

# Projet de thèse au Laboratoire Ville Mobilité Transport (LVMT)

## **Optimisation socio-économique d'un système de transport urbain**

### **Contexte et enjeux**

Une agglomération urbaine est un bassin de vie pour ses habitants, qui y résident dans des logements, y trouvent des services et des commerces pour leurs consommations, et pour beaucoup y ont un emploi. C'est aussi un bassin d'emploi et un centre de production économique. Toutes ces fonctions urbaines sont assurées au travers des activités que réalisent les individus dans les divers lieux de la ville, qu'ils soient résidents ou visiteurs. Cela motive leur mobilité individuelle dans l'agglomération en tant que cadre spatial ; en moyenne, de 2 à 4 déplacements par jour et par personne, avec de fortes disparités entre les individus. Parmi ces déplacements, certains s'effectuent à proximité et peuvent facilement être réalisés en marchant ou à vélo : mais beaucoup « portent » à des distances de plusieurs kilomètres et nécessitent un mode de transport motorisé, le plus souvent la voiture particulière ou les transports collectifs (routiers tels que l'autobus ou le tramway, ou en site propre ferroviaire comme le métro ou le train). Dans les pays développés, pour un actif professionnel la distance entre domicile et travail est souvent comprise entre 10 et 20 km en moyenne selon l'agglomération, ce qui nécessite de dimensionner les réseaux de transport pour les périodes de pointe causées par les migrations alternantes du matin et du soir.

Or les divers modes de transport présentent différentes qualités pour l'utilisateur et pour la collectivité. En général, la voiture particulière est un mode confortable, assez rapide, peu onéreux à l'usage - plus à la détention (achat, entretien). Mais pour les riverains, la circulation automobile engendre du bruit, des émissions de polluants atmosphériques. Elle entraîne aussi des risques d'accidents et des consommations d'énergie induisent des émissions de gaz à effet de serre. Les modes collectifs sont d'autant moins émetteurs d'impacts par voyageur transporté, que leur contenance est plus forte et que leur remplissage est meilleur.

### **Problématique et objectifs**

Le contexte ainsi décrit vaut pour toute agglomération d'une taille suffisante pour justifier des transports collectifs. Chaque ville constitue un cas particulier, avec une certaine configuration spatiale de ses diverses fonctions urbaines, une certaine trame viaire pour la circulation des modes individuels, et ses propres réseaux de transport en commun. En s'appuyant sur des modèles de simulation (Ortuzar et Willumsen, 2004), on peut évaluer la valeur socio-économique du système de mobilité urbaine dans un état donné, et aussi évaluer l'utilité potentielle d'un projet d'aménagement tel que l'investissement dans une ligne de TC sur un certain itinéraire (Small et Verhoef, 2007).

Mais il est bien plus difficile d'évaluer des politiques de mobilité urbaine qui jouent sur un ensemble de leviers d'action : régulation des circulations sur les voies et aux carrefours, organisation des modes collectifs, gestion du stationnement public, dimensionnement des flottes de véhicules et réglementation (incluant fiscalité) de l'achat et la détention de véhicule particulier, tarification... L'influence locale directe d'un certain levier paraît claire, mais il risque d'y avoir un ensemble d'effets indirects

moins simples : donc toute combinaison de leviers d'action, produira des effets d'ensemble encore moins facilement prévisibles.

La thèse a un double objectif : (i) de développer un modèle structurel de la mobilité dans une agglomération urbaine, et (ii) avec ce modèle, d'explorer les possibilités d'optimiser la mobilité dans une agglomération particulière, en jouant sur un ensemble de leviers.

Ce modèle structurel doit représenter le système à un niveau « intermédiaire » de complexité : il s'agit à la fois de « capturer » les facteurs structurels dans leur diversité et leurs interrelations, et d'éviter de se noyer dans le détail. Le modèle STEM (Structural Technical-Economic Model) de Leurent et al. (2016) constituera la base de départ : il comporte une représentation qualitative du système de mobilité urbaine, plus une méthode de description statistique pour les modes de transport collectif. Il sera développé afin d'explicitier l'infrastructure viaire, la circulation des véhicules automobiles et la disposition de services d'automobilité diversifiés (stationnement, covoiturage et taxis, véhicules partagés et location).

Avec le modèle STEM+ ainsi constitué, on interrogera en priorité la multimodalité du système de transport urbain : tant les concurrences entre les différents modes (multimodalité) que leurs complémentarités (intermodalité), et quelles hybridations entre véhicules automobiles et transport public ?

A titre de démonstration, on appliquera le modèle à deux cas d'étude bien distincts : d'une part l'agglomération parisienne, d'autre part une grande métropole africaine en croissance rapide.

## **Méthode**

La thèse relève de l'économie des transports et de l'économie urbaine, avec un fort accent sur la modélisation spatialisée de la mobilité. Elle mobilisera l'ingénierie du trafic afin de caractériser les conditions techniques de fonctionnement des modes : par exemple, face à une certaine demande de flux, comment l'agencement et la régulation d'un carrefour-type déterminent des temps de traversée pour chaque courant de flux entre les branches du carrefour ?

La description statistique des modes de transport et des besoins de déplacements permettra d'étudier l'optimisation du système de manière à la fois analytique et numérique : en effet, dans le modèle STEM, le problème d'optimisation du système est posé en variables continues, et non en variables discrètes comme dans la grande majorité des modèles de conception des réseaux de transport.

La thèse s'inscrira dans une équipe de recherche spécialisée en modélisation et en économie du transport et du territoire, au Laboratoire Ville Mobilité Transport (LVMT). Les données des études de cas seront mises à disposition dans ce cadre.

## **Profil du candidat**

Le bon accomplissement du projet de thèse nécessite de présenter l'un des profils suivants :

- Master en ingénierie et management des systèmes de transport,
- Master en économie avec une forte composante en optimisation,
- Master en mathématiques appliquées – recherche opérationnelle, avec un fort accent sur la modélisation probabiliste.

La programmation informatique sous Matlab / Scilab ou en langage Python ou C++ est un pré-requis indispensable.

### **Conditions de candidature**

Le présent appel sera clôturé le 30 mai 2017 en vue d'un démarrage du projet à l'été 2017.

Les candidats intéressés sont priés d'adresser un dossier de candidature, comprenant

- (i) Un CV,
- (ii) Un relevé des notes de master,
- (iii) Une lettre de motivation,

Au directeur de recherche qui dirigera la thèse, Prof. Fabien Leurent, directeur-adjoint du LVMT : par mél, [fabien.leurent@enpc.fr](mailto:fabien.leurent@enpc.fr) .

### **Conditions d'emploi**

Au plan académique, la thèse sera rattachée à l'Ecole Doctorale Ville, Transport et Territoire (VTT) de l'Université Paris-Est. Le doctorant sera employé par l'ENPC et établi au LVMT, à la Cité Descartes – Champs sur Marne.

Le niveau de rémunération est de 1600 euros nets par mois. Il pourra être complété par des vacances d'enseignement, et amélioré sur justificatifs d'excellence de formation et / ou d'expérience antérieure.

### **Références**

- Badia, H. , Estrada, M. , Robusté, F. (2014) Competitive transit network design in cities with radial street patterns. *Transp. Res. Part B* 59, 161–181.
- Badia H., Estrada M., Robusté F. (2016) Bus network structure and mobility pattern: A monocentric analytical approach on a grid street layout. *Transp. Res. Part B* 93, 37–66.
- Daganzo, C.F. (2010) Structure of competitive transit networks. *Transp. Res. Part B* 44 (4), 434–446.
- Estrada, M. , Roca-Riu, M. , Badia, H. , Robusté, F. , Daganzo, C.F. , 2011. Design and implementation of efficient transit networks: procedure, case study and validity test. *Transp. Res. Part A* 45 (9), 935–950.
- Leurent F, Combes F & Van Nes R (2016) From Structural Technical-Economic Modelling of Urban Transit Systems to Golden Rules for their Design and Management. Working document, September, 40 p.
- Van Nes, R. (2002) Design of multimodal transport networks: a Hierarchical Approach. T2002/5, TRAIL Thesis Series, Delft University Press, 286 pages.
- Van Nes R. and Bovy P.H.L. (2000), The importance of objectives in urban transit network design, *Transportation Research Record* 1735: 25-34.
- Nes, R van & Bovy, PHL (2004). Multimodal traveling and its impact on urban transit network design. *Journal of Advanced Transportation*, 38(3), 225-241.

### **Programme de travail (indicatif)**

- 1/ Revue bibliographiques de modèles de mobilité urbaine (2 mois)
- 2/ Représentation structurelle du mode viaire et description statistique (4 mois)
- 3/ Représentation structurelle et description statistique des relations plurimodales (6 mois)
- 4/ Modélisation et programmation informatique (3 mois)
- 5/ Etudes de cas, phase de description d'état (3 mois)
- 6/ Position et étude analytique du problème d'optimisation (3 mois)
- 7/ Etudes de cas, recherche d'optimisation (6 mois)
- 8/ Rédaction du manuscrit (6 mois).

Laboratoire Ville Mobilité Transport : UMR T 9403 commune à l'ENPC, l'IFSTTAR et l'Université Paris-Est. Bâtiment Bienvenue, Cité Descartes, 77455 Marne la Vallée Cédex 2.