandises et de produire des indicateurs pertinents pour l'évaluation environnementale (type de véhicules utilisés, distances parcourues, temps de stationnement, etc.). Le module Simturb, développé récemment, permet de simuler des tournées de véhicules réalistes au regard des Enquêtes Marchandises en Ville réalisées dans différentes agglomérations françaises.

Les descriptions des tournées obtenues vont permettre l'estimation de différentes matrices de demande de déplacement en fonction du type de livraison (VUL, petits porteurs ou camions articulés). Ces matrices de demandes sont affectées sur le réseau viaire associé au territoire étudié avec le modèle transport VISUM. Afin de prendre en compte les niveaux de congestion sur les tronçons, une matrice de demande de véhicules personnels est aussi entrée dans le modèle d'affectation. En sortie d'affectation les itinéraires, les vitesses de circulation et les charges sur chaque tronçon modélisé sont connus pour chacun des segments de demande.

Avant de pouvoir estimer les impacts environnementaux associé à la circulation des véhicules de livraison, il est nécessaire de connaître les technologies utilisées. Pour cela chaque segment de demande est décrit par un parc de véhicules, décrivant principalement la motorisation, le poids et l'âge des véhicules. Cette description permet de mieux spécifier les impacts environnementaux notamment au regard des grandes variations pour les émissions directes ou la production des véhicules.

Parallèlement le modèle d'émissions COPERT et la base de données environnementale Ecolnvent permettent de quantifier les impacts sur l'environnement des technologies utilisées pour les livraisons de marchandises. Le modèle COPERT repose sur différentes fonctions d'émissions et de consommation spécifique à chaque type de véhicule et de la vitesse moyenne de circulation de celui-ci. Il permet de quantifier la majorité des émissions directes des véhicules et fait ressortir la problématique de sur-émissions pour les basses vitesses.

Enfin, et c'est l'apport majeur de ce travail, notre évaluation environnementale fait appel à une base de données fréquemment utilisées en science de l'environnement (Ecolnvent) pour estimer les impacts de la mobilité urbaine des marchandises qui ne sont pas directement liés à l'usage du véhicule. Dans le cadre de cette étude le périmètre considéré intègre la production, la maintenance et la fin de vie des véhicules, la production et l'acheminement de carburants et la production et la maintenance des infrastructures routières, la partie utilisation étant couverte par COPERT. L'ensemble des polluants et consommations obtenus sur l'ensemble du cycle de vie des véhicules sont agrégés pour évaluer différents indicateurs environnementaux couvrant les



problématiques climatique, énergétique, de pollution locale ou de raréfaction de ressources métalliques.

### **Terrain d'étude et scénarios évalués**

Afin de tester cette méthodologie d'évaluation, le territoire de l'aire urbaine de Lyon a été choisi. La grande variété d'activités et de territoires présents dans l'aire urbaine se répercute sur la présence d'un système de livraison complexe et varié notamment avec la présence d'un centre urbain dense important. De plus, plusieurs éléments de la structure méthodologique proposée sont déjà développés, notamment le modèle de tournée Simturb ou le modèle d'affectation VISUM.

Au-delà de l'analyse des impacts et des contributions, l'outil proposé peut contribuer aux débats sur la mobilité de demain à travers la mise en place de scénarios prospectifs. En effet, dans chacun des éléments constitutifs de la méthode proposée (Figure 1) les paramètres peuvent être modifiés pour représenter de politiques d'aménagement, organisationnelle, de changement de technologies, de système de dépollution ou de recyclage. Afin d'illustrer cette capacité prospective quatre scénarios sont construits et évalués.

Le scénario de référence représente l'intégralité des opérations de livraisons et d'enlèvements des établissements économiques de l'aire urbaine de Lyon pour une journée de semaine type de l'année 2016.

Ce scénario de référence sera comparé, sur la base des indicateurs développés, à un ensemble de scénarios prospectifs :

- Un scénario de « formes urbaines », simulant un étalement urbain et le développement d'activités économiques en périphérie des villes ;
- Un scénario « technologique », basé sur la conversion d'une partie de la flotte de véhicules légers d'une motorisation thermique à une motorisation électrique ;
- Un scénario « politique publique », basé sur une réorganisation des opérations de transport dans le cadre de la mise en place d'une Zone à Faible Emission (ZFE).

La comparaison de ces scénarios avec la situation de référence permettra d'illustrer l'intérêt du couplage modèle transport – ACV pour l'évaluation environnemental multicritère de la mobilité urbaine des marchandises.



## **Principales références bibliographiques**

Beziat A. (2017) *Approche des liens entre transport de marchandises en ville, formes urbaines et congestion – le cas de l’Ile-de-France*, Thèse, Université Paris-Est.

Chester M. et Horvath A. (2009) Environmental assessment of passenger transportation should include infrastructure and supply chains, *Environmental Research Letters*, 4.

Cooper J., Hawkes A. et Balcombe P. (2019) Life Cycle Environmental Impacts of Natural Gas Drivetrains Used in UK Road Freight and Impacts to UK Emission Targets, *Science of The Total Environment*, 674, p. 482-93.

Coulombel N., Dablanc L., Gardrat M., Koning M. (2018) The environmental social cost of urban road freight: Evidence from the Paris Region, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 63, pp. 514-532.

Francois C. (2019) *Évaluation environnementale stratégique de la mobilité quotidienne des personnes d’une aire urbaine : couplage entre Modèle Transport-Urbanisme et Analyse de Cycle de Vie*, Thèse, Université de Lyon.

Toilier F., Gardrat M., Routhier J.L. et Bonnafous A. (2018) Freight transport modelling in urban areas : The French case of the FRETURB model, *Case Studies on Transport Policy*, vol. 6, Issue 4, 753-764.

## **Mots clés**

Système de livraison, Modélisation transport, Analyse de Cycle de Vie

## **Sessions visées**

1. Session n°17