

L'INDUCTION DES DÉPLACEMENTS  
ET  
LE MODÈLE DE TRANSPORT DE LA RÉGION  
DE MONTRÉAL

Direction  
du  
partenariat,  
de la  
modélisation  
et de la  
géomatique

**L'INDUCTION DES DÉPLACEMENTS  
ET  
LE MODÈLE DE TRANSPORT DE LA RÉGION  
DE MONTRÉAL**

Document de travail produit par :

**Service de la modélisation des systèmes de transport**

**Direction du partenariat, de la modélisation et de la géomatique**

**Ministère des Transports du Québec**

**Rédaction :**

Pierre Tremblay, ing.,

**Collaborateurs :**

André Babin

Louis Gourvil, ing.

Martin Noël, ing.

Louis Rousseau

## Avant-propos

Depuis quelque temps on entend beaucoup parler d'induction de déplacements dans le contexte de l'analyse des impacts d'interventions sur le réseau de transport. Le terme est cependant facile à utiliser, à tort, pour amalgamer plusieurs phénomènes liés à l'évolution de la demande en transport. Il en découle une confusion des idées et une énorme difficulté à développer des réflexions constructives pour d'abord comprendre, et ensuite projeter dans le futur, les déplacements réalisés sur les différentes infrastructures de transport.

L'objectif de ce document est double : d'abord essayer d'établir, ou plus humblement de proposer, une certaine typologie des éléments caractérisant l'évolution de la demande en transport et ensuite dresser un examen plus spécifique de la façon dont ces éléments ont évolué dans la région montréalaise et sont traités dans l'environnement de modélisation du *Service de la modélisation des systèmes de transports* (SMST) du Ministère des transports du Québec (MTQ).

## Introduction

Un discours un peu simpliste s'articule trop souvent autour de ce qu'on appelle le phénomène de l'induction des déplacements. Ainsi, toute augmentation de l'offre en transport (que cela soit du volet routier ou transport collectif) pourrait, de sa seule existence, « induire » de nouveaux déplacements. Une donnée, souvent véhiculée dans le discours « inductiste » est la fameuse élasticité de 0.9 attribuée à Hansen (1995) qui conclut qu'un ajout de 1% à l'offre routière (exprimée en voies-km) induira une augmentation de 0,9% de la consommation routière (exprimée en véhicules-km), en dedans de 5 ans. De là sa conclusion qu'avec autant d'induction, l'ajout de capacité routière ne fait pas grand chose pour réduire la congestion. DeCorla-Souza et Cohen (1999) constatent:

*«Such statements are based on several misunderstandings about the sources of induced travel and the effects of capacity expansion on congestion levels.»*

Ce sujet fait l'objet d'articles nombreux, dont Noland et Lem (2000) font un recensement fort intéressant, mais qui n'ont certes pas tous la même valeur scientifique. Il s'ensuit des débats confus qui passent facilement à côté des vraies questions. Ici comme en toute chose relative aux phénomènes sociétaux, il faut demeurer vigilant face aux inférences basées sur d'apparentes relations causales.

Boarnet (2000) souligne à juste titre que si le débat demeure aussi contentieux, c'est en partie parce que les démonstrations empiriques qu'on essaie de faire de l'induction des déplacements sont basées sur des données très agrégées, qui sont plus utiles à établir des corrélations qu'à expliquer des causalités. Noland et Lem (2000) conviennent d'ailleurs qu'il s'agit d'une pratique fréquente dans la littérature économique et qu'elle est fort critiquée par les planificateurs de transport.

Ces études ne font rien pour comprendre les mécanismes qui expliquent le phénomène de l'induction. Il est vrai que ceci n'est pas facile; comme le dit Bonsall (1996), «démêler les multiples contributeurs à l'accroissement de la demande en transport, du moins avec une certaine précision, peut devenir un exercice futile». On perpétue ainsi à tort des malentendus et des idées reçues concernant les déplacements dits « induits », dont l'aboutissement ultime est

la croyance qu'on peut freiner l'augmentation du nombre de déplacements en n'ajoutant aucune nouvelle offre routière <sup>1</sup>.

Il apparaît évident aux spécialistes en planification des transports que l'*induction* n'est pas un phénomène magique, menant à la génération spontanée de déplacements sur les nouvelles infrastructures de transport, comme si l'attrait de la nouveauté suffisait à lui seul à faire circuler des gens. Il ne s'agit pas de nier ici une certaine relation de cause à effet entre l'augmentation de l'offre de transport et l'observation bien factuelle du nombre croissant de déplacements qui s'y effectue, mais plutôt de souhaiter apporter à ce discours une rigueur qui lui fait parfois défaut à travers les simplifications qu'il subit.

## Principes de base

Le domaine de la modélisation des transports cherche à employer des outils prévisionnels basés sur des paramètres éprouvés et qui reproduisent les phénomènes fondamentaux observés. Les modèles de transport utilisés au SMST du MTQ sont de fait basés sur une démarche analytique rigoureuse, qui décortique l'évolution de la demande en transport selon ses principales dimensions explicatives.

Le principe fondamental repose sur le fait que ce sont des personnes (ou des marchandises<sup>2</sup>) qui se déplacent, et non pas des véhicules. Ces personnes se déplacent parce qu'elles ont à réaliser des activités; elles partent d'un endroit (ex.: lieu d'habitation) et se rendent à un autre endroit (ex. : lieu de travail) pour réaliser lesdites activités.

La demande en transport (les déplacements) est donc une demande "dérivée" de la demande en activité des personnes<sup>3</sup>. Il n'y a donc pas une relation directe entre l'offre en transport et le nombre de véhicules qui circulent; autrement dit, on ne consomme pas de la route seulement parce qu'elle existe, mais bien parce qu'on a choisi de réaliser une activité à un lieu et à un moment donnés. Cervero (2001) explique:

*« si on décide d'emprunter une route donnée, ce n'est pas parce qu'elle est là, mais bien parce qu'elle confère à ses usagers un bénéfice. Un cadre d'analyse économique rigoureux est nécessaire pour démêler l'écheveau des relations entre les investissements routiers et les conditions de circulation. »*

---

<sup>1</sup> On doit à Robert T. Dunphy, du "*Urban Land Institute*" américain, l'analogie entre l'ajout de capacité routière en fonction de la croissance des besoins d'une région et l'achat de nouveaux souliers à un enfant en pleine croissance. Ce n'est pas le fait de lui acheter des souliers plus grands qui poussera ses pieds à grandir plus vite que le reste de son corps. À l'inverse, ce n'est pas le fait de ne pas acheter de nouveaux souliers à l'enfant qui empêchera ses pieds de grandir; cela ne provoquera au mieux que des douleurs inutiles et au pire une dysfonction grave. Ce serait tout aussi irresponsable que de ne pas accommoder la croissance structurelle de la demande en transport (ce qui évidemment peut se faire de différentes façons, où le transport collectif doit avoir sa place).

<sup>2</sup> Pour la clarté de la présente discussion, on s'en tiendra ici au cas des déplacements de personnes. Tous les concepts abordés sont évidemment transposables aux déplacements des marchandises, quoiqu'en ce domaine la complexité des processus décisionnels est beaucoup plus grande.

<sup>3</sup> Certains auteurs, dont Mokhtarian (2000), soutiennent que le déplacement pourrait ne pas être un produit dérivé de l'activité, mais parfois constituer l'activité elle-même (ie. lorsqu'on «fait des tours de machine» pour le plaisir de conduire ou qu'on parcourt une route panoramique à des fins récréatives). On admettra que cela ne saurait être qu'une portion extrêmement marginale, si même elle existe, de la demande en transport durant les périodes de pointe.

Noland et Lem (2000) entrouvrent par ailleurs la porte sur certaines causalités à prendre en compte :

*«Many factors have been suggested as drivers of recent growth in VMT (vehicle-miles of travel). These include increased female participation in the work force, changing lifestyles amongst individuals, changes in family structure, levels of available public transport, spatial patterns of development, and others which are either unknown or for which data is not easily available. Many of these factors may also be correlated with other variables such as per capita income or overall population growth...»*

On voit apparaître dans cette liste plusieurs phénomènes qui sont exogènes à ce qui se passe sur le système de transport et qui sont essentiellement liés à la structure socio-démographique de la région et à sa dynamique économique. C'est cette structure, évoluant dans le temps, qui crée les schémas d'activités fondamentaux de la population.

Ceci étant dit, les changements dans l'offre de transport peuvent certainement entraîner des changements dans les schémas d'activité des gens (choix du lieu de résidence, choix du lieu d'activité, chaînage des déplacements, etc.) et dans leur comportement de transport (choix modal, choix du trajet, choix de l'heure de départ, etc.); ce sont précisément ces processus de changement qu'on doit chercher à expliquer de façon objective.

Sur un autre plan, il est évident que l'évolution de l'offre de transport conditionne aussi les décisions des développeurs, des institutions et des entreprises quant à la localisation de leurs investissements immobiliers et de leurs places d'affaire, modulant ultimement l'offre de localisation des activités pour les personnes.

Ayant parlé d'une relation de cause à effet possible entre l'offre de transport et la demande qu'elle induit, on pourrait arguer que la relation inverse existe aussi, et cela de façon certainement beaucoup plus facile à établir: les administrations publiques réagissent en effet à l'augmentation de la demande en transport en ajustant, parfois avec plusieurs années de retard, l'offre en infrastructures ou services de transport pour y faire face.

On pourrait facilement soutenir que dans le dernier quart de siècle au Québec, et dans la région de Montréal en particulier, c'est essentiellement l'augmentation « naturelle » de la demande en transport qui a entraîné une augmentation de l'offre, plutôt que l'inverse. Dans le même sens, une étude de l'Urban Transportation Center de Chicago (1999) a démontré, à partir d'une série de données sur 60 ans, que les améliorations à l'offre routière régionale y sont mieux expliquées par la croissance de population (et de ses besoins de déplacements) dans la décennie précédente que l'inverse.

## Qu'est-ce que l'induction ?

L'induction, au sens large, est définie au Petit Robert comme *le déclenchement d'un phénomène dont la manifestation se produit avec un certain retard par rapport à l'intervention de la cause responsable*. Cette définition met en jeu deux notions indissociables pour parler d'induction : *phénomène* et *cause responsable*. Un lien de causalité doit donc toujours être recherché et établi entre les termes.

Ainsi, le discours sur l'induction soutient généralement que l'ajout d'offre routière (*la cause*) fait augmenter le nombre de déplacements (*le phénomène*). Nous examinerons plus loin, en décortiquant le sujet, qu'il n'y a pas là de relation absolue de cause à effet, puisque toute une collection de phénomènes entrent en jeu pour expliquer la croissance de la demande en transport.

Afin de mieux s'y retrouver, nous proposons ici deux définitions plus précises. Dans les deux cas, nous cernerons la même cause, soit l'amélioration du système de transport, qui se traduit dans le présent contexte par l'ajout d'offre routière.

Le premier phénomène à mettre en relation avec cette cause est l'augmentation du nombre de déplacements, qu'on peut traditionnellement mesurer directement par des comptages routiers. C'est sans doute à cette définition que pensent spontanément la majorité des gens quand on parle d'induction de déplacements :

***Induction de déplacements :***

***L'apparition de nouveaux déplacements dans le système de transport, résultant d'une amélioration dans celui-ci.***

Fait très important à signaler, cette définition introduit la notion de « nouveau déplacement ». Nous verrons plus loin que cela fait toute la différence lorsqu'on doit distinguer entre les déplacements pré-existants à l'ajout d'offre routière et ceux qui sont engendrés par l'intervention au réseau elle-même.

Malheureusement, cette définition ne nous mène pas loin dans l'analyse systémique des impacts de projet routiers. En effet, ce n'est alors pas tant le nombre de déplacements qui est important que la quantité de « consommation de la route ». C'est cela qu'on appellera la « demande en transport ».

Au sens large, l'induction de la demande en transport est une extension des lois économiques de l'offre et de la demande : une réduction des prix (réduction de la congestion) serait à ce titre de nature à accroître la consommation du bien « transport ». DeCorla-Souza et Cohen (1998), tout comme Heanue (1998) définissent, dans un contexte de transport routier, l'**induction de la demande** comme étant:

**Induction de la demande en transport :**

**L'augmentation du nombre quotidien de véhicules-km<sup>4</sup>, résultant, à l'échelle d'un territoire géographique donné, d'une amélioration dans le système de transport.**

Cette définition est beaucoup plus sophistiquée que la simple notion de l'augmentation du nombre de déplacements sur une route, ou même sur l'ensemble du réseau routier d'une région. Il s'agit d'une mesure objective et systémique de l'augmentation de la « **consommation routière** » effectuée quotidiennement par la population, sur l'ensemble d'un territoire donné<sup>5</sup>.

Cet indicateur est celui qui répond le mieux à un besoin d'analyse des impacts stratégiques d'un projet dans un contexte d'évaluation environnementale ou de développement durable, où on cherche à mesurer l'augmentation nette des « nuisances » associées à l'automobile, le tout dans une vision régionale.

Comment mesure-t-on l'amélioration du système de transport (*la cause*) dont il est question plus haut ? L'usage le plus courant est d'utiliser une mesure statique de l'offre routière, exprimée en voies-kilomètres (mesure de la longueur totale de l'offre). Goodwin (1996) pour sa part propose plutôt d'utiliser une mesure « dynamique » de l'offre routière correspondant au temps de déplacement<sup>6</sup>. Il demeure qu'il s'agit d'une mesure beaucoup plus difficile à collecter que la mesure des voies-km et c'est pourquoi peu d'auteurs suivent cette voie.

Notons que certains auteurs remettent en question l'intérêt même de mesurer l'induction de la demande. Cox (2001) prétend que l'emphase mise sur les véhicules-km passe à côté de la vraie question qui est de mesurer les réductions globales de temps de déplacement. Ainsi, selon lui, l'augmentation de l'offre routière est toujours de nature à réduire les temps de déplacement et contrairement à la doctrine en vogue, « une augmentation de la circulation dans des conditions de fluidité accrue améliore la sécurité, diminue le stress des conducteurs et est positive pour la qualité de vie et l'efficacité économique ».

Dans le même esprit, Pisarski (2001) développe une perspective d'analyse qui se recentre sur la valeur économique ou sociale des activités réalisées aux « extrémités » des déplacements. Dans cette perspective, les déplacements induits sont quelque chose de positif et reflètent l'accès à un plus grand éventail d'opportunités d'emplois ou d'interactions, donc à une plus grande participation à l'économie et à la société. Pisarski constate que le système de transport routier est le seul investissement public pour lequel on considère qu'une plus grande utilisation constitue un échec ! En fait, les choses deviennent plus complexes lorsqu'on introduit l'effet de congestion et comme Cox, il souhaite que la problématique soit examinée avant tout sous la dimension du « temps consacré » au transport, notre société fonctionnant de plus en plus sous pression à cet égard.

---

<sup>4</sup> Obtenu par la sommation, sur tous les liens du réseau, du produit entre la longueur du lien et le nombre de véhicules qui y circulent sur une base quotidienne (DJMA – débit journalier moyen annuel).

<sup>5</sup> Toujours dans le contexte d'une analyse des impacts d'une augmentation de la capacité routière

<sup>6</sup> Il conclut à une élasticité de la demande par rapport au temps de déplacement de  $-0,5$  à court-terme et de  $-1,0$  à long terme. Ceci signifie qu'une réduction de temps de 10% sur un parcours produirait un accroissement de 5% du trafic à court terme et de 10% à long terme.



## L'anatomie de la demande induite

Plusieurs auteurs ont tenté de classifier les grands phénomènes qui sous-tendent l'induction de demande en transport ainsi définie. En intégrant diverses idées émises par Cervero (2000), DeCorla-Souza (1998), Litman (2001) et Farley (2002), le tableau 1 propose une classification des facteurs explicatifs de l'augmentation de la demande dans un corridor routier, suite à l'accroissement de sa capacité<sup>7</sup>.

On y identifie sept composantes, auxquelles on associe trois caractéristiques:

- La **catégorie**, où on parle de *génération* quand il s'agit d'un nouveau déplacement, et de *diversion*, quand on altère les caractéristiques d'un déplacement existant. Vu sous cet angle, *l'induction de nouveaux déplacements* est une sous-catégorie particulière de déplacements générés, suite spécifiquement à un ajout d'offre dans le système de transport.
- La **nature**, selon qu'il s'agit d'un phénomène *comportemental*, où l'utilisateur réagit activement aux signaux qu'il reçoit, ou d'une composante *structurelle* de la demande, qui correspond à l'évolution des caractéristiques démo-socio-économiques des usagers (trajectoires de vie).
- Le **terme** sur lequel le phénomène se produit, qui peut être *court* (moins d'un an), *moyen* (2 à 4 ans) ou *long* (5 ans et plus)<sup>8</sup>.

Chacune de ces sept composantes correspond à un phénomène de variation de la demande en transport, associé à une cause (ou une famille de causes) qu'on peut isoler et donc tenter de comprendre et de « modéliser » à des fins d'analyse des impacts. Le tableau comporte à cet égard une dernière colonne qui réfère à la prise en compte du phénomène au sein de l'appareillage de modélisation des déplacements du MTQ. Ces éléments sont discutés plus en détail dans la dernière partie du document.

---

<sup>7</sup> La capacité correspond ici au débit maximal de véhicules pouvant emprunter l'infrastructure (mesuré en véhicules par heure).

<sup>8</sup> Signalons que Lee, Klein et Camus (1999) proposent de raffiner la théorie économique de l'induction pour faire une distinction formelle entre l'induction des déplacements, qui serait celle qui se produit à court-terme, et l'induction de la demande, qui se développe à long terme. À ces deux phénomènes correspondent deux courbes de demande différentes, avec leurs élasticités propres. Tout cela illustre comment une chose apparemment simple devient complexe quand on s'arrête à préciser les notions qui la sous-tendent.

**Tableau 1**

**Typologie des facteurs associés à l'évolution de la demande en transport**

Composante		Catégorie	Nature	Terme	Remarque	Prise en compte MOTREM <sup>(1)</sup>
<b>A</b>	Évolution naturelle de la demande	Génération naturelle	Structurel		Déplacements tels qu'ils existeraient, pour un horizon donné, sans la présence du projet	Oui / MPD
<b>B</b>	Changement de trajet	Diversion	Comportemental	Court	Utilisation d'un chemin différent, plus court en temps (ou coût généralisé).	Oui / MAR/MAT
<b>C</b>	Changement du lieux d'activité ( <i>sans nouveau développement</i> )	Diversion	Comportemental	Court	Choix d'un lieu différent pour accomplir une même activité non récurrente.	Non
		Diversion	Structurel	Moyen ou long	Choix d'un nouveau lieu de résidence ou d'emploi.	Partiel / MPD
<b>D</b>	Changement de mode	Diversion	Comportemental	Court et moyen	Transfert modal.	Oui / MTM
<b>E</b>	Changement d'horaire	Diversion	Comportemental	Court	Opportunité accrue de voyager durant la pointe.	Partiel / MPD+MAR
<b>F</b>	Nouveaux déplacements	Génération par <b>Induction</b> ( <i>au sens strict</i> )	Comportemental	Moyen	Expression d'un besoin latent de déplacement.	Non
<b>G</b>	Développement urbain	Génération catalysée	Structurel	Long	Nouvelles opportunités de résidence (production) ou d'activités (attraction de déplacements).	Partiel / MPD+MED

(1) Modèle de transport de la région de Montréal : composantes de l'environnement de modélisation du SMST du MTQ:

MPD : Modèle de projection de la demande

MAR : Modèle d'affectation routière

MAT : Modèle d'affectation TC

MTM : Modèle de transfert modal

MED : Modèle d'ensemencement de la demande

## Discussion sur les composantes

Examinons plus en détail chacune des composantes de l'effet de la demande en transport des personnes, toujours dans un contexte théorique d'augmentation de l'offre routière.

### A. L'évolution naturelle de la demande:

Il s'agit des déplacements qui «étaient déjà là» ou «qui auraient de toute façon été là» indépendamment de la nouvelle offre routière. Il s'agit de la composante structurelle la plus fondamentale pour expliquer la demande en transport. Elle correspond à l'évolution dynamique de la structure démographique à laquelle se superpose la croissance « naturelle » des taux d'activité des personnes, due à l'évolution des structures sociales (ex. : il y a une proportion de plus en plus importante de femmes qui travaillent au lieu de rester à la maison) et au vieillissement de la population (ex. : les jeunes des générations du baby-boom, autrefois écoliers se déplaçant à pied, sont devenus des travailleurs devant se déplacer sur de plus grandes distances et dans des lieux plus dispersés). Il faut aussi considérer l'évolution de la taille des ménages, l'éclatement des structures familiales et la complexification des rythmes urbains, tel que pertinemment exposé par le CNT (2002). À une échelle régionale, ces phénomènes sont plus significatifs que tout autre dans la croissance de la demande en déplacements observée depuis trois décennies. Citons Heanue (1998):

*«...there is strong empirical evidence which suggests that the magnitude of the travel changes resulting from changes in other, primarily socio-economic and demographic factors, overwhelms those directly and indirectly driven by the expansion of highway capacity.»*

Trop souvent, les approches économétriques ont cherché à établir des relations de cause à effet entre l'offre en transport et les débits de circulation, en télescopant toutes les dimensions explicatives de la chose pour faire apparaître une relation "globale" qu'elles qualifient d'induction. Il s'agit au mieux d'un abus de langage, que nous souhaitons corriger ici, et au pire de pseudo-science. La composante structurelle « naturelle » regroupe une série de facteurs lourds qui peuvent être modélisés et pris en compte très adéquatement. C'est ce qu'on appelle la « génération » des déplacements et elle doit être explicitement traitée dans toute démarche d'analyse qui se veut scientifique et complète.

### B. Changement de trajet

Ce phénomène s'applique à des déplacements qui existaient déjà, ou allaient exister suite à l'évolution naturelle de la demande, mais qui seraient capturés par le corridor du nouveau projet, sans que n'en soient modifiés les lieux d'origine ou de destination, ni les autres attributs. Il s'agit d'un effet de diversion, ou de redistribution des trajets de déplacement sur le réseau, à l'intérieur d'un processus d'équilibrage entre tous les chemins en compétition pour réaliser un déplacement donné. On ne saurait ici parler d'induction de déplacement dans un corridor donné, dans la mesure où ce déplacement est simultanément retiré d'un autre corridor. À l'échelle de la région, il n'y a alors pas d'induction d'un nouveau déplacement, quoiqu'il puisse y avoir variation (en plus ou en moins) de la consommation routière, exprimée en véhicules-km.

S'il peut parfois apparaître une augmentation de la longueur moyenne des déplacements suite à une hausse de l'offre routière, il faut toujours garder à l'esprit que si tel est le cas, les usagers y auront trouvé un bénéfice en réduction de leur temps de déplacement.

De fait, l'ajout judicieux d'une offre en transport (routier ou TC) entraîne généralement une diminution à court terme de la longueur des déplacements. À moyen terme, c'est le déplacement (le redéploiement) des lieux d'activités (composante **C**) qui peut provoquer un allongement des déplacements. À long terme, des opportunités d'activités auront tendance à s'agglomérer auprès des secteurs de résidence, quant ils atteignent une masse critique, de sorte qu'on pourra observer ensuite une diminution de la longueur moyenne (en distance) de l'ensemble des déplacements concernés.

### **C. Changement de lieux d'activité**

Pour certains déplacements, une accessibilité accrue de certains sites peut amener des individus à changer de lieux d'activité, dans la mesure où ce choix est laissé à leur discrétion. Ainsi, à court terme, on choisirait un lieu de magasinage différent, parce que devenu plus accessible.

Il est toutefois beaucoup plus difficile de changer de lieu de travail, d'étude ou de résidence, puisque ceci correspond à des décisions structurantes, sur lesquelles l'individu a une prise moins immédiate et qui impliquent souvent aussi d'autres membres du ménage. Si cela se produit, ce ne sera généralement qu'à moyen ou long terme.

Soulignons que cette composante n'inclut pas l'effet de développement urbain discuté plus loin en "G" et qui viendrait "coloniser" un nouveau territoire auparavant moins accessible. Dans les milieux urbains existants, aucun territoire n'est a priori réellement inaccessible; les nouveaux investissements dans le système de transport viendront néanmoins améliorer l'accessibilité d'un lieu ou d'un sous-secteur. Si aucun développement massif n'est réalisé dans le corridor, cet effet de déménagement des personnes et des emplois ne pourra être que marginal et demeurera toujours neutre au bilan immobilier régional.

### **D. Changement de mode**

Un changement de mode, ou transfert modal, peut être anticipé si les conditions comparatives d'accessibilité ont drastiquement changé en faveur d'un mode par rapport à un autre.

Ceci correspond à la possibilité réelle que, par exemple, l'augmentation de l'offre routière entraîne un transfert de la demande du transport collectif vers le mode automobile. Si le projet routier amène une amélioration notable de l'efficacité du déplacement automobile par rapport à l'offre alternative en transport collectif, on peut s'attendre à moyen terme à une diversion partielle de la demande vers l'auto. Par contre, ceci existe aussi dans l'autre sens : toute amélioration suffisamment significative à la qualité de la desserte TC entraînera un transfert modal de l'auto vers le TC.

Encore ici, il faut comprendre qu'on parle d'un changement de comportement associé à un changement aux conditions d'offre en transport. Il ne faut pas confondre le « transfert modal » avec le « choix modal » fondamental des personnes, lequel est conditionné par des facteurs structurels indépendants de l'offre en transport (ex. : un étudiant qui utilisait les TC et qui devient un travailleur ayant à se déplacer en auto vers un parc industriel excentré, fait un choix rationnel, qui n'est pas lié à un changement dans l'offre en transport; un travailleur motorisé qui devient retraité continuera probablement à utiliser

principalement l'auto qu'il possède pour aller magasiner, même si on met en place d'excellentes navettes TC). Autrement dit, la compétitivité des modes auto et TC entre eux, au niveau des temps de déplacement, n'est pas toujours la dimension explicative la plus fondamentale du choix modal que font les gens, mais elle peut influencer sur leur propension à changer de stratégie (à faire un transfert modal).

## E. Changement d'horaire

Un changement de l'heure à laquelle on décide d'effectuer son déplacement peut être entraîné par un changement de la performance du système de transport, mais ceci n'a toutefois aucun impact sur le bilan quotidien de l'induction de la demande, telle que définie à la page 5, dans la mesure où le chemin emprunté demeure le même.

En effet, ce changement ne représente qu'une redistribution des heures de déplacement, pour des déplacements qui se réalisent déjà. On sait, et ceci est observé par les comptages de circulation, que l'augmentation de la congestion incite les gens à devancer ou retarder le moment où ils accomplissent leur déplacement. À l'inverse, on peut supposer que si un projet routier vient atténuer la congestion, certaines personnes pourraient vouloir reprogrammer leur déplacement à un moment qui leur convient davantage, incluant durant les heures de pointe. Ceci ne doit toutefois pas être comptabilisé comme de l'induction.

## F. Nouveau déplacement

Une personne peut décider de faire un tout nouveau déplacement, donc de réaliser une nouvelle activité qu'elle n'aurait pas faite si la nouvelle infrastructure n'avait pas été là; il s'agit ici de la concrétisation d'une demande latente ou refoulée de déplacement et c'est la seule composante qui peut être purement qualifiée d'induction de nouveau déplacement. Ceci se traduit par une augmentation du nombre moyen quotidien de déplacements par personne (ou taux individuel de génération de déplacements).

On parle bien ici d'activités qui ne se réalisaient pas auparavant et qui sont déclenchées par l'arrivée de la nouvelle infrastructure<sup>9</sup>. Ce phénomène est généralement marginal devant l'évolution structurelle de la demande en transport, comme le signale Singer :

*«Transportation economists generally agree that while there is some "inducement" of traffic with expansion of a corridor's trunk road due to pent-up demand, the amount is dwarfed by the effects of increased regional population and employment on traffic growth.»*

Heanue (1998), dans l'analyse du cas de Milwaukee qu'il relate, établit que la demande induite (incluant celle reliée au facteur G plus loin) pourrait y expliquer, dépendant du projet, entre 6% et 22% de la croissance de la consommation routière, le reste étant relié à des composantes structurelles. Il conclut que les autorités responsables de la gestion

---

<sup>9</sup> En réalité, ce n'est pas la nouvelle infrastructure en soi qui déclenche cet effet, mais plutôt l'offre accrue de capacité routière qui engendre une fluidité plus élevée, laquelle entraîne à son tour un élargissement du territoire accessible à un coût (temps ou argent) donné. Ceci rend en quelque sorte « disponibles » à un coût acceptable des générateurs ou attracteurs d'activité pour lesquels il y avait une demande insatisfaite avant l'arrivée de la nouvelle infrastructure de transport. On voit donc qu'il y a effectivement un lien logique entre tout cela mais également que celui-ci implique toute une chaîne d'autres prérequis (pas toujours en présence) pour sa réalisation effective.

des systèmes de transport ne peuvent ignorer les 78% à 94% restant des besoins de déplacement, tout en suggérant qu'elles doivent le faire en ayant recours à une saine gestion de l'occupation du sol. Pour sa part, Goodwin (1996) retient de ses analyses de cas qu'en moyenne, l'amélioration du système routier a induit<sup>10</sup> une augmentation de 10% du trafic de base à court terme et de 20% à long terme (sans préciser ici la nature et l'envergure des améliorations en question). Encore ici, ce terme regroupe à la fois les effets d'induction de déplacements et de ceux de développement.

L'examen de données de comptage de circulation<sup>11</sup> observées durant les 25 dernières années sur les ponts du lac Washington, entre Seattle et ses banlieues de l'Est, mène à un constat intéressant. Un des trois ponts du corridor a subi entre 1990 et 1992 une réfection majeure, le faisant passer de 4 à 8 voies en tout (dont 2 voies réservées au véhicules à occupation élevée). Après une période de construction où les conditions de circulation ont été très détériorées, la croissance de la demande totale sur les trois ponts, a rebondi à l'ouverture de la nouvelle infrastructure pour ensuite presque s'arrêter, le temps pour l'achalandage de rattraper sa courbe de croissance historique « naturelle » de 4,0 % par année. Padelford (2002) formule l'hypothèse que l'absence (ou plutôt la dégradation) d'offre a pu avoir refoulé la demande, mais que sa présence n'a pas ensuite induit de demande supérieure à son évolution structurelle normale.

On voit donc combien il est difficile de poser un « chiffre » quand il s'agit d'estimer l'ordre de grandeur de ce que peut être la demande purement induite dans un contexte réel. En fait, chaque cas mérite une analyse particulière et il est extrêmement rare qu'il existe des séries de données appropriées, comparables et assez détaillées pour conduire ce genre d'évaluation.

## G. Développement urbain

Finalement, le nouveau projet routier pourrait « induire » du développement urbain dans son corridor d'influence, soit en termes résidentiel (nouvelles productions de déplacement), ou en termes industriel, commercial ou institutionnel (nouvelles attractions de déplacements), produisant autant de nouvelles opportunités d'activités pour la population. Cet effet est associé à l'accessibilité accrue que procure la nouvelle infrastructure de transport, dans la mesure évidemment où existe une demande immobilière à satisfaire dans la région.

Ce phénomène d'induction du développement urbain, qui semble intuitif, nécessite pourtant certaines nuances pour être mieux appréhendé. Les travaux de Boarnet (1997) suggèrent qu'à l'échelle globale d'une région, les projets routiers ne peuvent avoir qu'un impact d'induction de développement marginal, le bilan régional des activités économiques n'étant pas changé par le projet. Ils peuvent cependant produire des retombées à l'échelle d'un corridor ou d'une sous-région, en agissant comme un redistributeur de la croissance attendue dans la région, et ce autant au niveau du parc résidentiel que du développement commercial et industriel<sup>12</sup>. D'où leur qualification d'agent catalyseur, qui est beaucoup plus juste que celle d'inducteur.

---

<sup>10</sup> L'induction correspond ici à ce qui est additionnel à l'accroissement de la demande associé à tous les autres facteurs qui auraient été correctement projetés.

<sup>11</sup> Trans-Lake Annual Average Weekday Traffic Counts, Jim MacIsaac, Washington State DOT (Nov. 1998).

<sup>12</sup> À une autre échelle, le fait de disposer d'infrastructures de transport efficace peut certainement contribuer à la compétitivité nationale et internationale d'une région métropolitaine, mais cela dépasse largement les impacts qu'on peut associer à un projet individuel de transport.

Il s'agit, s'il se manifeste, d'un effet à moyen et long terme. On comprendra qu'il n'est pas automatique, puisqu'il dépend de plusieurs autres facteurs qui sont prépondérants sur l'offre de transport (disponibilité et valeur des terrains, réglementation de zonage municipal, existence d'un marché, taux de taxation, qualité des services municipaux, jeux spéculatifs, etc.) dans le processus de décision des développeurs. Citons par exemple le cas du prolongement de l'Autoroute 30 dans la direction de Sorel, lequel n'a induit pratiquement aucune nouvelle urbanisation depuis trois décennies, et celui de l'Autoroute 13, dans Laval, où il aura fallu plus de 20 ans pour que se manifeste un développement significatif aux abords du corridor lui-même. Un autre exemple nous vient des corridors de métro, bénéficiant pourtant d'une accessibilité optimale, où la clientèle locale diminue, en raison de la diminution de la taille des ménages et du retrait du marché de l'emploi d'une part croissante de cette population (effets structurels).

Fait intéressant, si une nouvelle offre en transport peut soutenir du nouveau développement, le corollaire en est que la congestion (offre insuffisante) pourrait aussi freiner le développement, comme le signale Litman (2001). On assiste ainsi depuis quelques années dans la région de Montréal à un mouvement vers l'équilibrage<sup>13</sup> de la charge routière en pointe entre les deux directions des routes (notamment les ponts) fortement congestionnées. Ce phénomène n'est probablement pas étranger au fait que de plus en plus d'entreprises choisissent de localiser leurs activités dans des banlieues offrant encore une bonne accessibilité pour leurs bassins d'employés ou de clients<sup>14</sup>.

Le modèle de croissance induite développé par Cervero (2001) établit d'ailleurs, sur la base des élasticités estimées, que l'influence des vitesses de déplacement (temps économisé) est deux fois plus déterminante dans les décisions de construction (développement urbain) que l'addition comme telle de voies-km à l'offre routière<sup>15</sup>. Ce modèle suggère par ailleurs qu'il faut compter un délai minimal de 5 à 6 années avant que les changements structurels induits par le projet sur l'utilisation du sol produisent des accroissements mesurables de circulation.

On peut retenir des précédents paragraphes que le terme « *induction de déplacements* » ne doit s'appliquer, au sens strict, qu'à une portion minime de la croissance de la demande en transport, associée à la génération à court terme de nouveaux déplacements, suite à la mise en place d'une infrastructure. À moyen et long terme peut s'ensuivre une « *induction de développement* » qui à son tour expliquera la génération de déplacements associés aux nouvelles opportunités d'activités créées. En arrière plan à ces effets, demeure la croissance naturelle de la demande, indépendante des projets envisagés.

Que ce soit à court terme ou sur le plus long terme, il faut également prendre garde de confondre les déplacements qui sont générés (nouveaux) de ceux qui sont associés à un phénomène de diversion. Dans ce dernier cas, dans un contexte d'analyse d'impacts, ce sera toujours l'impact net au bilan régional de la consommation routière (véhicules-km) qu'il importe de mesurer, et non ce qui se passe sur un tronçon en particulier.

---

<sup>13</sup> Croissance plus grande de la circulation dans le sens inverse du mouvement de pointe que dans la direction congestionnée.

<sup>14</sup> Le réseau routier supérieur de la grande région de Montréal ayant pour effet de niveler l'accessibilité, du moins pour les automobilistes, il faut tout de même reconnaître que c'est d'abord et avant tout le coût et la (disponibilité) des terrains qui détermine les choix de localisation des entreprises.

<sup>15</sup> Il va de soi que ces deux dimensions sont directement reliées, mais le constat de Cervero replace l'enjeu au bon niveau, soit celui de l'amélioration des conditions de déplacement, plutôt que de l'ajout d'offre routière physique.

## Comment les choses ont-elles évolué dans la région de Montréal ?

Afin de mieux apprécier les relations entre les divers facteurs explicatifs de la demande en transport, le graphe 1 présente plus loin l'évolution de plusieurs indicateurs. Ceux-ci sont présentés sous forme indicielle, c'est à dire qu'une même situation de référence, en l'occurrence celle de 1981, est employée pour normaliser toutes les mesures (ie : 1981 = 1.00).

Une telle compilation n'est jamais facile à réaliser, compte tenu de la multiplicité des sources d'information à mettre en commun et de la difficulté à faire concorder leurs divers référentiels temporels et géographiques. Néanmoins, les valeurs présentées permettent de bien apprécier, malgré certaines approximations ou estimations incontournables, l'allure générale de l'évolution des choses. Les variables présentées sont expliquées au tableau 2.

**Tableau 2**  
**Variabiles indicielles d'évolution de la demande en transport**

<b>Variable</b>	<b>Définition</b>	<b>Sources</b>
Pop_M	Population totale pour la grande région de Montréal (territoire RMR élargi pour les Enquêtes O-D)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enquêtes O-D montréalaises 1970 à 1998 (STCUM, AMT et MTQ) + expansion Stat-Can;</li> <li>• Prévisions ES-3 (MTQ)</li> </ul>
Mén_M	Nombre de ménages pour la grande région de Montréal	
TrH_Q	Travailleurs – Hommes au Québec	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compilation ISQ (Mars 2002)</li> </ul>
TrF_Q	Travailleurs – Femmes au Québec	
PcH_Q	Permis de conduire – Hommes au Québec	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SAAQ – Rapport annuel de gestion 2001.</li> </ul>
PcF_Q	Permis de conduire – Femmes au Québec	
Véh_Q	Véhicules immatriculés au Québec	
D24_motr	Nombre de déplacements motorisés pour un jour ouvrable d'automne (tous motifs sauf retour)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enquêtes O-D montréalaises 1970 à 1998 (STCUM, AMT et MTQ);</li> <li>• Projections de la demande MTQ (juin 2002).</li> </ul>
D24_auto	Nombre de déplacements par auto pour un jour ouvrable d'automne (tous motifs sauf retour)	
Voies-km	Offre routière métropolitaine (collectrices, artères et autoroutes)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réseau routier codifié / MOTREM (MTQ)</li> </ul>
Véh-km	Consommation routière pour un jour ouvrable d'automne (tous motifs – excluant exogènes)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulations Emme/2 / MOTREM (MTQ)</li> </ul>

L'examen du graphe 1 révèle<sup>16</sup> d'abord que le nombre de ménages croît plus vite que la population totale de la région métropolitaine, laquelle s'achemine par ailleurs vers un plafonnement. Ce phénomène, qui se traduit par la diminution de la taille des ménages, s'explique essentiellement par le vieillissement de la population, par la baisse de la fécondité et par des changements sociaux modifiant les pratiques de cohabitation, notamment le phénomène de l'éclatement des ménages.

Le nombre de travailleurs masculins était demeuré relativement stable dans la région métropolitaine depuis le milieu des années 1970, mais vient toutefois de connaître un bond

<sup>16</sup> Ce graphe doit être visionné en couleurs pour être correctement analysé.



significatif. La conjoncture économique favorable des présentes années incite à croire que cette croissance pourrait se poursuivre à moyen terme. Le nombre de travailleuses a toutefois connu une croissance extrêmement soutenue (+73%) durant tout le dernier quart de siècle et ce phénomène ne semble pas vouloir s'atténuer.

Pendant ce temps, le nombre d'hommes possédant un permis de conduire n'a pas cru plus vite que la population totale; par contre, le nombre de femmes conductrices a fait un bond considérable (+78%), dépassant même la croissance de leur entrée sur le marché du travail. Le nombre de véhicules immatriculés au Québec connaissait lui aussi une croissance soutenue, notamment sous la poussée de l'accès des femmes à la motorisation. Sous-jacente à la hausse du taux de motorisation, il faut aussi voir une corrélation avec la croissance du nombre de ménages qui fixe jusqu'à un certain point un besoin «de base» en véhicules automobiles<sup>17</sup>.

L'offre routière, mesurée par le nombre de voies-kilomètres constituant le réseau supérieur (collectrices, artères et autoroutes), a crû plus rapidement (+30%) que le nombre de ménages installés sur le territoire (+18%). Ceci reflète notamment le fait que la croissance du nombre de logis s'est soldé par un élargissement du territoire urbanisé, et conséquemment, par la mise en place par les municipalités d'un réseau de desserte correspondant. Signalons que la croissance de l'offre autoroutière durant cette période a été presque nulle.

Le nombre quotidien de déplacements motorisés est estimé à partir des Enquêtes Origine-Destination régionale montréalaises, pour un jour ouvrable typique d'automne. Ceux-ci comprennent tous les déplacements faits par modes motorisés, incluant l'auto, la moto, le transport en commun, le transport adapté, le taxi et le transport scolaire. L'indice est établi (ou estimé) pour un territoire comparable (1987), en excluant les déplacements ayant pour motif le retour au domicile. On constate que cette courbe connaît une progression très régulière à travers les différentes Enquêtes O-D., laquelle dépasse la progression de l'offre routière, mais s'aligne sur la croissance du parc automobile et sur celle de la participation accrue des femmes au marché du travail. La projection de cette demande sur les horizons futurs permet d'en anticiper une atténuation graduelle, mais son plafonnement pourrait demeurer postérieur à 2021.

Le nombre quotidien de déplacements faits par automobile a crû beaucoup plus rapidement que celui des déplacements motorisés. Cela s'explique partiellement par le fait que les femmes accèdent de plus en plus à la motorisation, mais surtout par le fait que la population vieillit rapidement<sup>18</sup>, faisant en sorte que les écoliers et étudiants, devenus des adultes, délaissent les modes collectifs (incluant le transport scolaire) pour se diriger davantage vers l'usage de l'automobile. Les facteurs explicatifs de cette demande laissent croire, à travers nos modèles de projection, que la croissance de la demande automobile ralentira éventuellement elle aussi, mais moins rapidement que la demande totale.

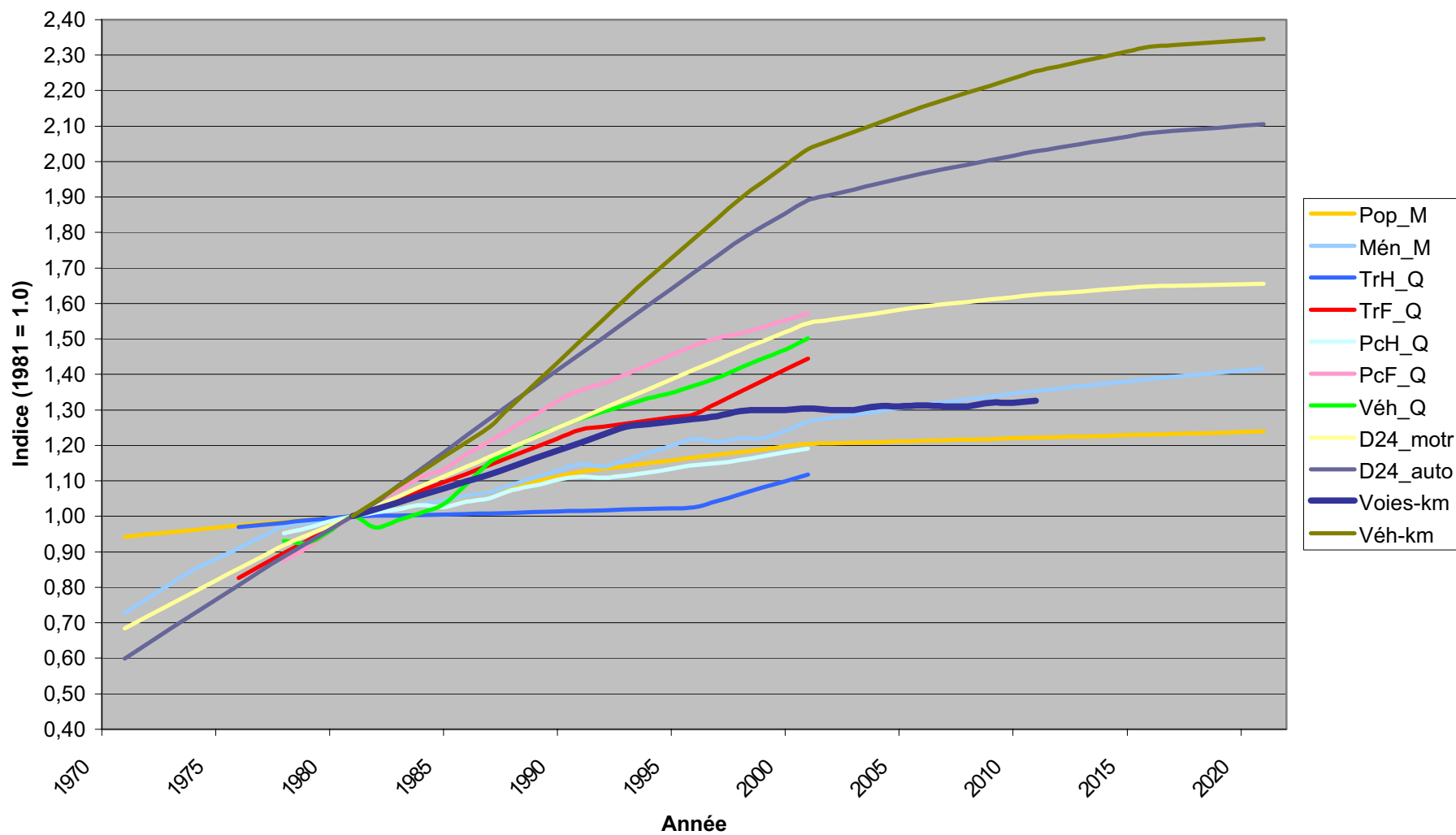
Finalement, la consommation routière, mesurée par le nombre de véhicules-kilomètres parcourus quotidiennement sur le réseau pour les déplacements de personnes, a connu une progression assez semblable à celle de la demande automobile, quoique plus accentuée dans les dernières années. Cet écart devrait se stabiliser d'ici les années 2020.

---

<sup>17</sup> Les compilations réalisées dans le cadre du présent exercice révèlent que la proportion de ménages non-motorisés est restée relativement stable, passant d'environ 26% en 1974 à un peu plus de 23% en 1998, pour l'ensemble de la région de Montréal.

<sup>18</sup> Accroissement de l'âge moyen de la population, associé à la diminution des naissances et à l'allongement de l'espérance de vie.

**Grappe 1**  
**Évolution indicielle de la demande en transport**



Il ne faut pas perdre de vue que tous ces phénomènes sont présentés ici au niveau d'un bilan régional métropolitain. Ces indices peuvent évidemment cacher une variabilité spatiale très importante à travers la région (ex : un plafonnement au bilan net peut masquer une croissance dans une sous-région et un affaissement ailleurs).

Ces courbes permettent de voir assez nettement que l'évolution de l'offre routière n'est pas le facteur le plus corrélé à la croissance de la mobilité automobile. D'autres phénomènes comme la croissance de la population mobile<sup>19</sup> et du taux de motorisation individuelle sont beaucoup plus marquants dans cette évolution. La motorisation automobile est elle-même corrélée à l'évolution démographique (vieillesse) et à la dispersion géographique de la population et de ses activités, dans une société où se multiplient et se complexifient les échanges de toute nature<sup>20</sup>.

### **Qu'en est-il avec l'environnement de modélisation du MTQ ?**

Dans une communication récente, Johnston (2002) identifie les nouveaux enjeux auxquels font face les exercices de modélisation des transports urbains et explique la nécessité scientifique de tenir compte correctement de leurs effets sur l'induction des déplacements et du développement urbain. Pour ce faire, il recommande aux grandes agglomérations américaines de faire évoluer leurs pratiques vers des approches de modélisation désagrégée des déplacements, qui incluraient la prise en compte des chaînes de déplacement et la simulation explicite des choix de lieux de destination. Il développe une très exigeante liste de moyens à mettre en place pour répondre à ce défi, dont le moindre n'est pas la constitution d'inventaires et de modèles désagrégés de l'utilisation du sol (au niveau de la propriété individuelle).

C'est dans cette direction que se poursuivent depuis une décennie d'énormes efforts de recherche et développement aux États-Unis, où la pratique du traditionnel modèle à quatre étapes<sup>21</sup> séquentielles domine encore très largement. Les modèles de transport urbains utilisés par le Ministère au Québec se démarquent quant à eux très nettement de l'état de la pratique américaine car ils sont déjà largement axés sur l'approche désagrégée.

En effet, la pratique québécoise s'appuie, depuis le début des années 1980, sur de grandes Enquêtes Origine-Destination régionales, à partir desquelles des sous-modèles désagrégés d'affectation des déplacements en transport en commun, puis de modélisation du transfert modal et enfin de la projection de la demande en transport ont été successivement élaborés, sous l'impulsion scientifique du *Groupe MADITUC* de l'École Polytechnique de Montréal<sup>22</sup>. Pour le traitement des affectations routières, le MTQ exploite, sous approche agrégée, le

---

<sup>19</sup> À des fins d'analyse des déplacements, soulignons que la population dite « mobile » comporte, en plus des travailleurs, les étudiants et les retraités.

<sup>20</sup> Citons par exemple les phénomènes de la rotation plus rapide des emplois sur le marché du travail, entraînant des difficultés dans le choix optimal de localisation résidentielle pour les divers membres du ménage, et de la multiplication des emplois à temps partiel ou sur horaire éclaté, pour lesquels de longs déplacements en transport en commun sont peu intéressants.

<sup>21</sup> Génération - Distribution - Choix modal – Affectation (avec idéalement boucle de rétroaction de la dernière étape sur la première).

<sup>22</sup> Voir <http://www.transport.polymtl.ca>.

progiciel EMME/2<sup>23</sup>, développé au Centre de Recherche en Transport de l'Université de Montréal et internationalement reconnu comme un chef de file scientifique en la matière.

Le graphe 2 schématise les grands éléments du processus de modélisation employé au MTQ pour la région de Montréal. L'ensemble de ces modules constitue le *Modèle de transport de la région de Montréal*<sup>24</sup>, ou MOTREM, dont la version courante est calée sur les données issues de l'Enquête Origine-Destination régionale de 1998<sup>25</sup>.

Si on examine la méthodologie de modélisation du MTQ en matière de transport urbain des personnes, on constate qu'elle prend en compte les dimensions explicatives les plus importantes de la modification de la demande (*l'induction au sens large*) telles qu'on les a présentées au tableau 1: projection démographique fine, évolution du statut d'activité et de la motorisation des individus, évolution de l'attractivité relative des pôles d'emploi, compétition entre les modes de transport privés et publics (transfert modal), diversion entre les stratégies de "chemin" de déplacement à l'intérieur de chaque mode, incluant la prise en compte détaillée des déplacements bimodaux.

Ceci recouvre en fait toutes les sources précitées, quoique pour certaines l'approche demeure partielle. Pour chacune de ces dimensions, les modèles du MTQ utilisent des méthodes rigoureuses et objectives, basées sur des données factuelles, (principalement les recensements de Statistique-Canada, les grandes Enquêtes Origine-Destination régionales et les comptages de circulation) et sur des hypothèses réalistes et explicites.

Reprenons les facteurs d'évolution de la demande présentés au tableau 1 et voyons de quelle façon ils sont pris en compte à l'intérieur de la structure de modélisation actuelle du MOTREM:

#### **A. Demande naturelle:**

L'évolution naturelle de la demande, qui explique la plus grande part de sa croissance, est traitée par le modèle de projection des déplacements (MPD). Celui-ci s'appuie d'une part sur l'analyse des comportements de déplacement tirés des enquêtes O-D réalisées périodiquement au fil des années dans la grande région métropolitaine, et d'autre part sur le modèle de projection à micro-échelle de la population et des ménages « ES-3 »<sup>26</sup> développé au MTQ.

S'appuyant sur les structures actuelle et prévue de la population et des ménages ainsi que sur l'évolution des facteurs de la mobilité observée entre 1982 et 1998 dans la région montréalaise, différents scénarios tendanciels d'évolution de la demande de transport peuvent être dérivés pour estimer de façon désagrégée la demande future de déplacement, en fonction des hypothèses posées sur l'aménagement du territoire et, d'une manière encore exploratoire, sur le niveau d'activité économique.

---

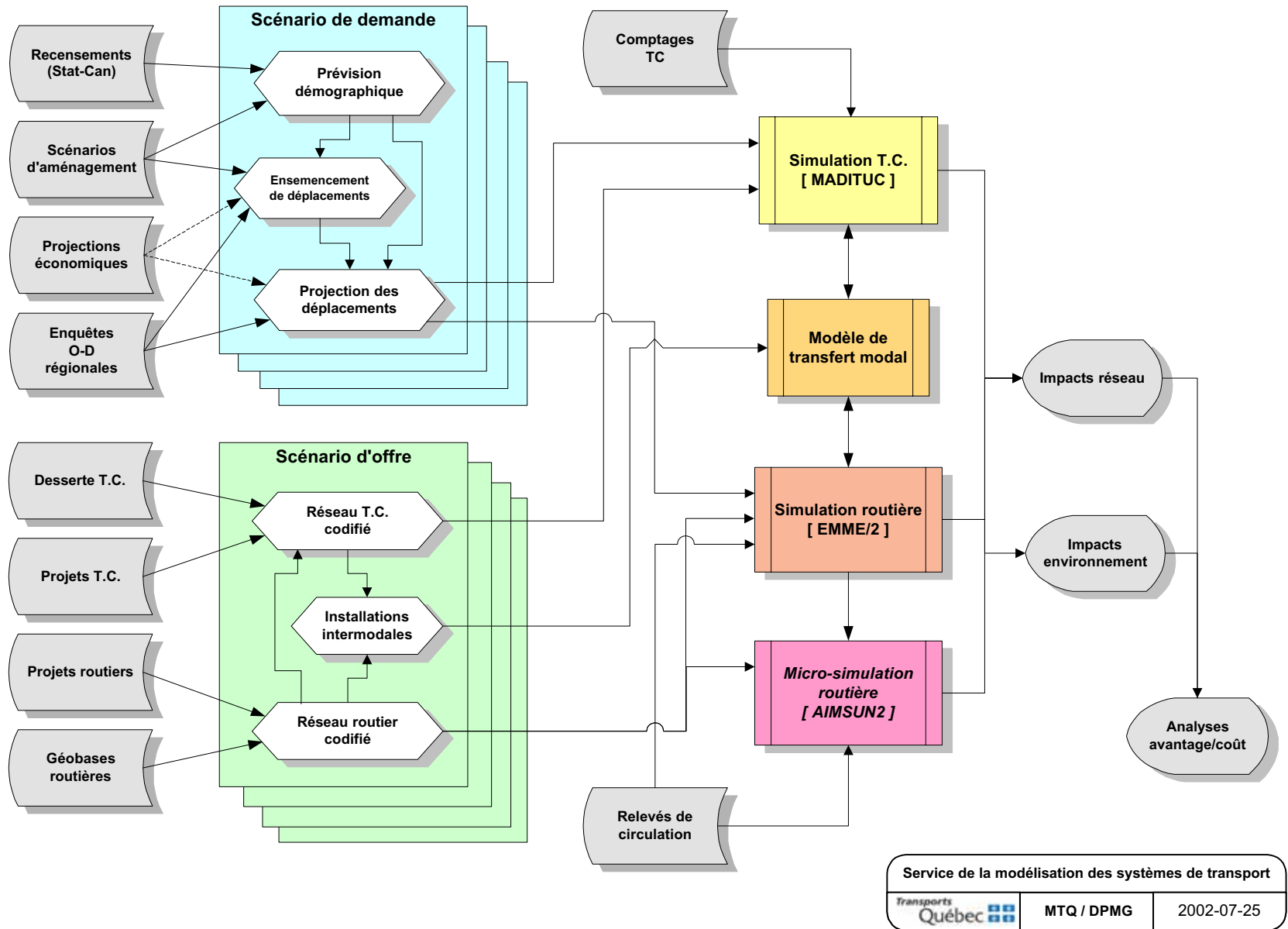
<sup>23</sup> Voir <http://www.inro.ca/> .

<sup>24</sup> Pour plus de détails, voir le document de travail : Survol technique du Modèle de transport de la région de Montréal, Service de la modélisation des systèmes de transport, Ministère des transports du Québec (Septembre 2002), disponible au <http://www.mtq.gouv.qc.ca/planification/motrem98.pdf>

<sup>25</sup> Voir <http://www.cimtu.qc.ca/EnqOD/Index.asp> .

<sup>26</sup> pour *Entrants - Sortants*, avec trois niveaux géographiques.

**Graphe 2**  
**Composantes du Modèle de transport de la région de Montréal**



Ce modèle fonctionne sur la base des tendances lourdes qui influencent la demande en transport (population, taux d'activité, motorisation et spatialisation de l'emploi). Il n'est donc pas explicitement "sensible" aux caractéristiques de l'offre routière pour déterminer les choix de lieux de résidence et d'activité économique. Il considère plutôt que tous les sous-secteurs du territoire ne sont pas a priori inaccessibles et que les courants d'évolution des choix de lieux d'activité par la population sont "captés" à tous les 5 ans par les recensements et les grandes Enquêtes Origine-Destination régionales. Ce sont ces «préférences révélées» que nos modèles prennent en compte et projettent dans l'avenir, à partir de l'évolution de la structure démographique et des comportements de déplacement associés à chaque groupe "âge-sexe-région" de la population.

Si donc l'effet inductif des conditions de transport sur la demande n'est pas ici explicitement pris en compte (principe de rétroaction complète), on conçoit bien que notre approche capture indirectement l'essentiel de leur effet combiné sur l'évolution de la demande en transport à moyen terme (5 ans), à travers notre cycle d'observation basé sur les Enquêtes O-D et les recensements. Ceci correspond incidemment au "temps de réaction" du développement urbain que Cervero avait lui même constaté dans ses travaux (*voir page 12*).

## **B. Changement de trajet**

Cet effet est explicitement pris en compte par les algorithmes d'affectation des déplacements sur les réseaux de transport, lesquels sont basés, autant pour le transport en commun que pour l'automobile, sur le principe que les usagers chercheront toujours à minimiser leur temps individuel de déplacement. L'affectation automobile s'effectue sous contrainte de capacité, c'est à dire que les temps de déplacement sont sensibles à la congestion routière: plus il y a de circulation sur un lien routier, plus la vitesse y diminue. Il s'agit d'un processus itératif, pour lequel la solution dite "à l'équilibre" représente une situation où les usagers ne peuvent améliorer leur sort en changeant de chemin et où tous les chemins utilisés pour une même paire Origine-Destination sont équivalents (principe d'optimum de l'utilisateur).

Ainsi, toutes les simulations de projets routiers réalisées à l'aide du MOTREM produiront une redistribution du chargement de l'ensemble du réseau, laquelle peut impliquer une série d'effets en cascade, où la place libérée par certains usagers qui quittent un corridor pour un autre plus performant (plus rapide) est aussitôt offerte à d'autres automobilistes qui voudront améliorer leur propre sort. Un nouvel équilibre est donc obtenu sur le réseau, où l'ensemble des usagers auront ré-optimisé leur chemin pour minimiser leur temps de déplacement.

Il peut arriver que cet effet produise pour certains individus un allongement du déplacement en distance, mais jamais en temps; c'est le cas lorsqu'un usager quitte l'axe naturel "à vol d'oiseau" de son déplacement pour tirer profit de l'emprunt d'une route excentrée, mais où sa vitesse sera beaucoup plus élevée.

Soulignons par ailleurs que, dans la version actuelle du MOTREM, l'effet de l'introduction du péage, le cas échéant, peut aussi être pris en compte par les algorithmes d'affectation, où les tarifs sont traduits en «pénalité» temporelle à travers l'utilisation d'une «valeur du temps» associée aux différentes catégories d'utilisateurs du réseau routier (ex. : automobilistes, camionneurs). Les péages peuvent donc également produire des effets sur les choix de chemin selon le même principe de minimisation du coût généralisé de déplacement, en combinant ici temps et tarif.

### C. Changement du lieux d'activité

Le MOTREM ne tient pas compte de l'effet à court terme de relocalisation des lieux de destination des déplacements. On parle ici de changement de lieux entre deux opportunités déjà existantes. Les effets de relocalisation à moyen et long terme des lieux de résidence et des lieux d'activités fondamentales (travail et études) sont quant à eux reproduits à travers le modèle de projection de la demande (*voir section A*), tandis que la création de nouvelles opportunités est abordée dans le développement urbain (*voir section G*).

Le choix d'un nouveau lieu de destination pour les activités dites "discrétionnaires" et qui serait sensible aux conditions de déplacement est un phénomène qu'on peut intuitivement reconnaître, mais on peut concevoir qu'il ne représente, durant les périodes de pointe, qu'un nombre très marginal de déplacements candidats. Les Enquêtes O-D montréalaises distinguent en effet 13 motifs de déplacements. Parmi ceux-ci, la grande majorité correspondent à des activités pour lesquelles l'utilisateur n'a pas personnellement le choix à court terme du lieu de destination : travail, rendez-vous d'affaire, études, soins de santé, visites d'amis ou parents, reconduire ou chercher quelqu'un.

Les autres motifs, pour lesquels l'utilisateur peut parfois choisir son lieu d'activité (magasinage, loisirs, affaires personnelles et autres), représentent 19% des déplacements quotidiens par auto de la population montréalaise, mais seulement 4,6% de ceux réalisés durant la période de pointe du matin, où l'effet de congestion existe. C'est donc dire que le phénomène d'induction "court-terme" de changement de lieu d'activité ne peut concerner qu'un segment marginal du marché des déplacements.

### D. Changement de mode

Un modèle de transfert modal (MTM), de type incrémental à seuils<sup>27</sup>, fait partie intégrante du MOTREM. Il est exploité de manière externe aux progiciels EMME/2 et MADITUC, à l'aide d'une collection de procédures SAS et de scripts Awk, qui exploitent les résultats des deux logiciels d'affectation (temps simulés) pour produire une repondération, selon une approche semi-désagrégée, des déplacements issus des Enquêtes O-D et du modèle de projection de la demande (MPD). Le transfert modal réagit à l'évolution relative des coûts généralisés de déplacement de chaque mode, en fonction de la présence de nouveaux projets et/ou de l'augmentation de la congestion routière dans le temps. Le modèle effectue les transferts modaux dans les deux sens (de l'auto vers le TC comme du TC vers l'auto) et traite explicitement les déplacements bimodaux, à travers un inventaire exhaustif des stationnements incitatifs de la région.

Ce modèle vient capter explicitement les variations des conditions de transport associées à tout projet de transport (auto ou TC). Il vient s'exécuter en complément indispensable au modèle de projection de la demande (*décrit à la section A*), fournissant ainsi à l'ensemble une modulation de la demande en fonction du niveau de l'offre de transport. Le modèle rajuste de fait la prévision "tendancielle" aux conditions offertes par le réseau de transport, sans changer la distribution spatiale de la demande en transport. Le modèle agit toutefois autant sur le court terme que le moyen et long terme, puisqu'il fonctionne incrémentalement dans le temps.

---

<sup>27</sup> Les seuils correspondent au temps minimaux requis pour percevoir une différence entre deux situations et déclencher un changement de comportement.

Il faut noter que sous notre approche de modélisation, le taux de possession des véhicules automobiles<sup>28</sup> est pris en compte expressément par le modèle de projection de la demande. Il s'agit d'une caractéristique lourde, associée au profil des personnes selon leur sexe, leur groupe d'âge et leur lieu de résidence, profil qui évolue dans le temps indépendamment des conditions générales de déplacement. Le choix modal individuel devient subséquemment dépendant de la possession d'un véhicule et surtout des conditions propres à chacune des chaînes de déplacements à réaliser par l'individu. Le fait de disposer d'un véhicule n'exclut donc aucunement l'utilisation du transport en commun pour effectuer certaines catégories de déplacements.

Le modèle de transfert modal (MTM) ne considère pas explicitement la possibilité que l'évolution des conditions de déplacements puisse en elle même induire la décision d'acquérir un véhicule. Ce genre de choix est plutôt considéré comme relevant d'une décision stratégique au niveau du ménage (ie: mariage, déménagement, changement d'emploi, passage d'un adolescent à l'âge adulte, etc.), dont les fondements explicatifs sont beaucoup plus complexes qu'une simple variation des temps de déplacement. C'est pourquoi l'évolution de la motorisation est approchée comme une tendance lourde et est prise en compte au niveau du modèle de projection de la demande (MPD) plutôt que du transfert modal.

## **E. Changement d'horaire**

Le modèle de transport du MTQ ne traite pas explicitement, dans sa version courante, le phénomène de la modification des heures de déplacement en fonction de l'évolution des conditions de circulation. Ce phénomène existe, mais il s'agit ici de variations marginales, se produisant principalement aux "épaules" de la période de pointe pour partir plus tôt ou plus tard, ou encore d'assouplissements dans les pratiques d'horaire de travail proposés par les employeurs à leurs travailleurs (incluant le télétravail et diverses formes de semaine réduite).

Par contre, « l'étalement » de la congestion à l'intérieur des périodes de pointe est reflété au sein de la procédure d'affectation des déplacements routiers par l'utilisation d'un facteur d'heure de pointe estimant la part relative des déplacements concentrés durant l'heure maximale à l'intérieur de la période de pointe. Ce facteur varie selon le type de route et son niveau de service. Il considère implicitement qu'avec l'augmentation du volume lorsqu'on approche de la saturation sur un lien, se produit un étalement des heures de départ des déplacements.

Fait à noter, les tendances générales "d'étalement de la période de pointe" et d'éclatement des horaires de travail sont directement observées par les Enquêtes O-D régionales sur lesquelles sont recalés nos modèles de projection de la demande tous les cinq ans. Il y a donc prise en compte statique du phénomène, mais pas de projection dynamique de son évolution. Bien qu'il nous apparaisse éminemment possible de "mesurer" à l'aide des Enquêtes O-D l'évolution générale de ces phénomènes et d'en tirer des hypothèses tendancielle, nous croyons que cela n'apporterait qu'une bonification marginale à la valeur des simulations produites.

---

<sup>28</sup> Par opposition à la notion de "taux de motorisation" qui décrit la probabilité qu'un individu ait accès à l'utilisation d'un véhicule automobile pour exécuter un déplacement donné.



## F. Nouveaux déplacements

Le modèle de transport de la région de Montréal ne génère pas de nouveaux déplacements qui seraient expressément induits par des variations aux conditions de transport sur les réseaux urbains. Dans le MOTREM, toute la demande en transport est générée structurellement par les schémas d'activités des personnes et de leur ménage. Nos modèles ne mettent pas en évidence une relation causale entre les temps de déplacement sur le réseau et le nombre de déplacements effectués par les individus. Ils tiennent compte toutefois de l'évolution "naturelle" des taux de mobilité individuelle, c'est à dire de la croissance du nombre de déplacements quotidiens reliés à la multiplication et à la complexification des chaînes d'activités quotidiennes des individus.

Ces phénomènes sont intrinsèquement traités par le modèle de projection de la demande (MPD), où le statut d'activité des gens évolue de façon différenciée selon leur sexe, leur groupe d'âge et leur sous-région de résidence. Les nouveaux déplacements qui en découlent ne sauraient toutefois être qualifiés d'induits par l'offre de transport.

Les seuls "nouveaux déplacements" qui pourraient apparaître sur le réseau suivant spécifiquement une amélioration de celui-ci sont donc ceux qui correspondraient à une demande latente, ou qui auraient été refoulés, à cause de la difficulté de les réaliser efficacement. Nous ne sommes pas en mesure d'isoler et de mesurer explicitement ce phénomène, sinon par des méthodes d'enquête dites «de préférence déclarées», où les gens signalent leurs intentions de comportement. Ceci n'a jamais été fait. Au regard des observations de la page 10, et compte tenu de l'ensemble des autres composantes de notre méthode de projection de la demande, nous croyons toutefois ce phénomène marginal.

## G. Développement urbain

Tel qu'expliqué précédemment, les modèles utilisés au MTQ ne prennent pas en compte explicitement l'effet de rétroaction des conditions de circulation et de transport sur la dynamique de développement du territoire. Ceci pourrait se traduire par une inflexion de nos prévisions "tendancielles" en fonction de changements dans l'offre de transport qui "catalyseraient" certains développements dans leur bassin d'influence. De fait, compte tenu de l'approche de modélisation actuelle du MTQ qui intègre déjà les facteurs explicatifs faisant la relation entre les individus et leur mobilité, ce qui reste à traiter repose essentiellement sur l'estimation de variations locales (par rapport à la "tendance" projetée) dans les choix de localisation des ménages, des institutions et des entreprises, en fonction d'une mesure de « l'accessibilité » relative des divers sites.

Cette façon de faire rejoint parfaitement la vision d'Offner (1993), qui propose une réflexion très provocante sur le phénomène des effets structurants en transport et sur le danger de chercher en la matière des relations déterministes de cause à effet, là où il n'y a en fait que des phénomènes d'adaptation réciproque. Il résume :

*« Rechercher l'influence de la mise en service d'un équipement sur l'économie d'un territoire pose de redoutables problèmes méthodologiques. Les travaux empiriques rigoureux ne concluent, au mieux, qu'à une amplification et une accélération de tendances préexistantes. »*

Lors de l'étude de projets majeurs (ex.: prolongements de métro, implantation de SLR<sup>29</sup>), le MTQ et ses partenaires en transport collectif utilisent une méthode complémentaire d'ensemencement des déplacements (MED) en fonction de scénarios de développement urbain envisagés dans le bassin d'influence du corridor de transport correspondant. Il s'agit dans tous les cas d'un inventaire ad hoc des interventions immobilières prévues ou, dans certains cas, souhaitées dans le corridor visé. Cet exercice nécessite des efforts très importants, mais permet de développer des scénarios d'aménagement très détaillés, qui font ressortir le potentiel du territoire. Ces exercices tiennent compte du fait que toute croissance supplémentaire dans un corridor donné se fait nécessairement au détriment d'autres sous-régions du territoire.

Est-il utile de souligner qu'il s'agit ici toujours de mesurer un potentiel, associé à des mesures théoriques et volontaristes d'intervention sur le territoire, et non d'affirmer qu'une demande en transport précise sera « induite » par un projet donné. Ces analyses supposent une synergie des investissements en transport et des orientations de développement urbain, sachant que rien n'est automatique en la matière.

Le MTQ supporte et suit entre-temps avec intérêt les travaux de recherche qui tentent de dégager des relations explicites entre l'accessibilité-transport et l'utilisation du sol et qui occupent actuellement un grand nombre d'équipes universitaires<sup>30</sup> à travers le monde. Il s'agit d'un sujet complexe et controversé, où il n'existe encore que rarement de démonstration objective et convaincante, à micro-échelle, qu'une variation de l'un explique l'autre, et non l'inverse.

Ceci dit, il faut savoir que le MOTREM est capable de prendre en compte des scénarios exogènes de développement urbain qui peuvent appartenir à deux grandes classes :

- Les scénarios d'aménagement du territoire:

Le modèle de projection de la demande du MTQ est conçu pour prendre explicitement en compte les contraintes liées à l'occupation du sol et à la réglementation urbaine. Ainsi, les prévisions tendanciennes tiennent maintenant compte des capacités résiduelles de développement résidentiel à micro-échelle, selon des inventaires détaillés du sol, des règlements de zonage actuels et des schémas d'aménagement correspondant. Le modèle peut aussi être utilisé pour mesurer l'impact sur le système de transport de politiques de développement qui polariseraient le développement dans certains secteurs et/ou le contraindraient dans d'autres.

Ces scénarios ne sont pas produits par le MTQ. Ils émaneront en temps voulu des travaux de la Communauté métropolitaine de Montréal qui traduiront les orientations du Cadre d'aménagement métropolitain, établi en 2001 par le Gouvernement du Québec.

---

<sup>29</sup> SLR : Système léger sur rail

<sup>30</sup> On réfère souvent à cette dernière classe de modèles sous l'acronyme ILUTE (Integrated Land Use, Transportation and Environment); voir en particulier les sites suivants pour plus d'information sur les recherches en cours :

- <http://www.civ.utoronto.ca/sect/traeng/ilute/index.htm>
- [http://www.grimes.ulaval.ca/grimes\\_v3/francais/recherche\\_reseau/gtrc.html](http://www.grimes.ulaval.ca/grimes_v3/francais/recherche_reseau/gtrc.html)

- Les projections économiques:

Le modèle ne peut prendre en compte de façon endogène l'évolution de la conjoncture économique, puisqu'il serait bien incapable d'en prédire les cycles et soubresauts à micro-échelle géographique. Par contre, il est possible de traduire des projections économiques macroscopiques en hypothèses de travail permettant de rajuster nos prévisions de déplacements<sup>31</sup>. Cela fait intervenir d'abord des hypothèses sur les échanges migratoires à tous les niveaux (international, interprovincial et intra-Québec). On procède ensuite à un ajustement sur l'hypothèse d'évolution du taux de personnes "actives", c'est à dire réalisant un déplacement à motif "travail", sur la base des pronostics sur le chômage et la proportion active de la population. Finalement, on vient moduler la distribution spatiale des lieux d'emplois en fonction de l'évolution de la structure industrielle et de sa différenciation territoriale.

De telles prévisions deviennent vite essentiellement spéculatives, surtout sur des horizons éloignés de planification stratégique. Seules peuvent s'envisager alors des analyses de sensibilité, permettant de tester des «futurs possibles», afin d'éclairer avec toutes les nuances nécessaires les prises de décision d'investissement majeur en transport.

## Conclusion

Le constat qui s'impose après ce survol de la problématique de l'induction est que les choses sont beaucoup plus complexes que certains discours simplificateurs voudraient le laisser entendre.

Qu'il suffise de se demander en quoi l'ajout de voies-km à une route à circulation déjà rapide et fluide pourrait lui donner un attrait supplémentaire et y induire plus de déplacements ? À l'opposé, comment tenir compte dans ces discours du fait que des interventions modestes à un carrefour dysfonctionnel peuvent amener des gains de temps significatifs à ses usagers (et donc y induire plus de déplacements), sans aucun ajout d'offre kilométrique ?

Le fait est que les mesures d'élasticité inductive passe-partout de Hansen (1995) ou Noland (2001), lesquelles varient entre 0,7 et 1.0, sont développées à un niveau très agrégé (ex.: les États américains), sur la base de statistiques macroscopiques mettant en relation la longueur totale du réseau routier (en fait probablement celle d'un sous-ensemble indéfini de routes dites "majeures") et le nombre moyen annuel de kilomètres voyagés par les automobilistes (basé sur des enquêtes nationales à très faible échantillonnage). Ces chiffres macroscopiques télescopent tous les facteurs explicatifs de la croissance de la demande; ils ne peuvent aucunement être transposés à l'analyse d'un corridor routier restreint, dans un contexte urbain précis et dans un cadre démographique particulier. C'est ainsi que Cervero (2001) constate que:

---

<sup>31</sup> Le MTQ réalise actuellement, de concert avec l'Équipe de la *Commission de consultation sur l'amélioration de la mobilité entre Montréal et la Rive-Sud*, un exercice de prévision de la demande en transport associé à une projection économique réalisée par le Conference Board of Canada.

*« ... many past elasticity estimates are likely inflated. The contention that capacity additions are quickly absorbed by increases in traffic and that "you can't build yourself out of congestion" might not hold in all settings.»*

Il tombe sous le sens que l'analyse conjointe des projets de transport et de l'évolution de la demande nécessite une approche au cas par cas, à partir d'une décomposition objective des facteurs explicatifs de la demande dans la sous-région concernée. C'est ainsi que le processus de modélisation prévisionnelle du MTQ, dans la version courante du Modèle de transport de la région de Montréal (MOTREM-98), prend explicitement en compte toutes les dimensions importantes de l'évolution de la demande en transport, qu'on noierait autrement dans l'appellation d'«**induction**» des déplacements.

La principale limitation méthodologique qui demeure au processus prévisionnel des déplacements du MTQ est au chapitre de l'analyse des relations entre le développement du réseau et celui de l'utilisation du sol. L'approche du MTQ, basée sur l'observation de situations antérieures et d'une projection à micro-échelle (géographique, démographique et socio-économique) des tendances, n'est pas capable de « deviner » l'évolution du développement urbain qui serait strictement dépendante de l'évolution de l'offre en transport, que ce soit dans le sens d'une bonification ou d'une détérioration.

Ce genre de relation est, dans l'état de l'art et des connaissances scientifiques actuelles, impossible à caractériser et à démontrer de façon empirique, compte tenu de la multiplicité des facteurs liés aux décisions de développement, facteurs parmi lesquels l'accessibilité n'est qu'une des dimensions. Il apparaît dès lors improductif d'essayer de prévoir les choix de localisation des activités des individus, des institutions et des entreprises sur la base d'une explication par des variables d'évolution de l'offre transport.

C'est pourquoi le MTQ a choisi de faire reposer ses modèles de transport sur une approche désagrégée, de type incrémentale, solidement ancrée sur la situation observée par les enquêtes O-D et les recensements, et cherchant à exposer les causalités fondamentales de la demande en transport. Par rapport aux méthodes économétriques de type "demande directe", qui feraient littéralement « apparaître » des déplacements là où on apporterait des améliorations au réseau de transport, l'approche analytique utilisée au MTQ se veut pragmatique, rigoureuse et contrôlée. Bien qu'elle soit légèrement conservatrice, elle produit des résultats qui permettent d'estimer sainement les flux de déplacements et leurs impacts sur les grands éléments du système de transport.

C'est dans cet esprit que se poursuivent les efforts continus de développement et d'amélioration des modèles de transports urbains utilisés au MTQ.

## Références

1. Boarnet, Marlon G. and Chalermpong, Saksith; New Highways, Urban Development and Induced Travel, UCTC N° 426, University of California Transportation Center, 2000.
2. Boarnet, Marlon, Highways and Economic Productivity: Interpreting Recent Evidence, *Journal of Planning Literature*, N° 11, 476-486 (1997).
3. Bonsall, P.; Can Induced Traffic be Measured by Surveys ?, *Transportation* 23 (1996), p. 17-34.
4. Bussière, Y., Lewis, P. et Thomas, C.; L'impact du télétravail et de la réorganisation du temps de travail sur la mobilité et les besoins en transport dans les régions de Montréal et de Québec : analyse prospective, INRS-Urbanisation, GRIMES/CRAD et Institut d'urbanisme de l'Université de Montréal, Juillet 1999
5. Cervero, Robert, Road Expansion, Urban Growth and Induced Travel: a Path Analysis, UCTC N° 520, University of California Transportation Center, 2001.
6. Conseil National des Transports, Nouveaux rythmes urbains et organisation des transports, rapport produit sous la présidence de Jean-Paul Bailly, Paris, 2002.
7. Cox, Wendell. Induced traffic: Setting the record straight, *Environment & Climate News*, June 2001 (<http://www.heartland.org/environment/jun01/traffic.htm>)
8. DeCorla-Souza, Patrick et Cohen, Harry. Accounting for Induced Travel in Evaluation of Urban Highway Expansion, FHWA, 1998, in <http://www.fhwa.dot.gov/steam/doc.htm>
9. DeCorla-Souza, Patrick et Cohen, Harry. Estimating Induced Travel for Evaluation of Metropolitan Highway Expansion, *Transportation*, Vol. 26, N° 3, August 1999, pp. 249-261
10. Dunn, James A. Jr., Driving Forces – The Automobile, Its Enemies and the Politics of Mobility, Brookings Institution Press, Washington, D.C., 1998
11. Farley, Robert; courriel au groupe de discussion "Congestion Pricing", 18 juin 2002.
12. Goodwin, Phil, Empirical Evidence on Induced Traffic, *Transportation*, Vol. 23, No. 1, 1996, pp. 35-54.
13. Hansen, Mark, Do New Highways Generate Traffic?, Access No. 7 (www.uctc.net), Fall 1995, pp. 16-22.
14. Heanue, Kevin. Highway Capacity and Induced Travel: Issues, Evidence and Implications, *Transportation Research Circular N° 481*, Transportation Research Board / National Research Council, 1998.
15. Johnston, Robert A., MPOP/COG Modeling Capabilities: Overview and Recommendations, National Association of Regional Councils (NARC) Conference, March 24, 2002, *document web disponible en ligne à*: <http://www.narc.org/environment/presentations/modelling.html> .
16. Lee, Douglass B. Jr, Lisa A. Klein and Gregorio Camus, Induced Traffic and Induced Demand, *Transportation Research Record* 1659, 1999, pp. 68-75.
17. Litman, Todd, Generated Traffic: Implications for Transport Planning, *ITE Journal*, Vol. 71, No. 4, Institute of Transportation Engineers (www.ite.org), April, 2001, pp. 38-47 / Victoria Transport Policy Institute ([www.vtpi.org](http://www.vtpi.org)).

18. Mokhtarian, Patricia L., Salomon, Ilan; How derived is the demand for travel ? Some conceptual and measurement considerations, Transportation Research Part A, Vol. 35 (2001) p. 695-719.
19. Noland, Robert B. and Lewison L. Lem,
  - a. Induced Travel: a Review of Recent Litterature and the Implications for Transportation and Environmental Policy, European Transport Conference, Octobre 2000;  
republié sous:
  - b. A Review of the Evidence for Induced Travel and Changes in Transportation and Environmental Policy in the US and the UK, Transportation Research Part D, Vol. 7, 2002, pp. 1-26.
20. Noland, Robert B.; Relationships between highway capacity and induced vehicle travel, Transportation Research Part A, Vol. 35, 2001, pp. 47-72.
21. Offner, Jean-Marc; Les « effets structurants » du transport : mythe politique, mystification scientifique, L'espace géographique, 1993, n° 3.
22. Padelford, Donald F., Latent or induced demand, dans un courriel au groupe de discussion "Congestion Pricing", 17 juin 2002
23. Pisarski, Alan E., testimony before the Subcommittee on Highways and Transit of the U.S. House of Representatives Committee on Transportation and Infrastructure, March 21, 2001, ; *document web disponible en ligne à*: <http://www.house.gov/transportation/highway/03-21-01/pisarski.html>
24. Singer, Michael / Santa Cruz Walk and Roll Transportation Library, Transportation Supply & Demand Factors : Induced Travel / Induced Traffic / Latent Demand / Generated Traffic; *document web disponible en ligne à*: <http://www.scwalkandroll.com/LibraryIndices/SplyDmnd.html> .
25. Urban Transportation Center, Highways and Urban Decentralization, *Research Report*, University of Illinois at Chicago (1999)

