

**MODÉLISER ET SIMULER LA MOBILITÉ SPATIALE  
ET LES SYSTÈMES DE TRANSPORT :  
NOUVEAUX ENJEUX, NOUVELLES APPROCHES.  
INTRODUCTION AU DOSSIER**

**ARNAUD BANOS**

LABORATOIRE IMAGE ET VILLE  
UMR 7011, ULP-CNRS

**CHRISTOPHE LANG**

LABORATOIRE D'INFORMATIQUE DE  
L'UNIVERSITÉ DE FRANCHE-COMTÉ

Le XXI<sup>ème</sup> siècle sera mobile ou ne sera pas. On semble prendre peu de risques à énoncer une telle prédiction. A voir... Un nombre croissant de signaux sociaux et environnementaux nous incite à questionner cette croissance éperdue de la mobilité des biens et des personnes et de ses externalités négatives. Dans un tel contexte, une question d'ordre méthodologique s'impose : traiter de mobilité aujourd'hui est-il plus difficile qu'avant ? Les méthodes d'observation évoluent progressivement, en intégrant les nouvelles technologies à disposition (GPS, portes-monnaie électroniques, téléphones cellulaires, carnets de bord électroniques, recueils de données sur sites internet interactifs...). Mais qu'en est-il des méthodes de modélisation et de simulation, tellement importantes pour explorer une réalité

complexe et changeante ?

On pourrait s'attendre à ce qu'elles évoluent moins vite, chaque méthode s'inscrivant nécessairement dans un cadre conceptuel et théorique, *a priori* plus difficile à modifier, étendre, remplacer. De fait, les modèles d'estimation de la demande, initiés dans les années 1960 pour leur version agrégée, puis à partir des années 1970 pour leur version désagrégée, sont toujours là, et bien là ! De même, la théorie des graphes, encore très largement utilisée pour les analyses de réseau, a été formalisée par le mathématicien Claude BERGE dans les années 1960. Et la plupart des algorithmes utilisés, tels que ceux dits du plus court chemin, remontent aux années 1970.

Cela signifie-t-il que les principaux outils auraient été inventés et que leur degré de généralité permettrait de traiter toutes les formes de mobilité, y compris celles observables aujourd'hui ? La diversité des approches mobilisées, mises en œuvre ou proposées aujourd'hui dans d'autres disciplines que les deux disciplines « historiques » de la mobilité que sont les sciences de l'ingénieur et l'économie, laisse peu de doute sur la réponse. La mobilité s'est élargie et diversifiée au point de devenir une composante centrale et essentielle de la vie des individus, des sociétés, des territoires... et tout naturellement un objet scientifique commun à de nombreuses disciplines, qui l'interrogent à travers leur prisme propre.

Avec ce dossier thématique, les Cahiers Scientifiques du Transport participent à cette évolution fascinante et foisonnante en livrant, non pas un portrait représentatif de la diversité de ces approches, mais plutôt en proposant une photographie, un instantané de ce champ particulièrement dynamique et fécond.

Concoctés par des économistes, des aménageurs, des géographes et des physiciens, les six articles regroupés dans ce numéro possèdent un point commun : ils traitent tous de réseaux de transport et de flux. Toutefois, la manière d'aborder ces objets scientifiques, ainsi que les méthodes mobilisées, diffèrent considérablement d'un article à l'autre.

Ainsi, Bart JOURQUIN et Sabine LIMBOURG proposent une approche originale des flux de marchandise à l'échelle continentale, capable de dépasser les contraintes inhérentes à cette échelle d'analyse (données largement agrégées, réseaux de grande taille) tout en respectant les enjeux propres de l'objet étudié (multiples alternatives modales et d'itinéraires). L'algorithme d'affectation de trafic proposé permet de dépasser les traditionnelles méthodes d'affectation d'équilibre, peu satisfaisantes dans ce contexte particulier.

Passons abruptement de l'échelle continentale à l'intra-urbain et explorons, en compagnie de Jean-Christophe FOLTÊTE le rôle du réseau routier sur la distribution des flux de piétons. L'auteur privilégie une approche structurelle,

centrée sur la forme du réseau et des itinéraires qu'il rend possible. A partir d'un graphe planaire et de son dual, l'auteur construit ainsi des indicateurs d'accessibilité, de linéarité et de continuité du réseau et des itinéraires pertinents pour modéliser les flux de piétons mesurés à partir de données d'enquêtes.

Cyrille GENRE-GRANDPIERRE enfonce le clou : la structure morpho-fonctionnelle des réseaux viaires exerce une influence considérable sur le trafic, au point d'encourager selon lui l'efficacité relative des trajets automobiles. D'où l'idée, particulièrement originale, de favoriser un partage modal plus équitable en modifiant artificiellement la composante fonctionnelle de ces réseaux, par l'introduction de ce que l'auteur appelle une métrique « lente ».

S'il ne fait aucun doute que la structure des réseaux est étroitement liée aux flux qui les traversent, la nature de cette relation est toutefois plus délicate à définir qu'il n'y paraît. La physique statistique des réseaux s'avère alors particulièrement utile pour explorer les grands réseaux complexes, comme les réseaux aériens étudiés ici, ainsi que le démontrent Marc BARTHÉLÉMY, Alain BARRAT et Alessandro VESPIGNANI. La relation structure-flux bénéficie alors d'un éclairage renouvelé et ouvre des pistes d'investigation des réseaux de transport tout à fait prometteuses.

D'autres composantes plus contextuelles doivent toutefois être prises en compte, ainsi que le démontrent Arnaud PIOMBINI et Jean-Christophe FOLTÊTE. Le contexte paysager exerce à ce titre une influence prégnante sur les choix d'itinéraires des piétons en milieux urbains. Là encore, une méthode originale est proposée, associant théorie des graphes, théorie des choix discrets et théorie du paysage. Le recueil d'attributs paysagers localisés permet ainsi d'enrichir considérablement et de mettre en perspective des données de mobilité recueillies par enquête.

Enfin, le dernier article de ce dossier propose de dépasser la traditionnelle formalisation sous forme de graphe mathématique des réseaux de transport, qui atteint ses limites lorsque l'hétérogénéité de l'espace étudié devient trop grande, notamment à l'échelle infra-urbaine. Christophe DECOUPIGNY propose une approche alternative sous forme de graphes cellulaires qui, associée avec une modélisation de type multi-agents, permet encore une fois de renouveler la manière d'étudier les déplacements de véhicules et de leurs émissions en milieu urbain.

L'analyse des réseaux de transport et des flux dont ils sont le support a indéniablement de beaux jours devant elle. Ce dossier thématique donne un avant-goût de la diversité et de la richesse des approches actuelles dans le domaine, sans les épuiser. Le foisonnement est tel qu'il justifierait d'autres dossiers thématiques, par exemple sur les méthodes à base d'agents, en pleine expansion, ou sur les méthodes d'analyse de données spatio-temporelles

complexes telles que les emplois du temps et de l'espace, ou encore sur les méthodes de représentation et de visualisation cartographique dynamiques et interactives des données de mobilité. Une affaire à suivre donc...