



LE MODÈLE STRATÉGIQUE DE SIMULATION DES DÉPLACEMENTS DE LYON

Francis LE BLANC,
Charles RAUX*

La vocation d'un modèle stratégique de transport est d'évaluer, en ordre de grandeur, les effets des tendances structurelles et des choix de politiques urbaines et de transport sur les conditions de déplacement.

Il permet :

- de schématiser le système d'interactions structure urbaine/offre de transport/déplacements en jouant sur un maximum de paramètres d'entrée ;
- de tester des scénarios nombreux et contrastés tout en explicitant comment le modèle aboutit au résultat.

En application de ces principes et suite à l'élaboration d'un prototype, un modèle a été réalisé en 1996 sur l'agglomération lyonnaise. Il a été financé par le ministère de l'équipement (direction de la recherche et des affaires scientifiques et techniques), la communauté urbaine de Lyon (Grand Lyon), le Conseil général du Rhône et le syndicat des transports de l'agglomération lyonnaise (SYTRAL), et réalisé par le laboratoire d'économie des transports (LET) et la Semaly .

La première phase de la construction d'un modèle, surtout dans un domaine où le comportement individuel est déterminant, consiste à analyser et à comprendre les ressorts des phénomènes de déplacement. C'est pourquoi un temps important a tout d'abord été consacré à l'analyse des évolutions conjointes de l'urbanisation, de l'offre de transport et des déplacements sur vingt ans, grâce à trois enquêtes-ménages réalisées en 1975, 1986 et 1995.

On a pu ensuite, sur cette base, élaborer le modèle proprement dit. Ses principales originalités concernent le niveau d'agrégation géographique, l'approche temporelle et le choix de logiciel de développement.

1. le niveau d'agrégation géographique :

Les modèles classiques de déplacements schématisent la réalité, et en particulier la réalité socio-démographique, en opérant un découpage géographique. La finesse de ces découpages s'est adaptée aux questions auxquelles le modèle se propose de répondre : on définit généralement plusieurs centaines de zones pour des agglomérations de la taille de Lyon. Ce nombre important de zones a des conséquences directes sur la complexité des recueils de données et sur la durée des calculs. Le parti pris dans le modèle stratégique est de minimiser le nombre de zones. Le modèle stratégique du Grand Lyon utilise un découpage géographique en vingt-cinq zones, soit dix fois moins que dans un modèle traditionnel. L'offre de transport (routes et transports collectifs) n'est pas décrite dans le détail mais sous forme matricielle, par les conditions de passage d'une zone à une autre : capacités, vitesses, temps, ...

2. l'approche temporelle :

Contrairement aux modèles traditionnels, qui se projettent directement d'une situation de calage à un horizon prospectif, le modèle stratégique fonctionne pas à pas : initialisation sur la situation de 1995 équilibrée, puis calcul successif des situations de 1996, 1997, 1998, etc. Ce procédé a de très nombreux avantages, notamment la prise en compte des rigidités comportementales (rétroactions à délais variables pour l'adaptation de la demande à l'offre) et de la dynamique temporelle (rythme d'évolution du contexte socio-économique et urbain, calendrier de mises en service...).

MODÈLE

3. le cadre logiciel :

Le modèle est basé sur le tableur EXCEL. Cet outil est largement connu et diffusé, d'une grande souplesse et ergonomie d'utilisation. Il est de plus parfaitement transparent : l'utilisateur a accès pour consultation et adaptation à la totalité du processus de calcul. Les feuilles de calcul sont accompagnées de macro-instructions Visual Basic, contenant notamment des modules d'affectation routière sous contrainte et de recherche d'itinéraires de transports en commun spécialement développés.

Fonctionnement

Le modèle utilise une structure de calcul agrégée à quatre étapes (génération, distribution, choix modal, affectation heure de pointe).

L'objet modélisé est la *chaîne*, c'est-à-dire une suite de déplacements issue ou à destination du domicile et définie par un *motif principal*, suite dans laquelle peut s'insérer un ou plusieurs motifs secondaires.

Pour ce faire, on a défini une hiérarchie de motifs principaux :

- pour une personne donnée, on identifie d'abord les chaînes issues du domicile et à destination du lieu de travail ou d'un lieu d'affaires professionnelles qui constituent le type *domicile-travail/affaires* ;
- parmi les chaînes restantes, on identifie les chaînes reliant le domicile au lieu d'études (en séparant primaire, secondaire et supérieur), on obtient ainsi les types *domicile-enseignement primaire*, *domicile-enseignement secondaire* et *domicile-enseignement supérieur* ;
- puis, parmi les chaînes restantes, on isole les trajets entre le domicile et les lieux d'achats et de services (type *domicile-achats/services*) ;
- les chaînes symétriques des précédentes de retour au domicile à partir des mêmes lieux sont identifiées ;
- enfin, le reste des déplacements de la personne est constitué des chaînes du type *autre*.

On distingue ainsi onze types de chaînes.

L'ensemble des calculs se fait à la journée. Cependant, les calculs de coûts de saturation (perte de temps, pollution de l'air, bruit) sont évalués sur la base de la congestion routière en heure de pointe.

Les principaux atouts du modèle de simulation sont :

- son fonctionnement pas à pas, qui permet la prise en compte d'événements dont l'impact temporel peut varier : par exemple la réaction à une modification lourde de l'offre de transports en commun peut être de modifier son lieu de résidence ou de travail (long terme) ou de changer le mode de transport pour achats (court terme). Il permet de prendre en compte la rétroaction offre-demande, l'effet d'une mise en service progressive, etc ;
- une décomposition en motifs qui découle de la prise en compte d'une part de déterminants, d'autre part d'inerties et de rigidités de comportements d'horaires et de localisation différents selon les types d'activités (travail, enseignement, achats et affaires personnelles) ;
- une implémentation flexible sous tableur qui permet une modification des sous-modèles, ainsi que des rétroactions et des architectures séquentielles différentes selon les motifs.

Transposabilité

N'étant pas un logiciel de modélisation des transports, le modèle stratégique n'est pas directement transposable. Son efficacité résulte directement de la qualité de l'analyse de l'évolution de l'interaction urbanisme-offre de transport-déplacements propre à l'agglomération, travail préalable à l'application du procédé à une autre agglomération. Sont transposables les méthodes de calcul (représentation de l'offre, simulation pas à pas) et la structure (tableur EXCEL, macro-instructions Visual Basic).

Les concepteurs estiment que la construction d'un tel outil hors recueil de données exige six hommes-mois de travail et un délai de six mois.

Les données nécessaires, à l'exemple de celles qui ont été utilisées dans ce travail, portent sur la demande multimodale (enquête-ménage), la connaissance et la description de l'offre de transport (capacités routières de passage entre les

zones contiguës, temps de parcours des transports en commun de zone à zone, offre de stationnement par zone, tarification), les données socio-démographiques (population, emplois, places offertes en enseignement, motorisation, revenus, ...).

Résultats

Le modèle fournit des matrices de déplacements par mode et par motif, des trafics et des vitesses sur liaisons routières, des résultats agrégés (mobilité, choix modaux, temps de parcours et distances, accessibilité, émissions de polluants...), des évolutions pas à pas sur certains résultats agrégés et sur zonages.

Exemples de simulations à l'aide du modèle stratégique

Les exemples ci-après ne montrent pas les résultats de scénarios complets mais les évaluations des effets de tel ou tel paramètre pris séparément. La situation de référence, dite « zéro », correspond à l'absence de variation, sur la période de simulation (de 1995 à 2005), de plusieurs paramètres exogènes, fixés à leur valeur de 1995 (population et emplois dans les différentes zones, revenus, motorisation, valeur du temps, trafics de transit et d'échange, offre routière et offre de transports collectifs maintenues à leur niveau de 1995). Dans chacun des exemples suivants un seul de ces paramètres est modifié.

L'évolution de la population et des emplois et leur répartition spatiale

Un prolongement, sur la période 1995-2005, de la tendance passée d'évolution de la population et des emplois entre les deux derniers recensements, aboutit à poursuivre le mouvement d'étalement : si ces évolutions restent globalement assez faibles (de l'ordre de 4% entre 1995 et 2005 pour la population totale), elles se différencient entre +1% pour Lyon-Villeurbanne et +7% pour les couronnes périphériques. L'évolution est *in fine* un peu plus forte pour les emplois, avec une croissance globale de 11% entre 1995 et 2005, mais largement plus différenciée, puisqu'elle est seulement de 2% dans Lyon-Villeurbanne et de 20% à 21% dans les couronnes périphériques.

Sur l'ensemble de l'agglomération, les flux de déplacements évoluent faiblement, au même rythme que la population, +5% pour les déplacements en voiture particulière et +2% pour ceux en transports collectifs, tandis que les vitesses des déplacements en voiture particulière et en transports collectifs restent inchangées.

Ces évolutions faibles ou nulles sur l'ensemble de l'agglomération masquent en fait des différences importantes selon les couronnes. Les emplois (totaux, de commerce ou tertiaires) ainsi que les places offertes en établissements scolaires et universitaires croissent plus vite à l'extérieur qu'à l'intérieur de Lyon-Villeurbanne : les flux de déplacements internes à Lyon-Villeurbanne décroissent donc légèrement quel que soit le mode. Par contre, les flux d'échange en voiture particulière entre Lyon-Villeurbanne et les deux couronnes croissent légèrement, de l'ordre de 2% à 3% sur la période 1995-2005, tandis que les flux intra et inter couronnes périphériques croissent plus fortement, de 10% à 12% sur la période 1995-2005.

Cette évolution de la démographie et des emplois, assez faible à l'image de la période récente, ne provoque pas de saturation sur le réseau de voirie, les vitesses des déplacements en voiture particulière et en transports collectifs ne varient pratiquement pas. Il n'y a pratiquement pas de modification des parts modales et le nombre de voyageurs-kilomètres en transports collectifs varie comme celui des véhicules-kilomètres (+3%).

Un scénario d'étalement plus marqué soit -10 000 habitants et -10 000 emplois dans Lyon-Villeurbanne, +15 000 habitants et +10 000 emplois en première couronne, +45 000 habitants et +65 000 emplois en deuxième couronne produirait par contre une hausse de 7% des déplacements en voiture particulière, une stagnation des autres modes, mais une hausse de 2% seulement des véhicules-kilomètres parcourus : le double étalement de la population et des emplois n'est pas, selon le modèle, générateur de forte croissance des distances parcourues.

Le vieillissement de la population

L'effet propre d'une dérive démographique tendancielle de vieillissement de la population peut être testé, avec une baisse de la part des écoliers du primaire et

MODÈLE

du secondaire, et une hausse de la part des retraités, tout en maintenant une croissance uniforme dans l'espace de la population (cf. tableau suivant).

Répartition de la population %	1995	2005
Primaires	7,3	5
Secondaires	10,9	8
Etudiants	6,4	7
Actifs	41,4	40

Les déplacements sont alors en hausse, au même rythme que la population (soit +4%), mais avec un niveau stable pour les chaînes domicile-travail, une baisse de 18% des chaînes domicile-enseignement et une hausse des autres motifs. La baisse de ces chaînes domicile-enseignement affecte d'abord les modes légers (marche à pied et vélo, soit -24%), puis les transports collectifs (-17%) et enfin la voiture particulière (accompagnement, soit -11%). La hausse des autres motifs profite plus aux modes légers et à la voiture particulière (+12%) qu'aux transports collectifs (+9%). Pour autant, globalement, le trafic de ces derniers ne régresse pas : seule leur clientèle change.

L'urbanisme commercial

L'impact de l'urbanisme commercial peut être mesuré en comparant deux scénarios, l'un de poursuite de l'étalement de ces commerces, l'autre de recentrage des commerces sur Lyon-Villeurbanne (avec une croissance uniforme de la population et des emplois), selon le tableau suivant :

Emplois de commerce pour 1000 habitants	1976	1995	2005 étalement	2005 recentrage
Lyon-Villeurbanne	46	38	30	46
première couronne	28	34	35	28
deuxième couronne	19	33	40	19
Total	35	36	34	34

Il apparaît que le recentrage n'est pas favorable aux modes légers (essentiellement la marche à pied) puisqu'il accroît le déséquilibre et donc les distances moyennes parcourues pour achats (3,7 km en 1995, 4 km en 2005 dans le premier scénario, 4,2 km dans le second). Par contre ce recentrage apparaît favorable aux transports collectifs.

La motorisation

Deux scénarios de motorisation ont été testés, le premier en prolongement de la tendance moyenne 1976-1995, de +1,5% par an, le second en prolongement de la tendance sur 1986-1995, de +2,4% par an.

Dans le premier scénario, les déplacements en voiture particulière augmentent de 8% (+188 000 déplacements) avec une augmentation de 7% des véhicules-kilomètres parcourus en heure de pointe du matin. Ces déplacements en voiture particulière sont transférés essentiellement de la marche à pied (156 000 déplacements). Dans le second scénario, les déplacements en voiture particulière augmentent de 12% (+288 000 déplacements) avec une augmentation de 11% des véhicules-kilomètres parcourus en heure de pointe du matin. Ces déplacements en voiture particulière sont transférés essentiellement de la marche à pied (235 000 déplacements).

Certes, la part modale des transports collectifs (rapportée au total voiture particulière plus transports collectifs) baisse sous le seul effet de la motorisation, de 20% en 1995 à 18% ou 17% en 2005 selon ces deux scénarios. Cependant selon le modèle, qui intègre dans ses formulations les mécanismes comportementaux du passé, le gisement essentiel d'augmentation de la circulation automobile se situe dans la masse des déplacements effectués jusqu'ici à courte distance et à pied : il s'agit, par exemple, des accompagnements des enfants d'âge scolaire de plus en plus effectués en voiture ou des achats effectués plus loin et en voiture.

Le rapport de recherche n° 96MT0012 est disponible auprès des financeurs, au CERTU, au SES.

Contacts :

Vincent Lichère, SEMALY, tél. 04 72 69 60 00, email : v.lichere@semaly.com

Charles Raux, LET, tél. 04 72 64 03, email : charles.raux@let.mrash.fr