

Le présent rapport de recherche a été préparé à la demande du Comité d'examen de la *Loi sur les transports au Canada*. Il renferme les constatations et les opinions du(des) auteur(s), mais ne reflète pas nécessairement les opinions du Comité d'examen ou de ses membres.

Examen de la *Loi sur les transports au Canada*

Proposition sur la valeur de l'investissement, des subventions et de la participation fédérale dans les transports publics

Rapport final

HLB Decision Economics Inc.

19 avril 2001

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	E-1
LE RENDEMENT ÉCONOMIQUE DES TRANSPORTS PUBLICS	E-1
LES TRANSPORTS PUBLICS ET LES SUBVENTIONS	E-3
LE RÔLE DU GOUVERNEMENT FÉDÉRAL	E-3
1 INTRODUCTION	1
LE PLAN DU RAPPORT	1
2 LA VALEUR ÉCONOMIQUE DES TRANSPORTS EN COMMUN	2
LES COÛTS ET LES AVANTAGES DES TRANSPORTS EN COMMUN	2
LE RENDEMENT DE L'INVESTISSEMENT DANS LES TRANSPORTS EN COMMUN	13
3 LE MONTANT DES SUBVENTIONS POUR LES TRANSPORTS EN COMMUN	16
L'ANALYSE DU RISQUE	18
4 LE RÔLE DU GOUVERNEMENT FÉDÉRAL	26
ANNEXE A. LA SUBVENTION OPTIMALE DE SECOND RANG : THÉORIE ET APPLICATION	A-1

RÉSUMÉ

Ce rapport vise à répondre à trois questions :

1. *Investir dans les transports urbains est-il intéressant sur le plan économique?*
2. *Est-il économiquement justifié d'accorder des subventions aux transports urbains?*
3. *Existe-t-il une raison économique pour élargir le rôle financier du gouvernement fédéral dans les transports urbains?*

Même si elles sont interreliées, ces questions reposent chacune sur des principes d'action et des principes économiques différents. La première question revient à considérer la proposition de valeur fondamentale concernant les transports publics; elle cherche à déterminer si les avantages économiques justifient les coûts. L'octroi de subventions – la deuxième question – nécessite plus qu'une solide proposition de valeur. Si la situation des marchés du transport était suffisamment favorable, les bons investissements seraient rentables. C'est pourquoi il faut examiner la question de la pertinence économique et du niveau des subventions en parallèle avec celle de l'inefficacité du marché, en considérant notamment des facteurs tels que le monopole, les effets externes (encombrement et environnement), les économies d'échelle, les renseignements inexacts, les biens publics et les fonds propres.

L'intervention du gouvernement fédéral dans le financement des transports publics exigerait certes une bonne proposition de valeur et un dossier bien étayé pour l'octroi de subventions; cette question suppose néanmoins des enjeux bien plus grands. La politique doit tenir compte ici i) de l'importance stratégique des transports urbains dans le contexte national; ii) de la capacité financière des différents niveaux de gouvernement; et iii) de la mesure dans laquelle les contributions du gouvernement fédéral remplaceraient celles des administrations provinciales et locales au lieu de les compléter.

LE RENDEMENT ÉCONOMIQUE DES TRANSPORTS PUBLICS

De mauvais investissements sont toujours possibles; ils sont d'ailleurs assez courants dans le domaine des transports publics. Néanmoins, les avantages économiques découlant des transports publics urbains sont généralement supérieurs aux coûts (si l'on tient compte également du coût d'option du capital, défini de façon raisonnable). Parmi les principaux modes de transport, les réseaux d'autobus enregistrent les taux de rendement économique les plus élevés et les plus stables (de l'ordre de 10 à 30 %). Les investissements dans le transport ferroviaire urbain (quoique plus risqués que les investissements dans les réseaux d'autobus) peuvent offrir des taux de rendement économique acceptables (de l'ordre de 8 à 10 %, après inflation). L'investissement ferroviaire dans les corridors urbains très encombrés peut s'avérer plus rentable que l'extension du réseau routier; le développement du réseau routier dans les corridors génère un taux de rendement économique de 4 à 6 %.

Les avantages économiques des transports publics proviennent de trois sources : la gestion des encombrements, la mobilité à prix abordable et la gestion de l'utilisation des sols en milieu urbain (expansion anarchique). Tandis que ces trois catégories d'avantages correspondent chacune à des fonctions stratégiques des transports publics différentes, la valeur économique des résultats associés à la mobilité et à l'utilisation des sols tient en partie à l'économie de temps réalisée grâce à l'effet des transports publics sur l'encombrement des voies de circulation. Du point de vue de l'analyse coûts-avantages, la prise en compte des trois catégories d'avantages suppose donc un double emploi. Les résultats d'études récentes indiquent en effet que les trois catégories d'avantages tendent à se superposer dans une certaine mesure. Pourtant, la plupart des études laissent supposer qu'en l'absence d'avantages liés au désencombrement, le taux de rendement des transports publics est inférieur au coût d'option du capital. Autrement dit, la valeur économique de la mobilité à prix abordable et de la gestion de l'utilisation des sols, en tant que fonctions stratégiques du transport en commun, n'est pas suffisante en soi pour justifier, d'un point de vue économique, l'investissement dans les transports publics.

L'autobus ou le rail pour désencombrer les corridors urbains?

La valeur économique des transports publics du point de vue de la gestion de l'encombrement des corridors est plus grande pour le rail que pour les services d'autobus. Telle est la conclusion qui ressort d'études récentes sur les forces régissant l'équilibre de la circulation dans les corridors multimodaux (route-rail) encombrés¹. Des relevés détaillés dans 22 corridors de ce type aux États-Unis montrent que les temps de déplacement porte-à-porte aux heures d'affluence, par route et par rail, tendent à converger : cette convergence se fait en fonction des temps de déplacement porte-à-porte associés au réseau ferroviaire, ce qui contribue à faire du rail un instrument précieux pour la gestion des encombrements.

Cette constatation cadre bien avec les prévisions de la théorie de la circulation. Les niveaux de service diminuent à mesure que la densité de la circulation augmente. Le rail, quant à lui, n'est pas tributaire de la dynamique vitesse-débit². Si la réduction du temps de déplacement est ce qui motive le choix des voyageurs entre transport routier et ferroviaire, la dichotomie vitesse-débit entre ces deux modes de transport implique que ce choix amènera l'établissement de l'équilibre des temps de déplacement au niveau de service offert par le rail. À l'évidence, le temps de déplacement n'est pas le seul facteur qui motive le choix des voyageurs et les données empiriques ne laissent pas supposer une convergence parfaite. Les études indiquent cependant une quasi-convergence et montrent que le transport ferroviaire urbain est un moyen efficace pour stabiliser l'encombrement des corridors urbains très congestionnés.

¹ Lewis, D. et Williams, F. *Policy and Planning as Public Choice: Mass Transit in the United States*, Ashgate, 1999.

² Les charges exceptionnelles influencent les temps d'arrêt sur les réseaux ferroviaires très encombrés (comme c'est le cas à Tokyo), mais on n'observe rien de cela au Canada ni aux États-unis.

LES TRANSPORTS PUBLICS ET LES SUBVENTIONS

Même si le monopole et les économies d'échelle ne justifient que très peu les subventions, l'incapacité du marché d'internaliser les coûts liés à l'encombrement fournit un motif plus que raisonnable pour l'octroi de subventions. Le total des subventions (au titre du capital et de l'exploitation) accordées aux transports publics, tous ordres de gouvernement confondus, se chiffrait à 2,1 milliards de dollars en 2000; HLB estime à 5,7 milliards de dollars la subvention optimale pour cette même année. Le terme « optimal » désigne le niveau d'aide à apporter aux transports publics pour garantir une répartition économiquement efficace des ressources entre les réseaux routiers et les transports publics .

La subvention optimale dépend a) de l'élasticité croisée de la demande de transport par automobile par rapport aux tarifs du transport en commun et au niveau de qualité des services, b) de l'élasticité croisée de la demande de transport en commun aux heures d'affluence par rapport aux heures creuses, et c) de l'importance des coûts sociaux marginaux liés à l'encombrement et occasionnés à la fois par les voitures et les transports publics. Si l'on utilise le cadre d'analyse microéconomique mis au point par Bergson³ (généralisé par Glaister⁴ et rendu fonctionnel par Glaister et Lewis⁵), on obtient des estimations qui montrent que, en l'absence de tarification routière (c'est-à-dire, l'internalisation du facteur encombrement), le Canada n'investit pas suffisamment dans les transports publics, soit presque trois fois moins que la normale. Et cela même si l'élasticité croisée entre automobile et transports publics affiche un coefficient aussi bas que 0,020.

LE RÔLE DU GOUVERNEMENT FÉDÉRAL

Le manque apparent d'investissements dans les transports publics au Canada signifie-t-il que le gouvernement fédéral devrait subventionner les réseaux de transport municipaux? Cette question dépend, entre autres, de l'importance stratégique des transports urbains du point de vue national. Le principal argument en faveur d'une intervention du gouvernement fédéral est que la congestion est un problème à l'échelle du pays et un obstacle incontestable à la croissance de la productivité nationale. Étant donné le rôle déterminant de la croissance de la productivité dans la performance économique du pays, le sous-financement des transports urbains peut être considéré comme une préoccupation qui relève de la compétence du gouvernement fédéral.

Nombreux sont ceux qui rétorquent que les administrations provinciales et locales sont souvent celles qui prennent l'initiative de grands programmes nationaux, spécialement lorsque les problèmes et les solutions varient d'une région à l'autre, comme dans le cas de la congestion routière et de la mobilité urbaine. Les administrations autres que le gouvernement fédéral pourraient répondre que malgré ce raisonnement, elles n'ont pas la capacité

³ Bergson, A. « On Monopoly Welfare Losses », *American Economic Review*, décembre 1973.

⁴ Glaister, S. « Consumer Surplus and Public Transport Pricing », *Economic Journal*, décembre 1974.

⁵ Glaister, S. et Lewis, D. « An Integrated Fares Policy for Greater London », *Journal of Public Economics*, juin 1978 (reproduit dans Tae Hoon Oum *et al.*, *Transport Economics*, Korea Research Foundation, *Selected Readings*, 1995).

budgétaire de faire correspondre les dépenses dans les transports urbains au niveau optimal du point de vue économique. À Toronto, par exemple, selon les résultats de la présente étude, il faudrait faire passer la subvention annuelle versée à la Toronto Transit Commission de 700 millions de dollars environ à 1,7 milliard de dollars. À Montréal, il faudrait aussi accroître sensiblement le montant de la subvention. L'argument de la capacité financière est en définitive une question de priorités plutôt qu'une question d'analyse et il ne peut être traité que dans cette perspective.

La possibilité que les contributions du gouvernement fédéral servent à remplacer plutôt qu'à compléter les dépenses provinciales et locales est une autre préoccupation concernant l'intervention du gouvernement fédéral. On ne gagnerait rien sur le plan économique à l'échelle nationale si l'aide financière du gouvernement fédéral ne faisait que remplacer les contributions des autres administrations. Aux États-Unis, où le montant des subventions et des contributions fédérales est établi en fonction des investissements locaux (selon une formule d'appariement), des études empiriques révèlent que l'on substitue parfois des fonds fédéraux aux sommes qui proviennent des États ou des administrations locales. Il est possible de réduire au maximum ces fuites, sans toutefois les éliminer, par la mise en place de mécanismes de contrôle fédéraux novateurs.

1 INTRODUCTION

Cet article vise à répondre à trois questions en particulier, qui se recoupent :

- *Investir dans les transports urbains est-il intéressant sur le plan économique? Quel genre d'investissements sont le plus rentables économiquement?*
- *Est-il économiquement justifié d'accorder des subventions aux transports urbains?*
- *Existe-t-il une raison économique déterminante pour élargir le rôle financier du gouvernement fédéral dans les transports urbains?*

La première question considère la proposition de valeur fondamentale concernant les transports publics : elle cherche à déterminer si les avantages économiques justifient les coûts. L'octroi de subventions – la deuxième question – nécessite plus qu'une solide proposition de valeur. Si la situation des marchés du transport était suffisamment favorable, les bons investissements seraient rentables. C'est pourquoi il faut examiner la question de la pertinence économique et du niveau des subventions en parallèle avec celle de l'inefficacité du marché, en considérant notamment des facteurs tels que le monopole, les effets externes (encombrement des voies de circulation et environnement), les économies d'échelle, l'information inexacte, les biens publics et les fonds propres.

La troisième question s'inscrit dans le cadre d'un débat beaucoup plus large sur la répartition des fonctions de la politique gouvernementale entre les divers niveaux de gouvernement (« fédéralisme »). L'intervention du gouvernement fédéral dans le financement des transports publics exigerait certes une bonne proposition de valeur et un dossier bien étayé pour l'octroi de subventions; cette question suppose néanmoins des enjeux bien plus grands. La politique, dans ce cas-ci, doit tenir compte i) de l'importance stratégique des transports urbains dans le contexte national, ii) de la capacité financière des différents niveaux de gouvernement, et iii) de la mesure dans laquelle les contributions du gouvernement fédéral remplaceraient celles des administrations provinciales et locales au lieu de les compléter.

LE PLAN DU RAPPORT

Le rapport s'articule autour des trois grandes questions énoncées ci-dessus. La prochaine section examine la pertinence d'investir dans les transports publics. Dans la section 3, nous verrons quel est le niveau de subventions acceptable. Enfin, dans la section 4 nous tirons des conclusions sur le rôle du gouvernement fédéral dans le financement des transports publics.

2 LA VALEUR ÉCONOMIQUE DES TRANSPORTS EN COMMUN

Contrairement à l'investissement dans les réseaux routiers, pour lequel il existe un cadre d'analyse microéconomique assez rigoureux depuis plus de 30 ans, l'investissement dans les transports en commun est analysé de façon plus subjective. Bien que les responsables de la planification des réseaux routiers n'aient pas l'habitude de recourir aux services de conseils économiques, ils analysent souvent les options d'investissement en fonction des avantages et des coûts économiques, de la valeur actualisée nette et du taux de rendement; ces critères révèlent ainsi une partie de la valeur économique de ces options. À l'inverse, les projets d'investissement dans les transports publics sont normalement analysés en termes de « bilan de planification », de « carte de pointage multicritères », d'« indice des coûts par trajet » et d'autres critères qui renseignent peu sur la valeur économique des transports publics ou le rapport entre les avantages et les coûts des transports en commun.

Or, des changements récents dans les pratiques de planification ont eu pour effet d'introduire des principes d'analyse économique dans le processus décisionnel relatif aux transports publics. C'est ainsi qu'on a vu apparaître un modèle d'analyse coûts-avantages rationnel. Évalué par des spécialistes du domaine et mis en application dans un certain nombre de cas, ce modèle commence à nous renseigner d'une manière cohérente sur la valeur économique nette des transports en commun⁶.

LES COÛTS ET LES AVANTAGES DES TRANSPORTS EN COMMUN

Coûts

Les coûts économiques des transports en commun comprennent les dépenses en immobilisations (véhicules, installations et matériel); les frais d'entretien et de réparation; les coûts de la main-d'oeuvre et du carburant et les autres frais d'exploitation; ainsi que le coût d'option du capital utilisé. Certains économistes sont d'avis que l'existence de distortions dans les marchés du travail reliés aux transports publics entraîne des pertes sèches que l'on doit considérer comme des coûts additionnels. Ces économistes soutiennent (cet argument vaut probablement plus pour les États-Unis que pour le Canada) que le fait d'avoir maintenu des avantages acquis au chapitre des conditions de travail lorsque les réseaux de transport sont passés du domaine privé au domaine public a eu pour conséquence de porter les taux de rémunération dans les transports publics à un niveau supérieur à la valeur du produit marginal des travailleurs de l'industrie. Dans ce cas, la rémunération comprendrait un élément de rente, qui serait considéré à juste titre comme un coût.

⁶ Lewis, D. et Williams, F., *op. cit.*

Bien que les promoteurs du transport en commun cherchent souvent à faire reconnaître l'emploi dans le secteur de la construction comme un des avantages des transports en commun, rien n'indique que la construction ou l'exploitation d'installations liées au transport en commun contribuent à réduire le chômage structurel ou le sous-emploi en milieu urbain. De par leur dimension, certains projets dans le domaine des transports publics (construction d'un métro par exemple) auront toutes chances d'avoir des effets macroéconomiques négatifs plutôt que positifs, parce que les grands projets de construction attisent l'inflation (en exerçant une pression à la hausse sur les taux de rémunération) en période d'expansion économique. Bref, l'emploi dans la construction est un coût, et non un avantage, du point de vue des transports publics.

Avantages

Les avantages économiques des transports en commun peuvent être classés en trois catégories :

- *Gestion des encombrements.* Le fait d'utiliser le transport en commun au lieu de l'automobile améliore les temps de parcours et accroît la fiabilité des horaires, ce qui profite aussi bien au transport des voyageurs qu'au transport des marchandises. Tandis que les avantages découlant de l'augmentation de la capacité du réseau routier dans les corridors encombrés s'estompent à mesure que s'accroît la demande de transport dans ces corridors (par suite de l'accroissement de la capacité), on constate que les réseaux ferroviaires, eux, permettent de stabiliser l'encombrement à long terme.
- *Mobilité à prix abordable.* Le fait que les personnes à faible revenu utilisent plus souvent les transports en commun que le taxi ou les autres modes de transport plus coûteux accroît la rente du consommateur. De cette manière, les ménages peuvent dégager des sommes pour répondre à des besoins plus importants, comme le logement, l'alimentation et les soins aux enfants.
- *Gestion de l'utilisation des sols.* La présence de stations attrayantes dans des zones de grosse concentration urbaine a pour effet d'accroître la valeur des propriétés. Bien qu'une partie de cette augmentation soit associée à l'idée de l'économie de temps, il est clair que les installations de transport en commun créent des avantages non liés à l'utilisation qui prennent plutôt la forme de « valeur d'agrément » (valeur associée aux conditions de logement en milieu urbain).

Les avantages économiques de la gestion des encombrements. La réduction des temps de parcours sur le réseau routier induite par les transports en commun est évaluée habituellement à 5 à 10 dollars l'heure pour le trafic voyageurs et à 150 dollars l'heure pour le trafic marchandises. Or, selon de nouvelles observations scientifiques, ces valeurs seraient environ trois fois plus élevées dans les périodes où les conditions de trafic sont

incertaines et imprévisibles. Les études révèlent que les individus sont prêts à consacrer beaucoup plus de ressources pour améliorer la prévisibilité des temps de parcours que pour accroître la vitesse moyenne⁷. Tandis que les nouvelles observations concernent aussi bien l'amélioration des temps de parcours sur le réseau routier induite par les travaux d'infrastructure routière que celle induite par les transports en commun, elles ont des conséquences majeures pour ce qui est du choix entre l'investissement dans des réseaux d'autobus et l'investissement dans des réseaux ferroviaires. Comme nous le verrons plus bas, cette relation s'explique par le fait que dans les corridors encombrés, les réseaux ferroviaires permettent d'améliorer les temps de parcours d'une manière plus soutenue et, par conséquent, d'accroître leur prévisibilité.

Au cours des dernières années, les spécialistes de l'étude des réseaux routiers ont observé que dans les corridors urbains encombrés qui sont desservis par un système de transport grande capacité, les temps de parcours porte-à-porte pour les divers modes de transport tendent à s'égaliser. Des études récentes proposent une théorie économique à ce sujet et présentent des données empiriques qui appuient ces observations.

De façon générale, la durée d'un parcours à l'heure de pointe et le nombre d'usagers qui choisissent entre l'automobile et les transports en commun dépendent d'un certain nombre de facteurs, à savoir la capacité du réseau routier, le rapport de coûts entre l'utilisation de l'automobile et l'utilisation des transports en commun, et les goûts personnels. Malgré toutes ces variables, une tendance est observée dans les corridors urbains encombrés : les temps de parcours porte-à-porte tendent à s'égaliser entre les divers modes de transport. En outre, c'est le temps de parcours propre au transport en commun qui semble déterminer les temps de parcours des autres modes. Cette convergence des temps de parcours est prédite par la théorie de l'utilité⁸.

En règle générale, les méthodes de planification actuelles ne tiennent pas compte de la convergence des temps de parcours; en fait, elles sont tout autre. La méthode classique consiste, en premier lieu, à prévoir le nombre de déplacements entre deux points, selon le nombre d'habitants à chaque endroit, le lieu où se trouvent les emplois, etc. Ensuite, on répartit ces déplacements entre les différents modes, selon le niveau de revenu des voyageurs, les goûts personnels, etc. C'est à ce stade-ci que la méthode classique s'écarte de la théorie de la convergence dans son principe et son application. En effet, elle ne tient pas compte des voyageurs qui changent régulièrement de mode de transport, à l'instar des automobilistes qui changent de voie sur l'autoroute pour pouvoir rouler plus vite. C'est

⁷ Small, K. (University of California), Noland, R. (Imperial College), Chu, Xuehao (University of South Florida) et Lewis, D. (HLB Decision Economics Inc.), *Valuation of Travel-Time Savings and Predictability in Congested Conditions for Highway User-Cost Estimation*, National Cooperative Highway Research Program Report 431, National Academy Press, 1999.

⁸ Lewis, D. et Williams, F.W. *Policy and Planning as Public Choice: Mass Transit in the United States*, Ashgate, 1999.

grâce à la présence de ces « explorateurs » si les temps de parcours tendent à s'égaliser d'un mode de transport à l'autre et à s'aligner sur les temps de parcours propres au rail.

Triple convergence ou convergence des temps de parcours? Downs⁹ examine comme principe de l'analyse de la circulation routière la notion de la « triple convergence », selon laquelle les vitesses de circulation aux heures d'affluence convergent dans l'espace (c.-à-d. dans tout le réseau routier) et dans le temps et pour tous les modes de transport. Suivant le principe de la triple convergence, l'amélioration des conditions de circulation à l'heure de pointe sur des routes à forte capacité « (...) déclenchera immédiatement un mouvement de triple convergence, qui recréera assez rapidement de la congestion aux heures d'affluence, malgré que la période de pointe pourrait désormais être plus courte. » [TRADUCTION] La possibilité d'améliorer la performance des réseaux de transport par des investissements dans les transports en commun ouvre des perspectives tout aussi intéressantes. Downs affirme que la construction d'un nouveau réseau de transport public par rail aura pour effet au départ de réduire les encombrements à l'heure de pointe, « (...) mais dès que les automobilistes se rendront compte que l'on peut désormais circuler plus rapidement sur les autoroutes, beaucoup se ruèrent vers elles à l'heure de pointe. » [TRADUCTION]

Cependant, l'observation d'une convergence des temps de parcours porte-à-porte à l'heure de pointe (en voiture et par transport en commun) dans les corridors urbains encombrés laisse supposer l'existence d'une toute autre dynamique. Si la dynamique de la convergence s'exerçait, l'investissement dans un réseau ferroviaire aurait pour effet d'améliorer les temps de parcours en voiture. En règle générale, la convergence des temps de parcours (tous modes confondus) vers la valeur observée pour le rail implique que l'amélioration de la performance des réseaux de transport public se répercutera de manière durable sur la performance des réseaux routiers.

Explorateurs de modes. Comment s'explique le phénomène de la convergence des temps de parcours? Certains disent qu'il existe une dynamique semblable à celle qui caractérise la circulation sur les autoroutes. Les vitesses dans chaque voie tendent à s'égaliser, parce que certains conducteurs recherchent toujours la voie où on roule le plus vite, ce qui a pour effet de créer une vitesse d'équilibre pour l'ensemble des voies. De la même façon, dans les corridors urbains congestionnés il y a toujours des voyageurs qui recherchent le mode de transport le plus rapide, quel qu'il soit. Ils ne sont tributaires (par choix ou par obligation) d'aucun mode en particulier et ils changent de mode à leur gré.

Si les réseaux de transport en commun comportent un service express, les temps de parcours porte-à-porte de ce mode de transport varieront peu et ils seront peu influencés par de faibles variations de la fréquentation. Par contre, dans des corridors encombrés,

⁹ Downs, Anthony. *Stuck in Traffic – Coping with Peak-Hour Traffic Congestion*, The Brookings Institute, 1992.

une hausse de un demi de 1 % du débit de la circulation à l'heure de pointe pourra avoir une incidence notable sur les temps de parcours.

Comme les temps de parcours dans les transports publics sont plutôt fixes et qu'ils sont déterminés par la vitesse observée pour le mode grande capacité, on dit que les transports en commun « règlent » la performance des réseaux de transport urbain dans les corridors encombrés. À l'exemple des conducteurs qui recherchent la voie la plus rapide sur l'autoroute, les « explorateurs de modes » contribuent à définir une vitesse d'équilibre pour l'ensemble des modes de transport en tentant de réduire au maximum les temps de parcours.

Équilibre des temps de parcours et choix du mode de transport. Tandis que le temps de parcours est un élément majeur du coût des déplacements, les modèles généralement reconnus du choix du mode et l'attribution des trajets dans les réseaux ne prévoient pas l'égalité des temps de parcours. La théorie qui sous-tend la pratique actuelle est plutôt que les voyageurs choisissent un mode de transport selon leur revenu, selon qu'ils possèdent ou non une automobile, selon les différences de prix et selon leurs préférences en ce qui a trait à des facteurs non monétaires tels que la commodité, l'ininterruption du parcours, etc. Le fait que les temps de parcours tendent constamment à s'égaliser entre les modes de transport dans les corridors encombrés laisse supposer que la théorie courante ne rend pas bien compte des liens réciproques entre les modes de transport dans un système multi-modal.

Données empiriques. La théorie économique dit que si l'encombrement est suffisamment dense, les temps de parcours tendront à égaler le temps de déplacement propre au transport en commun selon l'hypothèse de la désutilité marginale croissante. On peut tester empiriquement cette hypothèse en estimant les rapports entre les différences de temps de parcours, la congestion et d'autres facteurs.

Source de données. Une enquête menée pour le compte de la *Federal Transit Administration* a permis de relever les temps de déplacement porte-à-porte dans 17 corridors urbains. Cette enquête s'est déroulée entre février et octobre 1995. Les corridors ont été choisis selon certains critères, à savoir le degré d'encombrement, la densité de population, l'existence d'un système de transport en commun perfectionné à voies réservées, et la fréquence du service dans les transports publics. Le tableau 1 contient la liste des dix-sept corridors pour lesquels on a fait des relevés. Le degré d'encombrement pour ces corridors varie de modéré à élevé. Dans chaque corridor, on a choisi aléatoirement des trajets origine-destination. Des équipes ont voyagé aux heures d'affluence par les divers modes de transport dans des conditions comparables. Plus de 1 000 déplacements ont été enregistrés, et le tableau 2 présente, sous forme de moyennes, quelques-uns des résultats de cette enquête. Parmi les déplacements effectués, on a observé 570 paires de déplacements en automobile/transport en commun comparables. Les données sur la congestion pour les régions métropolitaines où se trouvent ces

corridors proviennent d'études récentes du *Transportation Research Board* sur l'encombrement en milieu urbain. Les données relatives à la fréquence du service dans les transports publics ont été fournies par l'organisme de planification urbaine responsable de chaque corridor.

Analyse des données. On a étudié par une analyse de régression la relation entre la différence de temps de parcours (en valeur absolue) entre l'automobile et le transport en commun d'une part et l'indice de congestion de la région métropolitaine et la fréquence du service (en minutes) dans les transports publics d'autre part. L'indice de congestion et la fréquence du service sont des variables qui expliquent assez peu la variation entre les 570 paires de déplacements. Cette constatation n'a rien d'étonnant si l'on sait que ces facteurs ne varient pas à l'intérieur d'un corridor ou d'un mode de transport. Cependant, nous notons que le coefficient de la variable congestion est négatif, tandis que celui de la variable fréquence du service est positif, et que tous les deux sont significatifs à un seuil de 99 %, ce qui signifie que les temps de parcours pour l'automobile et le transport en commun tendent à s'égaliser lorsque le degré d'encombrement s'accroît et que la fréquence du service augmente.

Tableau 1 : Corridors stratégiques étudiés

Corridor	Modes de transport évalués
Atlanta -- I-20	Automobile, rail lourd, véhicules à taux d'occupation élevé
Atlanta -- I-85	Automobile, rail lourd
Boston -- Mass-Pike	Automobile, train de banlieue
Boston -- Southeast Expressway	Automobile, rail lourd
Chicago -- Midway	Automobile, rail lourd
Chicago -- O'Hare	Automobile, rail lourd et train de banlieue
Cleveland -- Brook Park	Automobile, rail lourd
Philadelphie -- Schuylkill -- Bryn Mawr	Automobile, train de banlieue
Philadelphie -- Schuylkill -- Upper Merion	Automobile, train de banlieue
Philadelphie -- Wilmington	Automobile, train de banlieue
Pittsburgh -- Parkway East	Automobile, autobus express
Princeton -- New York	Automobile, train de banlieue
San Francisco -- Bay Bridge	Automobile, train de banlieue
San Francisco -- Geary	Automobile, autobus express
Washington -- I-66	Automobile, rail lourd, véhicules à taux d'occupation élevé
Washington -- I-270	Automobile, rail lourd
Washington -- I-95 Woodbridge	Automobile, train de banlieue, véhicules à taux d'occupation élevé

Source : Federal Transit Administration.

Il y a sûrement d'autres facteurs qui peuvent expliquer les différences de temps de parcours, certains ayant un rapport spécifique avec le lieu et d'autres ayant trait au prix ou à d'autres variables. Toutefois, les observations confirment la théorie selon laquelle dans les corridors urbains congestionnés, les temps de parcours porte-à-porte convergent vers la valeur associée au mode de transport grande capacité, en vertu du principe de la désutilité marginale croissante du temps de déplacement. En outre, les observations montrent que l'accroissement de la fréquence du service dans les transports en commun contribue à réduire les temps de parcours ainsi que les différences de temps de parcours entre les modes.

Tableau 2 : Temps de parcours porte-à-porte à l'heure de pointe

Corridor	Automobile (minutes)	Transport en commun (minutes)
New York - Jamaica, Queens - Midtown Manhattan	63,9	64,4
San Francisco -- Bay Bridge	72,3	73,1
Philadelphie - Schuylkill Expressway -- Bryn Mawr	48,4	52,5
Chicago -- Midway	54,2	60,6
Chicago -- O'Hare	53,9	59,3
Pittsburgh -- Parkway East	38,1	42,5
Princeton -- New York	113,4	104,9
Washington -- I-270	71,9	67,4

Source : Federal Transit Administration.

Tableau 3 : Étude des corridors stratégiques – Résultats de la régression

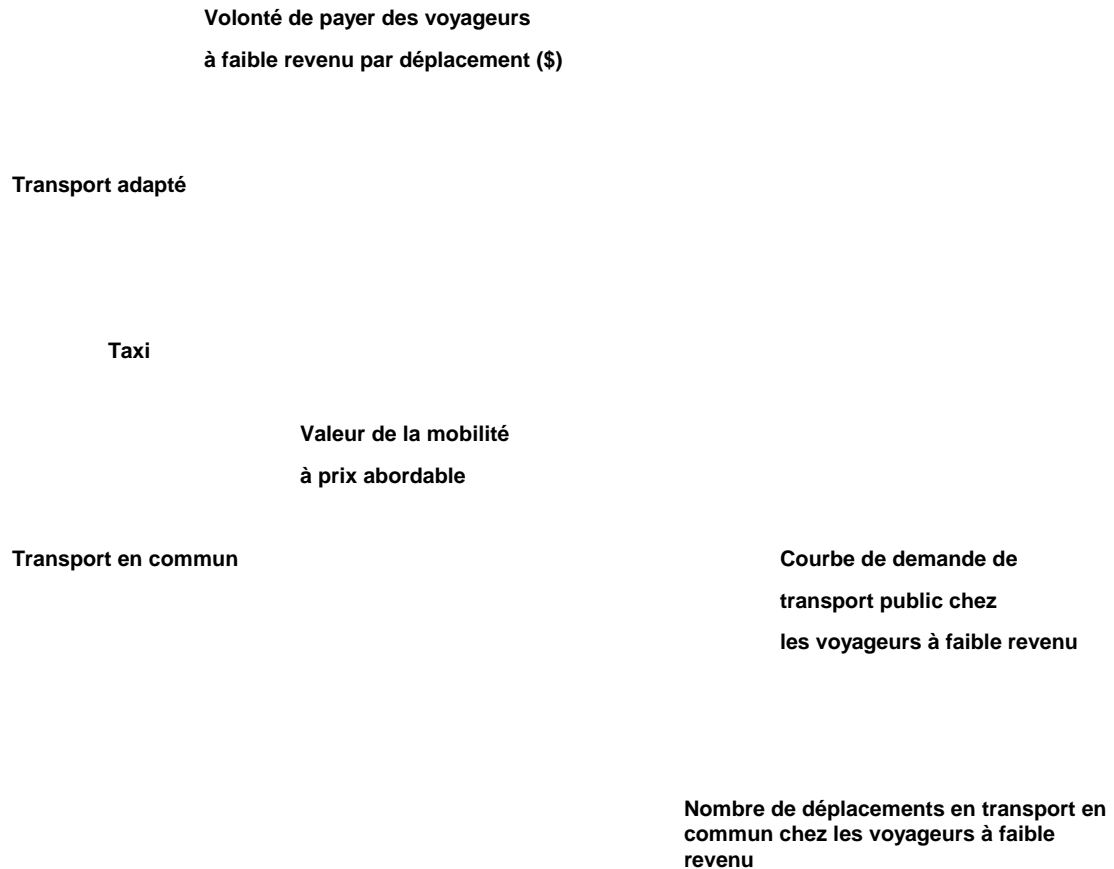
Variable dépendante : différentiel de temps de parcours en valeur absolue (automobile -- transport en commun)	
Variable	Coefficient (valeur t)
Constante	15,30 (5,54)
Indice de congestion	-3,48 (-2,45)
Fréquence du service (transports publics)	0,506 (7,80)
Tous les coefficients sont significatifs à un seuil de 1 %.	
Statistiques sommaires	
Nombre d'observations	570
R	0,098
Valeur moyenne de la variable dépendante	15,68
Statistique F	30,97

Source : *Federal Transit Administration*.

Les avantages économiques de la mobilité à prix abordable. Bien que, en règle générale, l'utilisation du transport en commun par les personnes à faible revenu soit vue plus comme une question d'équité que comme une question d'efficacité, l'accessibilité de ce mode de transport pour les ménages à faible revenu produit des gains réels de ressources. En effet, l'examen de la courbe de demande de transport public chez les voyageurs à faible revenu indique que la volonté de payer de ces consommateurs pour le transport par autobus ou par rail s'explique en grande partie par le coût du mode de transport le moins onéreux possible. L'autre option la plus fréquente est le taxi, mais ce mode opère une ponction trois à quatre fois plus grande sur le budget des ménages à faible revenu que sur celui des ménages plus aisés.

Comme le montre la figure 1, le transport en commun crée donc une « rente du consommateur » pour les personnes pauvres, et les ressources rendues ainsi disponibles peuvent servir à l'achat d'autres nécessités de la vie, comme le logement et l'alimentation. Selon les estimations de la *Federal Transit Administration* des États-Unis, cette rente se chiffrerait à environ 34 milliards de dollars annuellement aux États-Unis. Si l'on compare ce chiffre au montant total des dépenses annuelles (immobilisations et exploitation) au titre du transport en commun aux États-Unis, qui est de 20 milliards de dollars, on peut penser que les avantages de la mobilité à prix abordable suffisent à eux seuls à justifier économiquement l'existence des systèmes de transport en commun. Toutefois, comme nous le verrons plus loin, ce raisonnement ne semble pas s'appliquer aux *nouveaux* investissements dans les transports publics.

Figure 1 : Rente du consommateur créée par la mobilité à prix abordable



Les avantages de la mobilité à prix abordable s'ajoutent-ils aux avantages de la gestion des encombrements? Ici, le risque de comptabiliser en double les avantages va de faible à modéré. La question qui se pose dans les circonstances est de savoir dans quelle mesure les économies de temps réalisées grâce à la gestion des encombrements sont acquises aux gens à faible revenu, qui sont tributaires du transport en commun. Dans ce cas, économies de temps et rente du consommateur ne sont que des moyens différents de mesurer la même valeur économique. Dans la mesure où les gens à faible revenu choisissent de se déplacer en transport en commun plutôt qu'en taxi ou plutôt que de ne pas se déplacer du tout (demande induite), les avantages qu'ils tireront de la mobilité ne se mesureront pas en temps, mais en argent.

Les avantages économiques de la gestion de l'utilisation des sols en milieu urbain pour les besoins du transport en commun. Les études hédonistes qui examinent

l'incidence des installations de transport en commun sur la valeur des propriétés rapportent qu'il s'opère une capitalisation des avantages du transport (p. ex., économies de temps) et qu'il existe des avantages non liés à l'utilisation qui découlent de l'amélioration de la qualité du voisinage et de la hausse du seuil d'habitabilité. Selon des études de la *Federal Transit Administration*, la présence de stations à proximité de maisons d'habitation a pour effet d'accroître la valeur nette réelle de la propriété; la valeur augmente de 16,00 \$ environ pour chaque pied en moins séparant la propriété de la station. Par exemple, des observations indiquent que la valeur d'une maison type à San Francisco augmente par tranches de 15 000 \$ pour chaque 1 000 pieds en moins séparant cette propriété d'une station du réseau BART (toutes choses étant égales par ailleurs).

Les avantages du développement communautaire par le rail léger s'ajoutent-ils aux avantages de la gestion des encombrements? Bien que la hausse de la valeur des propriétés puisse refléter un meilleur accès aux transports publics et, donc, une économie de temps, les études hédonistes mentionnées plus haut indiquent que la hausse observée de la valeur foncière est souvent supérieure à la valeur capitalisée des économies de temps, ce qui implique que le transport en commun crée des avantages non liés à l'utilisation. Cette déduction est conforme à l'hypothèse de la « valeur d'agrément ». La valeur d'agrément désigne la valeur foncière qui est créée par la demande de quartiers à plus forte concentration urbaine, qui favorisent la circulation piétonnière et qui sont moins tributaires de l'automobile, toutes des caractéristiques qui vont de pair avec le transport en commun. Tandis qu'il faut pousser plus loin l'analyse pour s'assurer de la justesse de ce raisonnement, des spécialistes des études urbaines remarquent de fait que des gens choisissent de s'établir dans des quartiers axés sur le transport en commun sans qu'ils aient l'intention d'utiliser ce service.

Les avantages du développement communautaire par le rail léger s'ajoutent-ils aux avantages de la mobilité à prix abordable (rente du consommateur)? Ici, le risque de comptabiliser en double les avantages va de faible à modéré. La question est de savoir dans quelle mesure la hausse de la valeur des propriétés induite par le transport en commun reflète la demande de logement par les gens à faible revenu, tributaires du transport en commun, dans les collectivités orientées vers ce mode de transport. Plus la hausse de la valeur foncière reflétera cette demande, plus elle sera assimilée, en partie, à la valeur capitalisée des avantages liés à la rente du consommateur et donc, elle ne pourra s'ajouter aux avantages de la mobilité à prix abordable décrits plus haut. Toutefois, s'il s'avère que les ménages à faible revenu qui ne vivent pas dans les environs immédiats des installations de transport en commun ont peu tendance à déménager plus près de ces services, il faudra voir dans la hausse observée de la valeur des propriétés induite par le transport en commun l'effet d'autres facteurs de valorisation (voir ci-dessus).

LE RENDEMENT DE L'INVESTISSEMENT DANS LES TRANSPORTS EN COMMUN

Les quelques études récentes qui appliquent le modèle d'analyse avantages-coûts décrit plus haut démontrent la valeur économique de l'investissement dans les transports en commun. Elles mettent en évidence aussi la valeur économique relative des investissements dans les réseaux d'autobus et les réseaux ferroviaires. Les données du tableau 4, qui concernent Cincinnati, fournissent un exemple typique. Alors que l'amélioration des réseaux d'autobus donne un meilleur taux de rendement que les investissements dans le rail, ceux-ci produisent des avantages économiques plus grands en valeur absolue. Cette différence s'explique principalement par les avantages du rail au point de vue de l'encombrement. Comme le montre le tableau 5, la réduction des temps de parcours représente plus de 60 % de l'ensemble des avantages économiques liés aux nouveaux réseaux ferroviaires. En revanche, l'amélioration des réseaux d'autobus crée relativement plus d'avantages au point de vue de la mobilité à prix abordable.

Une autre constatation importante est que les taux de rendement des investissements dans le rail – même s'ils peuvent dépasser 10 % (par rapport à un coût d'option du capital de 4 %) – sont plus fragiles que ceux des investissements dans les réseaux d'autobus. En examinant le projet de création d'un nouveau lien ferroviaire à Austin (Texas), HLB a constaté que la valeur actualisée des dépenses d'investissement et des frais d'exploitation excéderait vraisemblablement de 176 millions de dollars la valeur actualisée des avantages. Il convient aussi de souligner que les avantages de la mobilité à prix abordable et ceux de la gestion de l'utilisation des sols suffisent rarement, ensemble, à justifier les investissements dans les réseaux ferroviaires. Cette constatation dénote que la justification économique de l'investissement dans le rail vient principalement d'une distorsion dans la prestation des services autoroutiers, à savoir l'absence d'une tarification routière. Ce point est essentiel dans l'étude des subventions, comme nous le verrons dans la section suivante.

Les observations faites ci-dessus à propos des États-Unis mettent-elles en évidence la valeur économique des transports en commun dans les villes canadiennes? La réponse dépend, entre autres choses, de la manière dont chaque pays se situe par rapport à l'encombrement urbain, à la pauvreté en milieu urbain et à la dépendance vis-à-vis des transports en commun, à la préférence pour les milieux urbains et à la propension des automobilistes à utiliser les services de transport en commun. D'une part, le fait que l'encombrement et le taux de pauvreté soient un peu plus élevés aux États-Unis qu'au Canada laisse supposer que les transports publics ont relativement plus de valeur aux États-Unis, mais d'autre part les Canadiens en général ont plus tendance à utiliser les services de transport en commun. Tandis qu'il faudrait appliquer une analyse coûts-avantages détaillée aux transports en commun au Canada pour être en mesure de tirer des conclusions justes, l'existence probable de facteurs compensatoires donne à

penser que les observations faites aux États-Unis sont vaguement révélatrices de la situation au Canada.

Tableau 4 : Comparaison des taux de rendement économique des investissements dans les réseaux d'autobus, le rail léger et le réseau routier

	Amélioration des réseaux d'autobus, à l'échelle de la région (Cincinnati)	Rail léger, à l'échelle de la région (Cincinnati)	Accroissement de la capacité du réseau routier (Cincinnati)
Valeur actualisée des coûts totaux (en millions de dollars)	522	6 218	1 209,1
Valeur actualisée des avantages totaux (en millions de dollars)	1 141	10 784	1 365,2
Valeur actualisée nette (en millions de dollars)	619	4 566	156,1
Taux de rendement effectif	27,14 %	8,37 %	4,91 %

Source : HLB Decision Economics, *The Economic and Community Benefits of Transportation Options for Greater Cincinnati*, février 2001.

Tableau 5 : Résumé des avantages économiques du rail léger aux États-Unis

Avantages (par catégorie)	Rail léger, Ligne verte (Austin, Texas)	Rail léger, Ligne orange (Austin, Texas)	Rail léger, corridor 1-71 (Cincinnati)
Avantages totaux (en millions de dollars US)	1 369,9	233,6	1 830,4
Gestion des encombrements	852,5	106,5	1 153,0
Mobilité à prix abordable	224,0	32,5	323,5
Dév. économique communautaire	293,5	94,6	353,9
Coûts totaux (en millions de dollars US)	1 035,4	410,0	1 043,7
Valeur actualisée nette (en millions de dollars US)	334,5	-176,4	786,6

Source : HLB Decision Economics, *Economic and Community Benefits of Transportation Options for Greater Cincinnati*, février 2001, préparé pour l'organisme de planification urbaine de l'Ohio, du Kentucky et de l'Indiana, et *Light Rail Transit in the Austin Urbanized Area: A Cost-Benefit Analysis*, préparé pour la Commission de transport d'Austin, mars 2000.

3 LE MONTANT DES SUBVENTIONS POUR LES TRANSPORTS EN COMMUN

En 1978, Glaister et Lewis¹⁰ ont présenté une méthode pour calculer le montant de la subvention optimale « de second rang » pour le transport en commun. Ils partent du principe qu'en l'absence d'une tarification des services autoroutiers selon la « règle du coût marginal » (c.-à-d. en l'absence d'une tarification routière), l'application de tarifs de transport moins élevés et la prestation de services de meilleure qualité favoriseront un transfert des véhicules privés vers le transport en commun, ce qui réduira les effets externes d'encombrement. La valeur de cet argument dépend de l'élasticité de la demande de transport en commun, de l'élasticité croisée entre le transport par automobile particulière et le transport en commun et de l'importance des coûts sociaux marginaux de la congestion imputable aux voitures et aux autobus. Le modèle a été appliqué au Royaume-Uni de même qu'aux États-Unis et il a permis de constater que le montant des subventions dans ces pays correspondait au montant optimal. Dans le présent article, nous appliquons ce modèle au Canada pour la première fois.

Les données du tableau 6 montrent que la subvention optimale pour les transports urbains au Canada se situe entre 5 et 6 milliards de dollars, alors que le montant actuel des subventions s'établit à quelque 2 milliards de dollars annuellement. Si l'on considère les coûts environnementaux liés à la seule circulation routière, ce montant semble satisfaisant. Toutefois, en raison des coûts sociaux marginaux de la congestion, le montant idéal de la subvention excède de beaucoup le niveau de subvention actuel.

Tableau 6 : Résultats de l'analyse du montant des subventions pour le Canada : optimum de second rang (1999)

Éléments inclus dans les coûts sociaux marginaux estimés	Subvention d'exploitation optimale (millions de dollars)
Environnement, sécurité et coûts d'exploitation	2 642
Congestion, sécurité et coûts d'exploitation	5 490
Environnement, sécurité, congestion et coûts d'exploitation	5 661

Source : HLB Decision Economics Inc. (voir Annexe A)

¹⁰ Glaister, S. et Lewis, D. « An Integrated Fares Policy for Transport in London », *Journal of Public Economics*, 9, 1978.

Les tableaux 7 et 8 présentent les résultats de l'analyse pour les villes de Toronto et de Montréal. À Toronto, où la subvention globale pour le transport en commun (tous niveaux de gouvernement confondus) se chiffrait à un peu moins de 730 millions de dollars en 1999, le montant de la subvention optimale pour le transport par autobus et par rail dépasse 1,7 milliard de dollars (autobus et rail combinés). Pour Montréal, le montant estimé de la subvention optimale (1,2 milliard de dollars pour l'autobus et le rail combinés) est environ quatre fois plus élevé que le niveau de subvention rapporté par l'Association canadienne du transport urbain¹¹. Cependant, comme le montant déclaré par l'ACTU fait abstraction de certaines catégories de dépenses, il est plus probable que le rapport de la subvention optimale à la subvention courante se rapproche de celui indiqué pour la *Toronto Transit Commission*.

Tableau 7 : Résultats de l'analyse du montant des subventions pour la *Toronto Transit Commission* : optimum de second rang (1999)

	Environnement, sécurité et coûts d'exploitation	Congestion, sécurité et coûts d'exploitation	Environnement, sécurité, congestion et coûts d'exploitation
Subvention optimale (autobus) (millions \$)	317	659	679
Subvention optimale (rail) (millions \$)	476	988	1 019

Source : HLB Decision Economics Inc. (voir Annexe A et Tableau annexe 3).

Tableau 8 : Résultats de l'analyse du montant des subventions pour la Société de transport de la Communauté urbaine de Montréal : optimum de second rang (1999)

	Environnement, sécurité et coûts d'exploitation	Congestion, sécurité et coûts d'exploitation	Environnement, sécurité, congestion et coûts d'exploitation
Subvention d'exploitation optimale (autobus) (millions \$)	228	473	488

¹¹ Les données de l'Association canadienne du transport urbain font abstraction des contributions pour dépenses en capital des administrations provinciales et municipales.

Subvention d'exploitation optimale (rail) (millions \$)	342	710	732
--	-----	-----	-----

Source : HLB Decision Economics Inc.; Tableau annexe 3.

L'ANALYSE DU RISQUE

Les résultats ci-dessus sont particulièrement sensibles i) aux estimations de l'élasticité croisée de la demande de transport par automobile par rapport aux tarifs du transport en commun et au niveau de qualité des services, et ii) aux estimations des coûts sociaux marginaux liés à l'utilisation de l'automobile et de l'autobus aux heures d'affluence. Malheureusement, ces estimations sont particulièrement incertaines (voir Encadré 1).

Encadré 1 : Coûts sociaux marginaux liés à l'utilisation de l'automobile et de l'autobus

Les mesures du coût social marginal lié à l'utilisation de l'automobile et des transports en commun sont rares et peu fiables. Cela tient principalement à la difficulté d'évaluer les coûts de la circulation routière (automobile et autobus) au point de vue de la congestion et de l'environnement.

Coûts sur le plan de la congestion. Mohring (HLB) et Anderson (University of California) comptent parmi les rares personnes à avoir estimé les coûts d'exploitation marginaux et les coûts marginaux de la congestion aux États-Unis. Ils établissent ces coûts à 0,37 \$ le kilomètre-voyageur pour l'automobile et à 0,29 \$ le kilomètre-voyageur pour l'autobus (dans la circulation dense). Il n'existe pas d'estimations équivalentes pour les villes canadiennes. Si on ajoute les coûts sociaux des accidents de la route au Canada aux estimations fournies par Mohring et Anderson, on obtient pour les régions urbaines du Canada une approximation des coûts sociaux marginaux globaux au titre de la congestion, de la sécurité et des coûts d'exploitation, à niveau d'encombrement et à période comparables. Ces coûts approximatifs sont de 0,46 \$ le kilomètre-voyageur pour l'automobile et de 0,29 \$ le k.-v. pour l'autobus (voir la première ligne du tableau ci-dessous).

Coûts sur le plan de l'environnement. Les données sur les coûts environnementaux marginaux de l'automobile et de l'autobus sont encore plus rares. La Commission royale sur le transport des voyageurs au Canada n'établit que le coût environnemental moyen de la congestion. En outre, son étude ne porte que sur la circulation interurbaine (automobile et autobus). Selon Environnement Canada, la circulation urbaine produit 2,4 fois plus de gaz à effet de serre que la circulation interurbaine en ce qui concerne l'automobile et 1,7 fois plus en ce qui concerne les transports publics. En supposant que le coût environnemental moyen soit égal au coût environnemental marginal, multiplions ce chiffre par 2,4 et 1,7 – compte tenu de la différence d'émissions entre la circulation urbaine et la circulation interurbaine – puis additionnons au résultat les coûts marginaux de l'automobile et du transport en commun au titre de l'exploitation et de la sécurité (que nous supposons égaux aux coûts moyens au Canada). Nous obtenons ainsi une approximation des coûts sociaux marginaux au titre de l'environnement, de la sécurité et du coût d'exploitation. Ces coûts approximatifs sont 0,23 \$ le kilomètre-voyageur pour l'automobile et 0,22 \$ le k.-v. pour le transport en commun (voir la deuxième ligne du tableau ci-dessous).

Coûts sociaux marginaux globaux. La troisième ligne du tableau ci-dessous combine les coûts sociaux marginaux calculés plus haut au titre de la sécurité et de l'environnement avec ceux estimés par Mohring et Anderson au titre de l'exploitation et de la congestion. Nous obtenons ainsi la « meilleure estimation » des coûts sociaux marginaux globaux, à savoir 0,30 \$ le kilomètre-voyageur pour le transport en commun et 0,47 \$ le k.-v. pour l'automobile. Nous pouvons constater que les coûts marginaux de l'utilisation de l'automobile et de l'autobus au titre de l'environnement sont très faibles par rapport à ceux liés à la congestion ou à d'autres facteurs de coût.

Analyse du risque. Les estimations sont de toute évidence incertaines. Les constatations de cette étude reflètent les chiffres de la troisième ligne du tableau ci-dessous. L'analyse du risque, quant à elle, définit un intervalle subjectif de $\pm 20\%$ (voir les figures 4 et 5). Elle suppose que les estimations ont autant de chances d'être au-dessous que d'être au-dessus de la valeur vraie (les distributions de probabilité sont « symétriques »).

Coûts sociaux marginaux (\$/km)

	Éléments inclus dans le coût estimé	
	Autobus	Automobile
Congestion, sécurité, coûts d'exploitation	\$0,29	\$0,46
Environnement, sécurité, coûts d'exploitation	\$0,23	\$0,22
Congestion, environnement, sécurité, coûts d'expl.	\$0,30	\$0,47

Sources : Association canadienne du transport urbain, *Répertoire statistique du transport en commun au Canada – données d'exploitation de 1999*, 1999; Ministre des Approvisionnement et Services, *Le rapport final de la Commission royale sur le transport des voyageurs au Canada*, 1992; Lewis, David et Williams, F.L., *Policy and Planning as Public Choice*, Ashgate Publishing Limited, England, 2000; Environnement Canada, *Document de base sur le changement climatique – Tables du transport*, décembre 1998; HLB Decision Economics, *Cost Benefit Study on NHS in Canada*, Conseil interprovincial des ministres des Transports, 1998; Mohring, H. et Anderson, D., *Congestion Costs and Congestion Pricing*, University of California, Irvine (document de travail), mars 1996.

Nous avons exécuté une analyse de risque fondée sur des intervalles de probabilité subjectifs pour les élasticités croisées et les coûts sociaux marginaux (voir figures 3, 4 et 5 et tableau 9). Selon une simulation de Monte Carlo, l'analyse indique que la probabilité que le niveau de subvention optimal annuel pour les transports urbains au Canada excède 4,5 milliards de dollars s'établit à 80 %. D'après la figure 2, l'analyse du risque révèle une probabilité encore plus grande (supérieure à 90 %) que le niveau de subvention actuel (2 milliards de dollars annuellement) soit au-dessous du niveau requis pour garantir une allocation efficiente des ressources du transport. Par conséquent, malgré la grande incertitude des principales hypothèses, il est tout à fait probable que, du point de vue économique, l'investissement dans les transports urbains au Canada soit insuffisant à l'heure actuelle.

Figure 2 : Résultats de la simulation et de l'analyse du risque

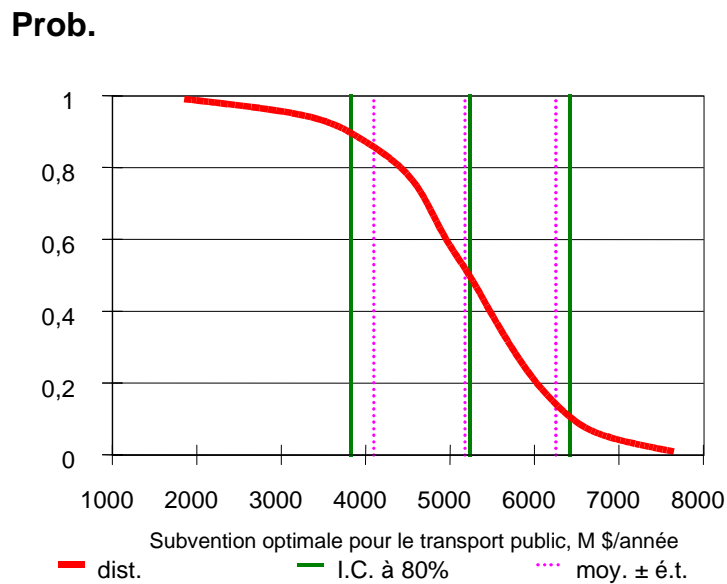
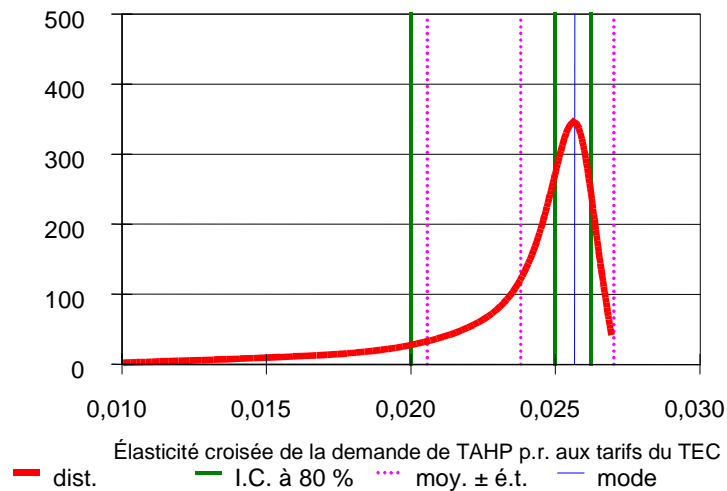


Figure 3 : Élasticité croisée de la demande de transport par automobile à l'heure de pointe (TAHP) par rapport aux tarifs de pointe du transport en commun (TEC)

	Médiane	Tranche de 10 % infér.	Tranche de 10 % supér.
Élasticité	0,02500	0,02000	0,02625

Densité de prob.

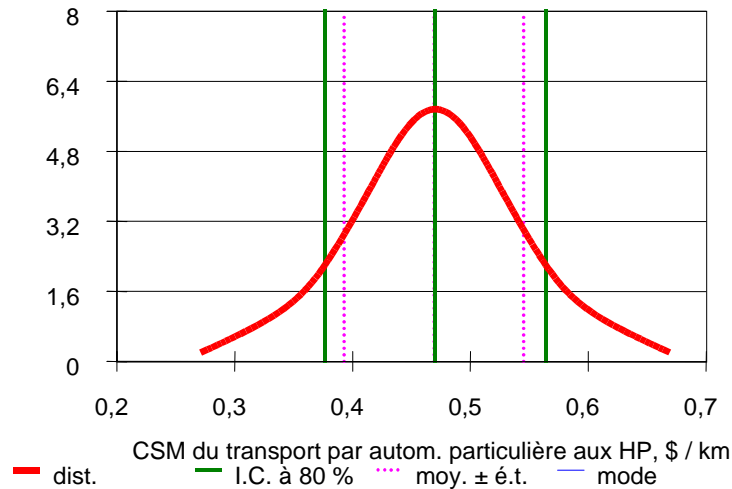


Source : Oum, Tae Hoon, *Transport Economics*, Korea Research Foundation, 1995; Lewis, D. et Williams, F.W., *Policy and Planning as Public Choice: Mass Transit in the United States*, Ashgate, 1999.

Figure 4 : Coût social marginal (CSM) du transport par automobile particulière à l'heure de pointe (HP)

	Médiane	Tranche de 10 % infér.	Tranche de 10 % supér.
\$ / km	0,47	0,37	0,56

Densité de prob.

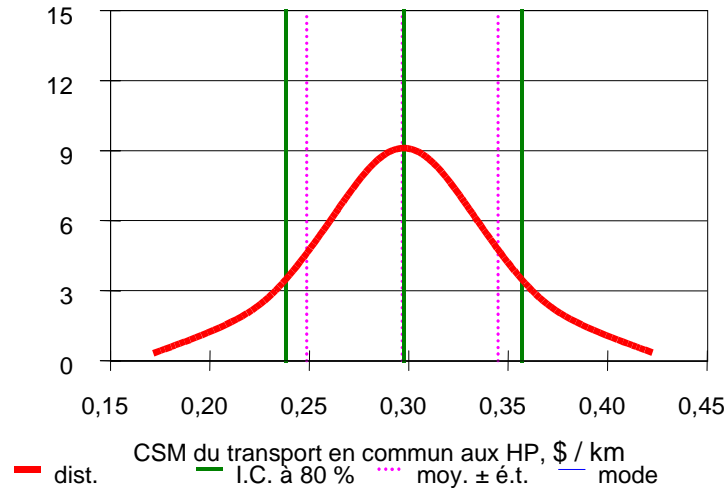


Sources : Association canadienne du transport urbain, *Répertoire statistique du transport en commun au Canada – données d'exploitation de 1999*, 1999; Ministre des Approvisionnement et Services, *Le rapport final de la Commission royale sur le transport des voyageurs au Canada*, 1992; Lewis, David et Williams, F.L., *Policy and Planning as Public Choice*, Ashgate Publishing Limited, England, 2000; Environnement Canada, *Document de base sur le changement climatique – Tables du transport*, Ottawa, décembre 1998; HLB Decision Economics, *Cost Benefit Study on NHS in Canada*, 1998; Mohring, H. et Anderson, D., *Congestion Costs and Congestion Pricing*, University of California, Irvine (document de travail), mars 1996.

Figure 5 : Coût social marginal (CSM) du transport en commun à l'heure de pointe

	Médiane	Tranche de 10 % infér.	Tranche de 10 % supér.
\$ / km	0,30	0,23	0,35

Densité de prob.



Sources: Association canadienne du transport urbain, *Répertoire statistique du transport en commun au Canada – données d'exploitation de 1999*, 1999; Ministre des Approvisionnement et Services, *Le rapport final de la Commission royale sur le transport des voyageurs au Canada*, 1992; Lewis, David et Williams, F.L., *Policy and Planning as Public Choice*, Ashgate Publishing Limited, England, 2000; Environnement Canada, *Document de base sur le changement climatique – Tables du transport*, Ottawa, décembre 1998; HLB Decision Economics, *Cost Benefit Study on NHS in Canada*, 1998; Mohring, H. et Anderson, D., *Congestion Costs and Congestion Pricing*, University of California, Irvine (document de travail), mars 1996.

Tableau 9 : Autres hypothèses utilisées dans l'analyse du risque

Description de la variable	Médiane
Élasticité de la demande de transport en commun à l'heure de pointe par rapport aux tarifs de pointe	-0,35
Élasticité de la demande de transport en commun aux heures creuses par rapport aux tarifs hors pointe	-0,87
Élasticité croisée de la demande de transport par automobile à l'heure de pointe par rapport aux tarifs hors pointe	0,001600
Élasticité croisée de la demande de transport en commun à l'heure de pointe par rapport aux tarifs hors pointe	0,029000
Élasticité croisée de la demande de transport en commun aux heures creuses par rapport aux tarifs de pointe	0,040000
Coûts d'exploitation du transport en commun aux heures creuses (\$ / km)	0,220437
Demande de transport par automobile à l'heure de pointe (millions km)	149 500
Demande de transport en commun à l'heure de pointe (millions km)	8 125
Demande de transport en commun aux heures creuses (millions km)	4 375

4 LE RÔLE DU GOUVERNEMENT FÉDÉRAL

Le manque apparent d'investissements dans les transports publics au Canada signifie-t-il que le gouvernement fédéral devrait subventionner les réseaux de transport municipaux? Cette question dépend, entre autres, de l'importance stratégique des transports urbains du point de vue national. Le principal argument en faveur d'une intervention du gouvernement fédéral est que la congestion est un problème à l'échelle du pays et un obstacle majeur à la croissance de la productivité nationale. Étant donné le rôle déterminant de la croissance de la productivité dans la performance économique du pays, le sous-financement des transports urbains peut être considéré comme une préoccupation qui relève de la compétence du gouvernement fédéral.

Nombreux sont ceux qui rétorquent que les administrations provinciales et locales sont souvent celles qui prennent l'initiative de grands programmes nationaux, spécialement lorsque les problèmes varient d'une région à l'autre, comme dans le cas de la congestion routière et de la mobilité urbaine. Les administrations autres que le gouvernement fédéral pourraient répondre que malgré ce raisonnement, elles n'ont pas la capacité budgétaire de faire correspondre les dépenses dans les transports urbains au niveau optimal du point de vue économique. À Toronto, par exemple, selon les résultats de la présente étude, il faudrait faire passer la subvention annuelle versée à la *Toronto Transit Commission* de 700 millions de dollars environ à 1,7 milliard de dollars. À Montréal, il faudrait tripler ou même quadrupler le montant de la subvention actuelle. L'argument de la capacité financière est en définitive une question de priorités et il ne peut être traité que dans cette perspective.

La possibilité que les contributions du gouvernement fédéral servent à remplacer plutôt qu'à compléter les dépenses provinciales et locales est une autre préoccupation concernant l'intervention du gouvernement fédéral. On ne gagnerait rien sur le plan économique à l'échelle nationale si l'aide financière du gouvernement fédéral ne faisait que remplacer les contributions des autres administrations. Aux États-Unis, où le montant des subventions et des contributions fédérales est établi en fonction des investissements locaux (selon une formule d'appariement), des études empiriques révèlent que l'on substitue parfois des fonds fédéraux aux sommes qui proviennent normalement des États ou des administrations locales. Il est possible de réduire au maximum ces fuites, sans toutefois les éliminer, par la mise en place de mécanismes de contrôle fédéraux novateurs.

ANNEXE A. LA SUBVENTION OPTIMALE DE SECOND RANG : THÉORIE ET APPLICATION

Pour les besoins de cette étude, et conformément au modèle défini par Glaister et Lewis, nous utilisons les indices suivants :

1 : Automobile particulière (heures de pointe)	4 : Autobus (heures creuses)
2 : Automobile particulière (heures creuses)	5 : Rail (heures de pointe)
3 : Autobus (heures de pointe)	6 : Rail (heures creuses)

ÉLASTICITÉS

L'élasticité croisée de la demande de transport par le mode i par rapport au prix du mode j est définie par l'équation de l'élasticité-prix ordinaire, c'est-à-dire

$$\eta_{j}^{i} = \frac{p_{j}}{X^{i}} \frac{\partial X^{i}}{\partial p_{j}} = \frac{p_{j}}{X^{i}} X_{j}^{i}, \quad i, j = 1, \dots, 6 \quad (1)$$

où

p_i désigne le prix du mode i en \$/mille-voyageur;

X^i désigne la demande de transport par le mode i en milles-voyageurs.

Si on estime nulle l'élasticité croisée de la demande de transport par automobile par rapport aux tarifs du transport en commun, ce qui suppose qu'il n'y a aucun moyen de convaincre les automobilistes d'utiliser le transport en commun (autobus ou rail) peu importe le prix, alors selon le modèle de Glaister-Lewis les tarifs du transport public seront fixés à hauteur du coût marginal de la prestation des services. Si, par contre, l'élasticité croisée n'est pas nulle, un certain niveau de subvention sera utile (efficient) en l'absence d'une tarification routière.

DÉTERMINATION DU SYSTÈME D'ÉQUATIONS

Glaister et Lewis posent le problème du consommateur par la maximisation de la fonction de dépense du consommateur moins les coûts d'exploitation des divers modes de transport public. Selon l'ouvrage de Glaister-Lewis, la formule de maximisation peut s'écrire

$$\begin{aligned}
& \max_{p_3, p_4, p_5, p_6} \{G(\alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6, X^1(\alpha_3, \dots, \alpha_6), X^3(\alpha_3, \dots, \alpha_6), \hat{p}, u) \\
& - G(p_3, p_4, p_5, p_6, X^1(p_3, \dots, p_6), X^3(p_3, \dots, p_6), \hat{p}, u) \\
& - [C^3(X^1, X^3) - p_3 X^3] - [C^4(X^4) - p_4 X^4] - [C^5(X^5) - p_5 X^5] - [C^6(X^6) - p_6 X^6]\}
\end{aligned} \tag{2}$$

où

- $G(p, X^1, X^3, \hat{p}, u)$ désigne la fonction de dépense pour l'ensemble des consommateurs;
- X^i est le volume de circulation pour le mode i ;
- (p_3, \dots, p_6) est le vecteur des tarifs de transport en commun;
- \hat{p} est le vecteur de tous les autres prix, y compris p_1 et p_2 ;
- u est le vecteur des niveaux d'utilité constante;
- C^i désigne les coûts d'exploitation des modes de transport public.

La fonction de dépense, qui représente la courbe de demande à long terme, est liée au volume de circulation (voiture et autobus) à l'heure de pointe, en raison des effets négatifs de la congestion sur l'utilité. Cette relation fait que, pour un vecteur de prix donné, l'augmentation du volume de circulation à l'heure de pointe doit être compensée par une hausse du revenu afin que le niveau d'utilité demeure le même. C'est ce qu'on appelle la variation compensatoire et elle est définie comme la différence entre la valeur de la fonction de dépense aux prix « de référence » α_i et la valeur de la fonction à un ensemble de prix inférieurs p_i . La variation compensatoire est le montant qu'il faudrait pour compenser l'effet de l'augmentation des prix de p_3, \dots, p_6 à $\alpha_3, \dots, \alpha_6$, où les α_i correspondent à des degrés d'encombrement à l'heure de pointe plus élevés que pour les p_i .

Les autres termes qui figurent entre crochets ([]) représentent les subventions d'exploitation nécessaires pour la prestation des services de transport en commun (autobus et rail) à l'heure de pointe et aux heures creuses. La variation compensatoire et les revenus tirés de l'exploitation des transports publics ($p_i X^i$) représentent la volonté de payer globale des consommateurs, de laquelle il faut soustraire les dépenses d'exploitation ($C^i(X^i)$) des sociétés de transport en commun.

On calcule la dérivée de l'équation 2 par rapport à p_3, p_4, p_5 et p_6 . En dérivant l'équation 2 par rapport à p_3 , on obtient l'une des quatre conditions de maximisation du premier ordre :

$$\begin{aligned}
& -\frac{\partial G}{\partial p_3} - \frac{\partial G}{\partial X^1} X_3^1 - \frac{\partial G}{\partial X^3} X_3^3 - C_1^3 X_3^1 - C_3^3 X_3^3 + X_3^3 \\
& + p_3 X_3^3 - C_4 X_3^4 + p_4 X_3^4 - C_5 X_3^5 + p_5 X_3^5 - C_6 X_3^6 + p_6 X_3^6 = 0
\end{aligned}$$

(3)

On obtient les autres expressions en dérivant l'équation (2) par rapport à p_4 , p_5 et p_6 .

En utilisant les propriétés et les définitions suivantes :

$$\frac{\partial G}{\partial p_i} = \sum_h \frac{\partial g_h}{\partial p_i} = \sum_h x_h^i = X^i, S_1 = \frac{\partial G}{\partial X_1} + \frac{\partial C_3}{\partial X_1} \text{ et } S_3 = \frac{\partial G}{\partial X_3} + \frac{\partial C_3}{\partial X_3}. \quad (4)$$

où S_1 est le coût social marginal du transport par automobile à l'heure de pointe par mille-voyageur et S_3 , le coût social marginal du transport par autobus à l'heure de pointe par mille-voyageur, et en substituant ces expressions dans la condition du premier ordre définie en (3), puis en mettant en facteurs, on obtient l'équation suivante :

$$(p_3 - S_3)X_3^3 + (p_4 - C_4)X_3^4 + (p_5 - C_5)X_3^5 + (p_6 - C_6)X_3^6 = S_1 X_3^1 \quad (5)$$

Des expressions semblables peuvent être tirées des trois autres conditions du premier ordre, si l'on fait les substitutions et les remaniements nécessaires.

SYSTÈME D'ÉQUATIONS POUR LE CALCUL DES SUBVENTIONS ET DES TARIFS OPTIMAUX

On détermine le système d'équations qui sert à calculer le tarif optimal de second rang à l'aide des quatre conditions du premier ordre qui découlent de l'équation (2). Exprimées en termes d'élasticité, ces conditions se réduisent à :

$$\left[\eta_3^3 (p_3 - S_3) X_3^3 + \eta_3^4 (p_4 - C_4) X_3^4 + \eta_3^5 (p_5 - C_5) X_3^5 + \eta_3^6 (p_6 - C_6) X_3^6 \right] \frac{1}{S_1 X_3^1} = \eta_3^1 \quad (6)$$

a-d

$$\left[\eta_4^3 (p_3 - S_3) X_3^3 + \eta_4^4 (p_4 - C_4) X_3^4 + \eta_4^5 (p_5 - C_5) X_3^5 + \eta_4^6 (p_6 - C_6) X_3^6 \right] \frac{1}{S_1 X_4^1} = \eta_4^1$$

$$\left[\eta_5^3 (p_3 - S_3) X_3^3 + \eta_5^4 (p_4 - C_4) X_3^4 + \eta_5^5 (p_5 - C_5) X_3^5 + \eta_5^6 (p_6 - C_6) X_3^6 \right] \frac{1}{S_1 X_5^1} = \eta_5^1$$

$$\left[\eta_6^3 (p_3 - S_3) X_3^3 + \eta_6^4 (p_4 - C_4) X_3^4 + \eta_6^5 (p_5 - C_5) X_3^5 + \eta_6^6 (p_6 - C_6) X_3^6 \right] \frac{1}{S_1 X_6^1} = \eta_6^1$$

Ce système d'équations définit entièrement la structure tarifaire optimale des transports publics en l'absence d'une tarification routière. Il peut être exprimé au moyen de la notation matricielle :

$$\begin{bmatrix} \eta_3^3 & \eta_3^4 & \eta_3^5 & \eta_3^6 \\ \eta_4^3 & \eta_4^4 & \eta_4^5 & \eta_4^6 \\ \eta_5^3 & \eta_5^4 & \eta_5^5 & \eta_5^6 \\ \eta_6^3 & \eta_6^4 & \eta_6^5 & \eta_6^6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} (p_3 - S_3)X^3 \\ (p_4 - C^4)X^4 \\ (p_5 - C^5)X^5 \\ (p_6 - C^6)X^6 \end{bmatrix} \frac{1}{S_1 X^1} = \begin{bmatrix} \eta_3^1 \\ \eta_4^1 \\ \eta_5^1 \\ \eta_6^1 \end{bmatrix} \quad (7)$$

RÉSOLUTION DU SYSTÈME D'ÉQUATIONS

Le système d'équations ci-dessus est un ensemble de quatre équations avec quatre inconnues qui peut être résolu par les méthodes d'algèbre linéaire. L'objet de ce projet est de déterminer les valeurs de p dans les équations qui serviront à calculer le montant de la subvention optimale.

Ce modèle peut s'appliquer aux systèmes de transport à trois modes (automobile, autobus et rail). Lorsqu'il manque le mode rail, le système d'équations se réduit à deux équations avec deux inconnues, c'est-à-dire :

$$\begin{aligned} \left[\eta_3^3(p_3 - S_3)X^3 + \eta_3^4(p_4 - C_4^4)X^4 \right] \frac{1}{S_1 X^1} &= \eta_3^1 \\ \left[\eta_4^3(p_3 - S_3)X^3 + \eta_4^4(p_4 - C_4^4)X^4 \right] \frac{1}{S_1 X^1} &= \eta_4^1 \end{aligned} \quad (8)$$

La résolution du système d'équations se complique rapidement si le nombre de modes et de périodes étudiés augmente. Ce système peut se présenter comme un système d'équations linéaires et être résolu par les méthodes d'inversion de matrice. Il ne fournit pas de solution explicite pour les tarifs optimaux, mais ceux-ci peuvent être calculés au moyen de formes fonctionnelles hypothétiques pour les fonctions de demande et de coût.

On peut estimer S_i , C^i et X^i à partir de sources secondaires et au moyen des formes fonctionnelles courantes des équations de coût et de demande. On peut ensuite calculer les valeurs de p_i par des combinaisons algébriques simples, par exemple

$$\left[\{P_3 = - \frac{\eta_4^1 S_1 X^1 \eta_3^4 + S_3 X^3 \eta_3^4 \eta_4^3 - \eta_3^1 S_1 X^1 \eta_4^4 - S_3 X^3 \eta_3^3 \eta_4^4}{X^3 (-\eta_3^4 \eta_4^3 + \eta_3^3 \eta_4^4)} \} \right]$$

(9)

$$\left[\{P_4 = - \frac{\eta_4^1 S_1 X^1 \eta_3^3 + \eta_1^3 S_1 X^1 \eta_3^4 - C_4^4 X^4 \eta_3^4 \eta_4^3 + C_4^4 X^4 \eta_3^3 \eta_4^4}{X^4 (\eta_3^4 \eta_4^3 - \eta_3^3 \eta_4^4)} \} \right] \quad (10)$$

Les sources de données secondaires fournissent un ensemble de paramètres avec lesquels on peut calculer le montant de la subvention optimale pour un ensemble de réseaux de transport public. Dans leur étude, Glaister et Lewis s'appuyaient sur un ensemble de sources secondaires auquel s'ajoutait une analyse de sensibilité pour mesurer l'incertitude de certaines variables. Cette application s'accompagne d'une analyse de risque pour rendre compte de l'incertitude des valeurs choisies pour estimer le système d'équations.

Pour pouvoir calculer p_i , le prix optimal pour chaque mode à l'heure de pointe et en période creuse, on doit estimer, ou à tout le moins définir, toutes les autres variables du système d'équations décrites dans le modèle. Les paramètres nécessaires à la résolution du système figurent dans le tableau ci-dessous.

Paramètres du modèle de l'optimum de second rang

Variable	Description
η_j^i	Élasticité croisée de la demande * de transport par le mode i par rapport au prix du mode j , pour $i, j \in \{1, \dots, 4\}$.
S_1	Coût social marginal du transport par automobile particulière à l'heure de pointe par kilomètre-voyageur.
S_3	Coût social marginal du transport par autobus à l'heure de pointe par kilomètre-voyageur.
C^4	Coûts d'exploitation du transport en commun (autobus) en période creuse par kilomètre-voyageur.
X^1	Demande de transport par automobile à l'heure de pointe (en kilomètres-voyageurs)
X^3	Demande de transport par autobus à l'heure de pointe (en k.-v.)
X^4	Demande de transport par autobus en période creuse (en k.-v.)
X^5	Demande de transport par rail à l'heure de pointe (en k.-v.)
X^6	Demande de transport par rail en période creuse (en k.-v.)

** L'élasticité croisée de la demande du bien i par rapport au prix du bien j est définie comme la réaction relative de la demande de i à une variation en pourcentage du prix de j.*

Le tableau annexe 1 présente les hypothèses relatives aux paramètres, tandis que les tableaux annexes 2 et 3 indiquent les sources de données.

Tableau annexe 1 : Liste des hypothèses (estimations médianes)

Description de la variable	Canada	Toronto	Montréal
Élasticité de la demande de transport en commun à l'heure de pointe par rapport aux tarifs de pointe	-0,35	-0,35	-0,35
Élasticité de la demande de transport en commun aux heures creuses par rapport aux tarifs hors pointe	-0,87	-0,87	-0,87
Élasticité croisée de la demande de transport par automobile à l'heure de pointe par rapport aux tarifs de pointe du transport en commun	0,025	0,025	0,025
Élasticité croisée de la demande de transport par automobile à l'heure de pointe par rapport aux tarifs hors pointe du transport en commun	0,0016	0,0016	0,0016
Élasticité croisée de la demande de transport en commun à l'heure de pointe par rapport aux tarifs hors pointe	0,029	0,029	0,029
Élasticité croisée de la demande de transport en commun aux heures creuses par rapport aux tarifs de pointe	0,04	0,04	0,04
Coûts sociaux marginaux du transport par automobile à l'heure de pointe au regard de la congestion, de la sécurité, de l'environnement et des coûts d'exploitation, \$ / km	0,47	0,47	0,47
Coûts sociaux marginaux du transport par automobile à l'heure de pointe au regard de l'environnement, de la sécurité et des coûts d'exploitation, \$ / km	0,22	0,22	0,22
Coûts sociaux marginaux du transport par automobile à l'heure de pointe au regard de la congestion, de la sécurité et des coûts d'exploitation, \$ / km	0,46	0,46	0,46
Coûts sociaux marginaux du transport en commun à l'heure de pointe au regard de la congestion, de la sécurité, de l'environnement et des coûts d'exploitation, \$ / km	0,30	0,30	0,30
Coûts sociaux marginaux du transport en commun à l'heure de pointe au regard de l'environnement, de la sécurité et des coûts d'exploitation, \$ / km	0,23	0,23	0,23
Coûts sociaux marginaux du transport en commun à l'heure de pointe au regard de la congestion, de la sécurité et des coûts d'exploitation, \$ / km	0,29	0,29	0,29
Tableau annexe 1 (suite)			

Coûts d'exploitation du transport en commun aux heures creuses, \$ / km	0,22	0,19	0,23
Demande de transport par automobile à l'heure de pointe, millions km	149 500	47 424	34 072
Demande de transport en commun à l'heure de pointe, millions km	8 125
Demande de transport en commun aux heures creuses, millions km	4 375
Longueur moyenne des trajets à l'heure de pointe, transport en commun, km	5	10	8
Longueur moyenne des trajets aux heures creuses, transport en commun, km	15	10	8
Demande de transport par autobus à l'heure de pointe, millions km	..	1 596	934
Demande de transport par autobus aux heures creuses, millions km	..	860	503
Demande de transport par rail à l'heure de pointe, millions km	..	981	917
Demande de transport par rail aux heures creuses, millions km	..	528	493

Tableau annexe 2 : Liste des sources des estimations pour le Canada

Variable	Source de données	Remarques
Élasticité croisée de la demande (pour le mode i par rapport au prix du mode j)	Glaister et Lewis, « An integrated Fares Policy for Transport in London », <i>Journal of Labour Economics</i> , vol. 9, 1978	Ces estimations de l'élasticité sont utilisées couramment dans beaucoup d'études, dont celle de Lewis et Williams, <i>Policy and Planning as Public Choice: Mass Transit in United States</i> , 2000.
Coûts sociaux marginaux au regard de la congestion	Mohring, H. et Anderson, D., <i>Congestion Costs and Congestion Pricing</i> , document de travail, University of California, Irvine, 1996	Les coûts sociaux marginaux sont exprimés en dollar/mille pour les États-Unis. Cette valeur est convertie en dollar/kilomètre.
Coûts sociaux moyens au regard de l'environnement et de la sécurité	Ministre des Approvisionnements et Services, <i>Le rapport final de la Commission royale sur le transport des voyageurs au Canada</i> , 1992	Ce rapport donne les coûts moyens au regard de l'environnement et de la sécurité. Si l'on suppose que les coûts moyens égalent les coûts marginaux, ils peuvent servir d'approximation pour ces coûts.
Coûts d'exploitation du transport en commun (heure de pointe et période creuse, \$/kilomètre-voyageur)	Association canadienne du transport urbain, <i>Répertoire statistique du transport en commun au Canada – données d'exploitation de 1999</i> , 1999	Total des coûts d'exploitation divisé par le total des kilomètres-voyageurs (pas de coûts sociaux)
Coûts d'exploitation liés à l'usage de l'automobile (heure de pointe, \$/kilomètre-voyageur)	HLB, <i>Report on Cost-Benefit Study for NHS in Canada</i> , 1998	Les coûts d'exploitation par kilomètre-voyageur sont calculés selon l'hypothèse qu'une automobile consomme en moyenne 1 litre d'essence aux 10 kilomètres et 1 litre d'huile aux 3 000 kilomètres.
Demande de transport par automobile à l'heure de pointe (kilomètres-voyageurs)	Environnement Canada, <i>Document de base sur le changement climatique - Tables du transport</i> , Ottawa, 1998	Selon la Commission des transports d'Ottawa, 65 % du total des kilomètres-voyageurs sont enregistrés à l'heure de pointe; par conséquent, la demande de transport par automobile à l'heure de pointe est réputée constituer 65 % du total des kilomètres-voyageurs au regard de l'automobile.
Demande de transport en commun à l'heure de pointe (kilomètres-voyageurs)	Environnement Canada, <i>Document de base sur le changement climatique - Tables du transport</i> , Ottawa, 1998	Selon la Commission des transports d'Ottawa, 65 % du total des kilomètres-voyageurs sont enregistrés à l'heure de pointe; par conséquent, la demande de transport en commun à l'heure de pointe est réputée constituer 65 % du total des kilomètres-voyageurs au regard du transport en commun.
Demande de transport en commun aux heures creuses (passagers-kilomètres)	Environnement Canada, <i>Document de base sur le changement climatique - Tables du transport</i> , Ottawa, 1998	Selon la Commission des transports d'Ottawa, 35 % du total des kilomètres-voyageurs sont enregistrés en période creuse; par conséquent, la demande de transport en commun aux heures creuses est réputée constituer 35 % du total des kilomètres-voyageurs au regard du transport en commun.
Longueur moyenne des trajets à l'heure de pointe - Transport en commun (km)	Association canadienne du transport urbain, <i>Répertoire statistique du transport en commun au Canada – données d'exploitation de 1999</i> , 1999	Total des kilomètres-voyageurs/total des voyageurs-trajets

Longueur moyenne des trajets aux heures creuses - Transport en commun (km)	Association canadienne du transport urbain, <i>Répertoire statistique du transport en commun au Canada – données d'exploitation de 1999, 1999</i>	Total des kilomètres-voyageurs/total des voyageurs-trajets
--	--	--

Tableau annexe 3 : Liste des sources des estimations pour Toronto et Montréal

Variable	Source de données	Remarques
Coûts d'exploitation du transport en commun (heures de pointe et heures creuses, \$ / kilomètre-voyageur)	Association canadienne du transport urbain, <i>Répertoire statistique du transport en commun au Canada – données d'exploitation de 1999, 1999</i>	Coûts d'exploitation totaux à Toronto et à Montréal, divisés par le nombre total de kilomètres-voyageurs dans chaque ville
Demande de transport par automobile à l'heure de pointe (kilomètres-voyageurs)	Association canadienne du transport urbain, <i>Répertoire statistique du transport en commun au Canada – données d'exploitation de 1999, 1999</i>	Selon des données nationales pour le Canada, le nombre de kilomètres-voyageurs associés à l'automobile est 18,5 fois plus élevé que le nombre de k.-v. associés au transport en commun. Donc, si l'on multiplie le nombre total de k.-v. associés au transport en commun à Toronto et à Montréal par 18,5, on obtient une estimation de la demande globale de transport par automobile (en kilomètres-voyageurs) dans chaque ville. La demande de transport par automobile à l'heure de pointe correspond à 65 % de ce nombre.
Demande de transport en commun à l'heure de pointe (Autobus ou rail, kilomètres-voyageurs)	Association canadienne du transport urbain, <i>Répertoire statistique du transport en commun au Canada – données d'exploitation de 1999, 1999</i>	65 % du total des kilomètres-voyageurs au regard de l'autobus et du rail à Toronto et à Montréal sont imputés à l'heure de pointe.
Demande de transport en commun aux heures creuses (Autobus ou rail, kilomètres-voyageurs)	Association canadienne du transport urbain, <i>Répertoire statistique du transport en commun au Canada – données d'exploitation de 2000, 2000</i>	35 % du total des kilomètres-voyageurs au regard de l'autobus et du rail à Toronto et à Montréal sont imputés à la période creuse.
Longueur moyenne des trajets à l'heure de pointe - Transport en commun (km)	Association canadienne du transport urbain, <i>Répertoire statistique du transport en commun au Canada – données d'exploitation, 2001</i>	Total des kilomètres-voyageurs/total des voyageurs-trajets (Toronto ou Montréal)
Longueur moyenne des trajets aux heures creuses - Transport en commun (km)	Association canadienne du transport urbain, <i>Répertoire statistique du transport en commun au Canada – données d'exploitation, 2002</i>	Total des kilomètres-voyageurs/total des voyageurs-trajets (Toronto ou Montréal)