

De la légitimité du transport en commun au Québec: un exemple simple de mesure de ses contributions au développement durable

Neuvièmes rencontres francophones Est-Ouest de socio-économie des transports

Catherine Morency, Professeure adjointe

Téléphone: 514-340-4711 p.4502

cmorency@polymtl.ca

Louiselle Sioui, étudiante au doctorat

Téléphone: 514-340-4711 p.4157

louiselle.sioui@polymtl.ca

École Polytechnique de Montréal

Département des génies civil, géologique et des mines

C.P. 6079, succursale Centre-ville, Montréal (Québec), H3C3A7, Canada

1 INTRODUCTION

Par les temps qui courent, l'intérêt envers le développement durable est en constant essor. Effectivement, les autorités locales, régionales et nationales cherchent des moyens d'opérationnaliser ce courant conceptuel. Au Québec, d'ailleurs, les institutions gouvernementales se sont dotées récemment de politiques visant justement à internaliser le concept de développement durable dans le processus décisionnel.

En 2006, le gouvernement du Québec (2006) a fait adopter la *Loi sur le développement durable* dont le but est de définir un nouveau cadre pour la gestion des projets. Cette loi a mené à l'adoption, en 2007, de la *Stratégie du développement durable 2008-2013* qui propose des orientations stratégiques.

Cette dernière a été suivie par le *Plan d'action de développement durable 2008-2013* (MDDEP, 2008) définissant les objectifs et les actions reliés aux orientations proposées.

De plus, la *Loi sur le développement durable* (Gouvernement du Québec, 2006) implique que chaque ministère et institution publique doive présenter sa propre stratégie de développement durable, contenant des objectifs et actions spécifiques, ainsi que des cibles à atteindre.

Ainsi, les besoins en terme de recherche autour de la définition et de la mesure de la durabilité, notamment le transport durable, sont nombreux et urgents. Le mouvement efficace des biens et des personnes est un élément-clé de l'économie urbaine.

L'importance des transports en commun fait plutôt consensus dans les discours politiques actuels. Néanmoins, ce discours politique diverge significativement de la réalité opérationnelle; le financement suffisant et pérenne des réseaux de transport en commun n'est toujours pas assuré. Ceci crée un climat d'incertitude pour les réseaux de transport en commun et limitent les possibilités d'expansion. Cette discordance entre le discours et la réalité est encore plus marquée dans les petites et moyennes communautés qui parviennent difficilement à maintenir un niveau de service minimal sur leurs réseaux. Dans ce contexte, il est difficile, voire impossible, d'améliorer le service et ainsi inciter à un transfert modal.

Devant cette instabilité financière, les principales sociétés de transport en commun du Québec, regroupées au sein de l'ATUQ (Association du transport urbain du Québec), ont décidé de démontrer les différentes contributions du transport en commun en regard du développement durable. Initié en 2008, le

processus a pour but d'illustrer le rôle et les contributions des réseaux de transport en commun dans les cinq principales régions du Québec.

Le projet-pilote s'articule autour de deux phases successives: 1) dresser une revue de littérature traitant des principales contributions des sociétés de transport en commun au développement durable et identifier les principaux indicateurs pour estimer ces contributions et 2) estimer les contributions au développement durable des sociétés de transport en commun du Québec en utilisant des indicateurs clé.

Cet article insiste sur la démarche et les résultats découlant de la seconde phase mais propose d'abord une synthèse des principales conclusions de la revue de littérature menée a priori. L'article présente un ensemble d'indicateurs ayant été sélectionnés aux fins d'estimations, les données nécessaires et la méthodologie d'estimation. Certaines estimations sont présentées à titre de démonstration et des raffinements possibles sont proposés. Une discussion est ensuite proposée.

2 CONTRIBUTIONS À LA DURABILITÉ

Une revue de littérature détaillée a montré que les réseaux de transport en commun ont plusieurs impacts positifs au niveau individuel, collectif, local et métropolitain.

2.1 Économie à grande échelle

Sur une échelle globale, le transport en commun agit comme stimulant pour l'économie et ce, pour diverses raisons. Premièrement, le transport en commun est créateur d'emplois. Il a été estimé, aux É.-U, qu'un investissement en transport en commun crée 19% plus d'emplois qu'un investissement en infrastructures routières (STPP, 2004). En outre, les villes possédant un bon réseau de transport en commun ont un avantage touristique: les principaux sites touristiques sont plus accessibles pour les touristes qui sont souvent non-motorisés.

De plus, un lien a été démontré entre la présence de service de transport en commun et de hautes valeurs foncières. Effectivement, les propriétés situées près des réseaux de transport en commun sont plus accessibles. Haider et Miller (2000), ont démontré que des maisons situées près d'une station de métro de Toronto ont une valeur foncière plus élevée de 4 000 \$ par rapport à des maisons comparables, et ce grâce à un plus grand niveau d'accessibilité.

2.2 Économie des ménages

Grâce à un coût de transport moins élevé, le transport en commun allège le fardeau fiscal des ménages. Même si le ménage possède une voiture, l'utilisation du transport en commun retarde l'usure de celle-ci, permet d'économiser de l'essence et, dans certains cas, de réduire les coûts de stationnement. Ceci est un facteur important car les ménages allouent une part significative de leur budget aux dépenses en transport, dépense qui vient après le loyer et avant les dépenses en nourriture (ISQ, 2007). En outre, les usagers du transport en commun sont moins affectés par la hausse des prix de l'essence. D'ailleurs, durant le premier trimestre de 2008, à la suite de la hausse des prix de l'essence, l'utilisation du transport en commun s'est accrue de 3,4% aux États-Unis (APTA, 2008).

2.3 Utilisation du sol

Les infrastructures de transport occupent un espace important qui pourrait être affecté à d'autres usages. Aux États-Unis, il a été estimé que l'étalement urbain et la construction de routes consomment 600 000 ha de couche arable (STPP, 2003). Or, les infrastructures de transport en commun ont une plus grande capacité et occupent moins d'espace. Selon Stambouli (2007), la capacité d'une autoroute à trois voies est approximativement la même que celle d'un train léger sur rail moderne. La capacité de celle-ci est en fait de deux à trois fois celle d'une voie réservée avec autobus articulés.

Les infrastructures de transport ne sont pas les seules infrastructures pour automobiles à consommer de l'espace: les aires de stationnement en nécessitent également beaucoup. Newman et

Kenworthy (2007) estiment qu'une ville dont les comportements de mobilité dépendent grandement de l'automobile requiert de 5 à 8 cases de stationnement (résidentiel et non résidentiel) par voiture.

2.4 Pollution de l'air

L'un des principaux impacts environnementaux du transport est la pollution de l'air qui contribue notamment à l'effet de serre et au smog. Au Québec, le transport est responsable de 38,7% de toutes les émissions de GES (2005) alors que le transport routier est responsable de 80% de ces mêmes émissions (Transports Québec, 2007).

Effectivement, le transport en commun est moins polluant que les voitures car il est plus efficace. Lorsqu'utilisé à capacité, le bus et le train sont de 3 à 5 fois plus efficaces qu'une voiture, selon une perspective de coût de l'énergie (UITP, 2004).

L'impact d'un utilisateur de transport en commun est moindre que celui d'un utilisateur de voiture. En 2008, l'APTA estimait qu'un voyageur américain choisissant le transport en commun plutôt que la voiture, réduisait ses émissions de GES de 4 800 lbs par année. Or, le gaz carbonique n'est pas le seul polluant émis lors de la combustion d'énergie fossile: particules, oxydes d'azote, composés organiques volatiles, etc. Le transport en commun, en comparaison avec la voiture, produit 95% moins de monoxyde de carbone, 90% moins de composés organiques volatiles et 50% moins de dioxydes de carbone et d'azote par passager-mile (Shapiro, Hassett et Arnold, 2002).

2.5 Santé publique

La pollution de l'air a plusieurs impacts négatifs sur la santé publique. Plusieurs troubles respiratoires, notamment l'asthme, sont liés à la pollution de l'air. À Toronto (2004), annuellement, la pollution de l'air causée par la circulation est considérée responsable de 440 décès, 1700 hospitalisations, 1200 bronchites chroniques chez les enfants et 244 visites à l'urgence pour troubles respiratoires, 67 000 personnes-jours avec des symptômes respiratoires aigües, 68 000 personnes-jours avec des symptômes asthmatiques et 200 000 personnes-jours avec des restrictions d'activité physique (Toronto Public Health, 2007).

La pollution de l'air fait également augmenter les risques de mortalité attribuable aux maladies cardiovasculaires et vasculaires cérébrales au sein des résidents exposés à de l'air pollué par la circulation. Cet impact a notamment été observé à Hamilton entre 1985 et 1999 (Finkelstein, Jerrett et Sears, 2005).

Les autres impacts négatifs sont nombreux, allant même jusqu'à réduire le poids des nouveau-nés de mères ayant été exposées à de l'air pollué durant leur grossesse (Bell, Ebisu et Belanger, 2007).

2.6 Activité physique

Les déplacements effectués en transport en commun sont plus fortement liés à la marche que les déplacements en automobile. Selon une étude américaine, les utilisateurs du transport en commun marchent en moyenne 19 minutes par jour pour se rendre et revenir des arrêts de transport en commun (Besser et Dannenberg, 2005). De plus, Wener et Evans (2007) ont démontré que les navetteurs utilisant les trains de banlieue marchent 30% plus que ceux utilisant leur voiture. À Montréal, Morency et al. (2009) ont estimé que chaque déplacement fait en transport en commun impliquait en moyenne 1250 pas à parcourir aux nœuds d'accès (origine et destination) ainsi qu'aux points de correspondance.

2.7 Autres impacts sociaux

Le transport en commun est plus sécuritaire que les voitures: le taux d'accident mortel (nombre de décès par passager-km) des utilisateurs de transport en commun est beaucoup moins élevé que celui des automobilistes (Litman, 2008).

De plus, tel que mentionné précédemment, la possession automobile est un fardeau financier important pour les ménages, notamment pour ceux à faible revenu. Grâce au transport en commun, ces

ménages ont accès à de nombreux endroits publics et lieux d'activité. En plus des gens à faible revenu, d'autres segments de population tels les aînés et les jeunes bénéficient du transport en commun (Guiliano, Hu et Lee, 2001).

Également, l'omniprésence des voitures, les infrastructures routières et les bruits qu'elles engendrent réduit la qualité de vie dans certains quartiers (Blanchard et Nadeau, 2007). En fait, les villes se classant premières parmi celles ayant la meilleure qualité de vie (Zurich, Genève, Vienne, Vancouver) ont toutes de très bons systèmes de transport en commun.

2.8 Congestion

La congestion aggrave chacun de ces impacts négatifs. En plus de causer des retards et des pertes économiques, celle-ci se traduit par gaspillage d'essence et génère par conséquent davantage de pollution dans l'air. La consommation d'essence due à la congestion a été estimée entre 470 et 567 millions de litres annuellement pour 9 régions canadiennes. La consommation de ces litres d'essence génère l'émission d'entre 1,16 et 1,39 million de tonnes de GES annuellement (Transports Canada, 2007).

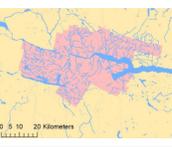
3 SYSTÈME D'INFORMATION

L'étude a été mandatée par l'ATUQ (Association des transports du Québec), qui regroupe les neuf sociétés de transport en commun du Québec. Celles-ci opèrent dans six régions métropolitaines: Montréal : Québec, Gatineau (QC), Sherbrooke, Trois-Rivières et Saguenay.

La majorité des indicateurs estimés se basent sur des données recueillies lors d'enquêtes Origine-Destination régionales de grande envergure, effectuée cycliquement dans ces régions, à l'exception de Saguenay qui n'en a aucune. Ces enquêtes contiennent de nombreux renseignements sur les ménages (lieu de résidence, possession automobile, etc.), les personnes (permis de conduire, âge, genre, lieu habituel de travail, etc.) et leurs habitudes de déplacement (tous les déplacements effectués lors d'une journée particulière, avec pour chaque déplacement : heure de départ, motif du déplacement, lieux d'origine et de destination du déplacement, séquence des modes utilisés, etc.). En utilisant ces données, il est possible d'étudier la structure spatio-temporelle des déplacements et systèmes d'activités des personnes et ménages. Dans la région montréalaise, de telles enquêtes ont été effectuées environ chaque cinq ans depuis 1970 à un niveau d'échantillonnage de 5%. L'échelle (échantillonnage de 5 à 11%) et le cycle (une fois, quinquennale, décennale) de ces enquêtes varient selon les régions. Aussi, le décalage entre les enquêtes disponibles (2000 à 2006) complexifie la comparaison entre les régions ainsi que le fait qu'une d'entre elles a été effectuée lors du printemps alors que toutes les autres ont été effectuées à l'automne.

Le Tableau 1 résume les faits saillants des six plus importantes régions du Québec. D'abord, la région de Montréal rassemble la moitié de la population du Québec, ce qui se traduit par enjeux plus complexes en matière de transport. Outre leur taille, les régions se distinguent par la densité de population (plus faible dans les plus petites régions), la composition de leur population résidante (parts de personnes âgées et jeunes, âge moyen) ainsi que le type de ménage (revenus, taille, proportion de personnes seules). Cette diversité est aussi un élément critique lorsque vient le temps d'identifier les multiples contributions des réseaux de transport en commun puisque ceux-ci peuvent jouer des rôles différents selon le type de région.

Tableau 1. Principales caractéristiques des régions à l'étude

Régions	Montréal	Québec	Gatineau (QC)	Sherbrooke	Trois-Rivières	Saguenay
						
Surface (km²)	4 259	3 277	2 442	1 232	880	1 754
Population	3 635 570	715 515	283 960	186 950	141 530	151 640
Densité de la population (/km²)	853,6	218,4	116,3	151,8	160,8	86,5
Nombre de ménages	1 525 630	316 535	115 925	82 745	63 895	64 355
% de personnes vivant seules	31,6%	32,9%	27,0%	34,0%	34,7%	28,8%
Nombre de personnes par ménage	2,3	2,2	2,4	2,2	2,2	2,3
Revenu médian annuel des ménages (2005, \$, avant impôt)	47 979	49 622	57 214	42 262	40 617	46 410
% entre 0-14 ans	17,1%	15,1%	18,5%	16,7%	14,8%	15,4%
% de 65 ans et plus	13,6%	14,4%	10,0%	14,5%	17,0%	15,1%
Âge médian	39,3	41,7	38,2	40,2	43,8	43,4
Ratio hommes/femmes	0,94	0,93	0,95	0,93	0,92	0,96

Les autres sources de données qui ont été exploitées dans le cadre de cette étude sont:

- En provenance de la SAAQ (Société de l'assurance automobile du Québec): 1) nombre de véhicules immatriculés, par classe, au niveau des codes postaux, 2) nombre d'accidents automobiles et de victimes (2006)
- En provenance de Statistique Canada: 1) recensement canadien de 2001, 2) fichier routier principal
- En provenance des sociétés de transport en commun: 1) localisation spatiale des arrêts de transport en commun, 2) tarif du laissez-passer mensuel local
- En provenance de Association Canadienne des Automobilistes - Québec (CAA-Québec) : Coûts moyens reliés à l'utilisation et la possession d'un véhicule
- En provenance du Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) : Indice de la qualité de l'air

Il importe de mentionner que les données provenant de la SAAQ et de Statistique Canada sont disponible de manière uniforme pour chacune des régions, ce qui est très utile afin de faire une comparaison à l'échelle du Québec. Par contre, les données sur la localisation des arrêts de transport en commun étaient très variables d'une société à l'autre et un prétraitement a dû être effectué. Les données sur la géométrie de lignes et sur le niveau de service n'étaient pas toutes disponibles en un format utilisable.

Malgré la simplicité des méthodes d'estimation de différents indicateurs, le procédé d'estimation est complexe en raison de la diversité des formats de données, de la variété des contextes urbains à considérer et du nombre de fichiers de données à intégrer (6 régions, 9 sociétés de transport, 5 enquêtes OD régionales, etc.).

4 INDICATEURS SÉLECTIONNÉS

La première phase du projet consistait en une revue de littérature détaillée de la contribution du transport en commun au développement durable en vue de dresser un inventaire des indicateurs les plus pertinents qui permettent de quantifier ces contributions. À l'aide de cet inventaire, un sous-ensemble d'indicateurs à été sélectionné pour une estimation dans le contexte québécois (voir Figure 1).

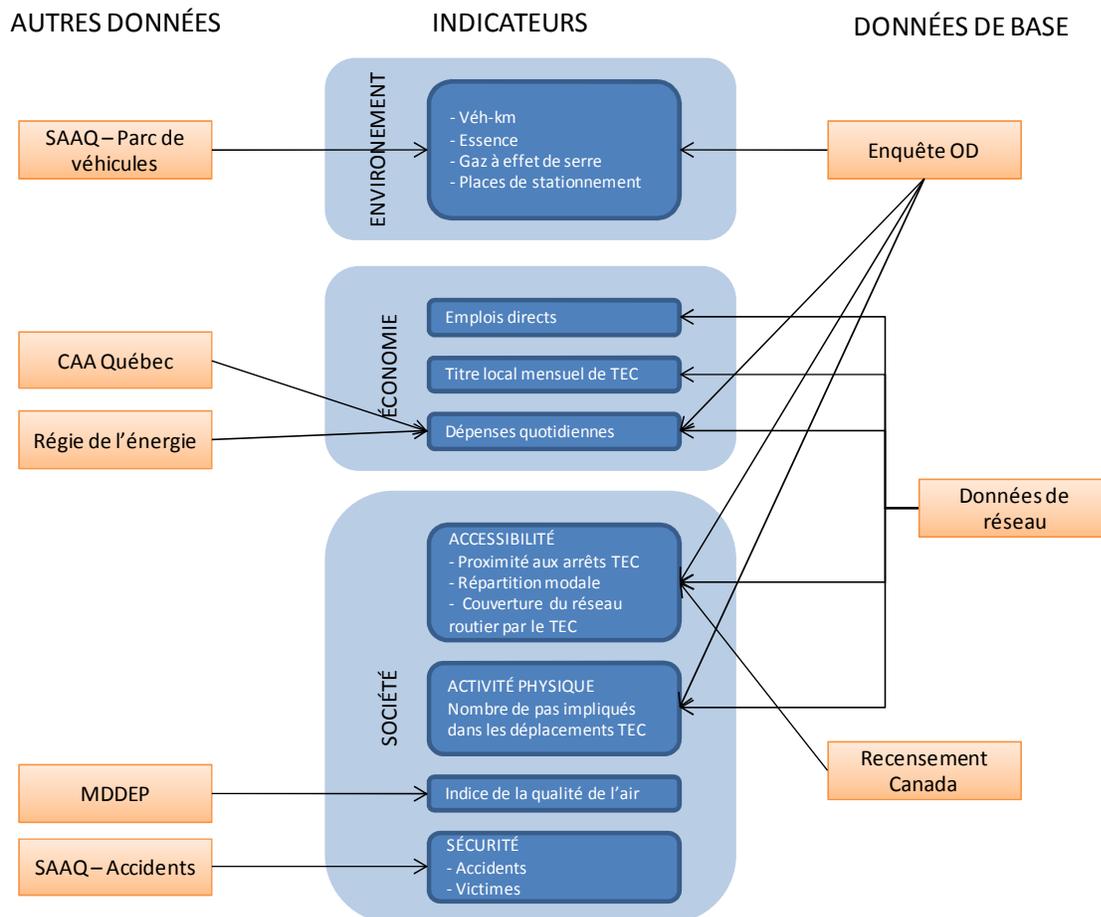


Figure 1. Représentation schématique des indicateurs sélectionnés et des ensembles de données reliés

Le processus requiert que ces estimations soient disponibles à l'échelle provinciale (Québec) et à l'échelle locale (pour chaque région). Aussi, puisque que les résultats doivent être compréhensibles pour les administrateurs, la méthodologie d'estimation et les hypothèses sous-jacentes doivent être formulées de manière simple. De plus, un budget limité et la courte durée du projet limitent les possibilités de collecte de nouvelles données. Le processus repose donc sur des données déjà disponibles.

4.1 Économies quotidiennes

Les dépenses des ménages reliées à l'utilisation d'une automobile sont nombreuses et comptent pour une part importante des dépenses totales des ménages, notamment ceux à faible revenu. Les dépenses peuvent être discernées selon deux catégories : les coûts fixes liés à la possession d'une voiture, lesquels étant indépendants du taux d'utilisation (achat, assurances, permis de conduire, immatriculation, amortissement, coût de financement), et les coûts variables pour la plupart découlant du kilométrage parcouru (essence, entretien, pneus, etc). En comparaison avec un tel fardeau financier, les tarifs du transport en commun apparaissent peu élevés.

4.1.1 Données et méthodologie d'estimation

Les données des enquêtes OD sont utilisées pour estimer l'usage quotidien des véhicules automobiles (lors d'une journée moyenne de semaine en automne pour la majorité des régions sauf Sherbrooke dont l'enquête porte sur les jours de printemps). Les guides automobiles ainsi que les données de la SAAQ procurent les estimations des consommations d'essence des véhicules. La Régie de l'énergie compile le coût moyen de l'essence par mois et par région. Les autres coûts fixes et variables pour les voitures sont estimés à partir de données fournies par CAA-Québec pour un véhicule, qui fixe un niveau d'utilisation moyen de 18 000 km par année et une catégorie type de véhicule. Cette dernière simplification est la plus importante. Quant au coût du transport en commun, il a été dérivé du coût d'un titre mensuel au tarif régulier local. D'ailleurs, le transport en commun n'a qu'un coût fixe.

La différence entre le coût moyen quotidien pour la voiture et celui pour le transport en commun a été estimée en considérant les deux types de coûts engendrés (coûts fixes et variables). L'estimation des économies du transport en commun par rapport à l'automobile est simplement la différence entre les deux estimations, et ce pour chacune des régions.

Le Tableau2 résume le processus d'estimation. D'un côté, le coût quotidien lié à l'utilisation d'une voiture dépend de plusieurs facteurs tels le kilométrage parcouru, la consommation d'essence inhérente (type de voiture, comportement du conducteur), le coût de stationnement, le coût des assurances (dépendant également du comportement du conducteur, de la région, etc.). Pour fins d'estimations, les coûts variables sont le produit des coûts d'utilisation par kilomètre parcouru (coûts liés à l'essence, l'entretien et l'usure des pneus) et du kilométrage moyen parcouru quotidiennement, distance qui varie selon la région de domicile.

Le coût unitaire, par kilomètre, de l'essence [CUessence] varie en fonction du prix de l'essence (observé dans chaque région) et de la consommation moyenne des véhicules de la région considérée [Conso_reg]. Les données disponibles ont en effet permis d'observer que les préférences en matière de type de véhicule changent selon les régions et le lieu de résidence au sein de la région.

Pour les fins de cette étude, la SAAQ a fourni, pour chaque code postal, la distribution des véhicules par catégorie de poids. La première étape consiste à déterminer la consommation moyenne des véhicules par catégorie [Conso_k_i]. À cette fin, les voitures les plus communes par catégorie ont été identifiées et la moyenne de leur consommation d'essence a été imputée à leur catégorie respective. La consommation moyenne d'essence par code postal [Conso_CP_i] est la moyenne pondérée de la consommation moyenne des véhicules par catégorie, pondération basée sur la distribution du nombre de véhicules dans chaque catégorie de poids. Finalement, la consommation moyenne d'essence régionale [Conso_reg] est la moyenne pondérée au niveau régional, selon le nombre de voitures possédées dans chaque code postal.

Pour l'utilisation du transport en commun, une simple hypothèse uniforme a été utilisée, car le nombre de passages moyen par laissez-passer n'est pas une information publiquement accessible. Le tarif mensuel a donc été divisé par 30 jours, moyen d'amortissement du coût.

Tableau2. Méthodologie d'estimation des économies quotidiennes de l'utilisation du transport en commun en comparaison avec l'utilisation d'une voiture.

INDICATEUR: Économie d'argent grâce au transport en commun																																																									
Économie d'argent = Coût Auto - Coût Bus																																																									
COÛT AUTO	<p>1 Kilométrage moyen en automobile par les résidents d'une région (par jour) [Enquête Origine-Destination]</p> $\text{Km moyen} = \frac{\text{Somme distances des déplacements auto}}{\text{Somme de personnes ayant fait un dépl. auto}}$																																																								
	<p>2 Coût unitaire moyen de l'essence par région (par kilomètre) [SAAQ et Guides de l'auto]</p> <p>Consommation moyenne par région [Conso reg] = = Moyenne des consommations par code postal [Conso CP] pondérée par le nombre de véhicules par code postal</p> <p>Détails du calcul de Conso CP:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Catégorie de poids K</th> <th>Modèles de véhicules (représentants choisis)</th> <th>Moy. Conso. par catégorie</th> <th>Nb de véh. par catégorie K</th> <th>Moy. Conso. par code postal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">K₁ AUTOMOBILE (1001-1500 KG)</td> <td>Modèle A</td> <td rowspan="4">Conso K₁ = Moyenne des Conso m</td> <td rowspan="4">Nb véh K₁</td> <td rowspan="4">Conso CP = Moyenne des Conso K pondérée par Nb véh K</td> </tr> <tr> <td>...</td> </tr> <tr> <td>YARIS Conso m₁</td> </tr> <tr> <td>COROLLA Conso m₂</td> </tr> <tr> <td></td> <td>NISSAN VERSA Conso m₃</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>...</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Modèle N</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>...</td> <td>...</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="4">K_n CAMIONNETTE</td> <td>Modèle A</td> <td rowspan="4">Conso K_n = Moyenne des Conso m</td> <td rowspan="4">Nb véh K_n</td> <td rowspan="4">Conso CP = Moyenne des Conso K pondérée par Nb véh K</td> </tr> <tr> <td>...</td> </tr> <tr> <td>DODGE RAM Conso m₁</td> </tr> <tr> <td>DODGE DAKOTA Conso m₂</td> </tr> <tr> <td></td> <td>FORD RANGER Conso m₃</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>...</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Modèle N</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Catégorie de poids K	Modèles de véhicules (représentants choisis)	Moy. Conso. par catégorie	Nb de véh. par catégorie K	Moy. Conso. par code postal	K ₁ AUTOMOBILE (1001-1500 KG)	Modèle A	Conso K ₁ = Moyenne des Conso m	Nb véh K ₁	Conso CP = Moyenne des Conso K pondérée par Nb véh K	...	YARIS Conso m ₁	COROLLA Conso m ₂		NISSAN VERSA Conso m ₃					...					Modèle N							K _n CAMIONNETTE	Modèle A	Conso K _n = Moyenne des Conso m	Nb véh K _n	Conso CP = Moyenne des Conso K pondérée par Nb véh K	...	DODGE RAM Conso m ₁	DODGE DAKOTA Conso m ₂		FORD RANGER Conso m ₃					...					Modèle N			
	Catégorie de poids K	Modèles de véhicules (représentants choisis)	Moy. Conso. par catégorie	Nb de véh. par catégorie K	Moy. Conso. par code postal																																																				
	K ₁ AUTOMOBILE (1001-1500 KG)	Modèle A	Conso K ₁ = Moyenne des Conso m	Nb véh K ₁	Conso CP = Moyenne des Conso K pondérée par Nb véh K																																																				
...																																																									
YARIS Conso m ₁																																																									
COROLLA Conso m ₂																																																									
	NISSAN VERSA Conso m ₃																																																								
	...																																																								
	Modèle N																																																								
...	...																																																								
K _n CAMIONNETTE	Modèle A	Conso K _n = Moyenne des Conso m	Nb véh K _n	Conso CP = Moyenne des Conso K pondérée par Nb véh K																																																					
	...																																																								
	DODGE RAM Conso m ₁																																																								
	DODGE DAKOTA Conso m ₂																																																								
	FORD RANGER Conso m ₃																																																								
	...																																																								
	Modèle N																																																								
	<p>3 Coût moyen par kilomètre de l'essence par région [SAAQ et Régie de l'énergie]</p> $\text{CUessence} = \frac{\text{Conso reg}}{\text{Prix essence annuel moyen de la région}}$																																																								
	<p>4 Coûts auto quotidien</p> <p>Coût auto = Coûts variables + Coûts fixes (CUessence + CUentretien + CU pneus) x Km moyen + Cfixes</p>																																																								
COÛT BUS	<p>Coût bus = $\frac{\text{moyenne du prix de vente des titres locaux mensuel}}{30 \text{ jours}}$</p>																																																								

4.1.2 Résultats et raffinements possibles

Les estimations montrent qu'en moyenne, les utilisateurs du transport en commun économisent entre 17,95 \$ et 19,04 \$ par jour en utilisant le transport en commun au lieu de la voiture. La Figure 2 compare les coûts pour chaque région.

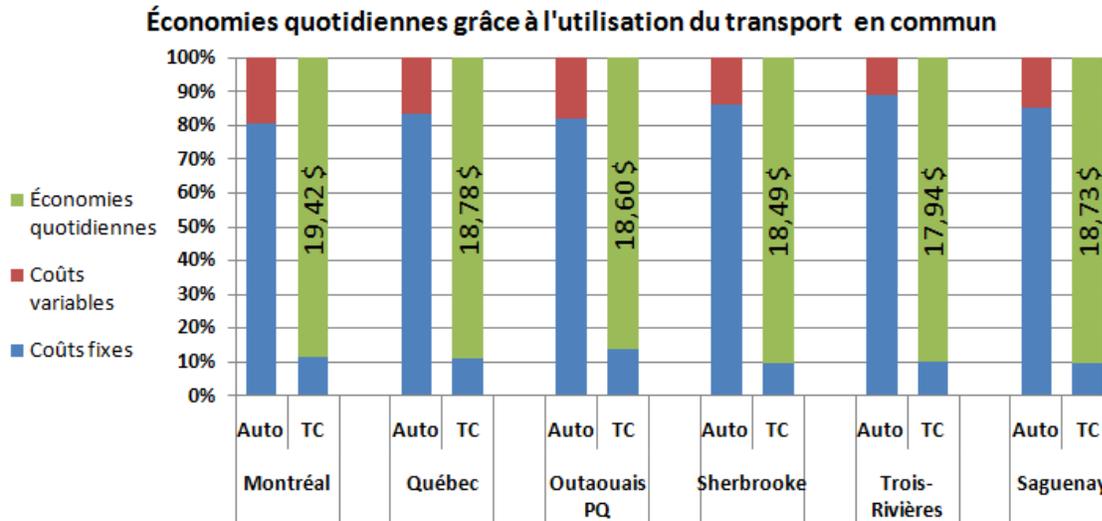


Figure 2. Économies quotidiennes des ménages grâce à l'utilisation du transport en commun en comparaison avec l'achat et l'utilisation d'une voiture

Évidemment, puisque les enquêtes OD ne contiennent que des estimations pour un jour moyen de semaine (généralement d'automne, sauf Sherbrooke), il n'est pas possible simple d'extrapoler ces données à l'échelle d'une année. Les comportements de déplacement varient significativement pendant l'année (phénomène saisonnier), tant les distances parcourues que la structure spatio-temporelle des activités et le choix modal. En outre, ces enquêtes régionales ne couvrent pas les déplacements de longue-distance (interrégionaux) pouvant augmenter significativement le nombre de kilomètres parcourus sur une base annuelle.

Aussi, il est bien connu et documenté que les comportements varient entre les ménages selon les diverses caractéristiques de celui-ci telles que la taille, la localisation, le revenu, etc. À l'échelle à laquelle les estimations sont effectuées, ceci n'est pas pris en compte, ni le fait que certaines personnes choisissent ou ont accès à d'autres types de tarification pour le transport en commun comme les tarifs réduits ou régionaux. Les différentes zones tarifaires auraient pu être prises en compte afin de raffiner l'indicateur ainsi que la pondération de la consommation moyenne d'essence basée sur la distance moyenne parcourue au niveau des codes postaux. Ainsi, il serait plus opportun de simplement produire des estimations davantage désagrégées au lieu d'une moyenne unique par région.

4.2 Ressources et émissions évitées

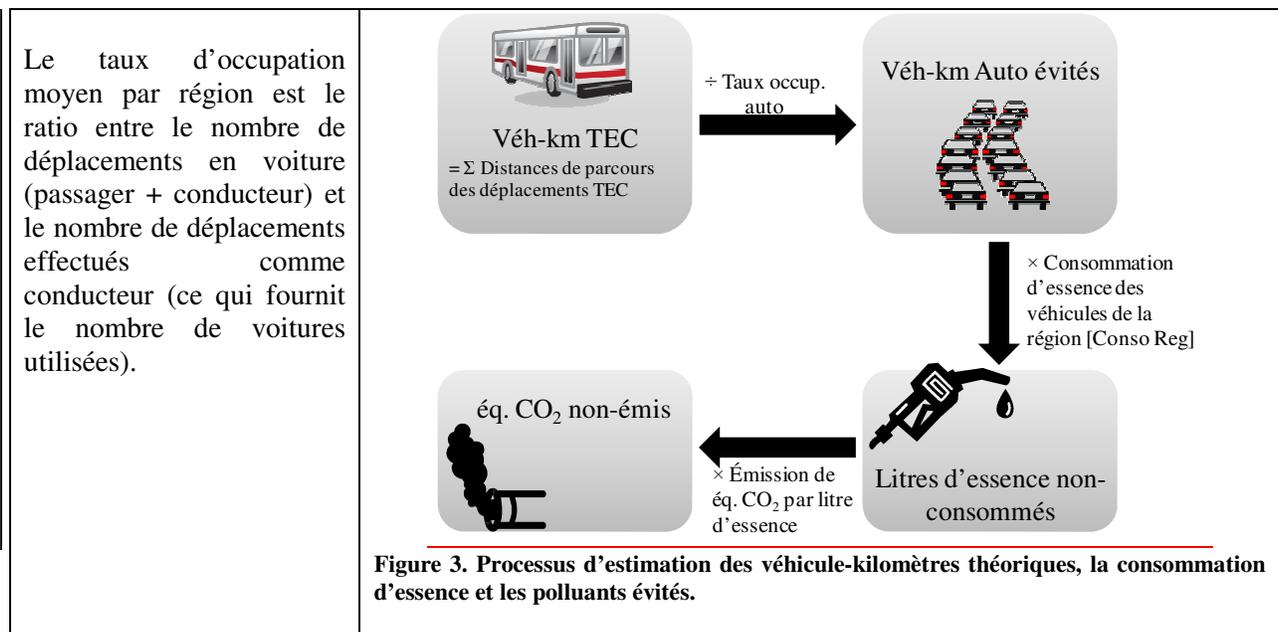
En théorie, les déplacements effectués en transport en commun auraient pu être effectués à l'aide d'une voiture. Le fait que certains individus choisissent de faire leurs déplacements en transport en commun évite ainsi la consommation d'essence et l'émission de polluants. Cet exercice théorique est traduit en véhicule-kilomètres évités, consommation d'essence évitée, consommation d'espace évitée, etc.

4.2.1 Données et méthodologie d'estimation

L'échantillon de déplacements en transport en commun convertis en véhicules-kilomètres théoriques est extrait du fichier de déplacements de l'enquête OD. Un taux moyen d'occupation des véhicules est également utilisé dans ce jeu de données.

La Figure 3 résume la méthodologie utilisée dans l'estimation de la quantité de ressources et d'émissions ayant été évitées par l'utilisation du transport en commun par la population. Ceci doit être vu comme un impact théorique, toutes choses étant égales par ailleurs et sous l'hypothèse que tous les individus se comporteraient comme ils le font actuellement, nonobstant leur choix modal : les usagers du transport en commun changeraient simplement tous simultanément de mode de transport durant une journée moyenne de semaine. Ceci n'est pas possible en pratique puisqu'advenant un tel changement modal, les conditions typiques de circulation seraient affectées (offre de TEC, congestion, etc.) et le comportement de tous les voyageurs incidemment.

Premièrement, le sous-ensemble des déplacements en transport en commun est extrait de tous les fichiers de déplacement d'enquêtes OD, et les distances à vol d'oiseau sont estimées à partir des points d'origine et de destination. Les distances sur le réseau routier n'ont pas pu être estimées étant donné la non-disponibilité, pour plusieurs régions, de réseaux de simulation et de modèles d'affectations permettant de tenir compte des conditions de circulation. Cette option est donc mise de côté pour l'instant. Ces passagers-kilomètres en TEC correspondent à des passagers-kilomètres évités en automobile. Pour chaque code postal, ils sont convertis en véhicules-kilomètres automobiles théoriques en utilisant le taux d'occupation moyen des véhicules pour chacune des régions. Les moyennes de consommations d'essence des véhicules pour chaque code postal, estimées précédemment, sont multipliées par le kilométrage évité pour estimer la consommation totale d'essence et les émissions d'équivalent CO₂ évitées, pour chaque région.



Un autre indicateur est dérivé de ce même processus : les places de stationnement théoriques évitées. Encore une fois, les déplacements en transport en commun sont convertis en déplacements en automobile en utilisant un taux d'occupation moyen, variable selon la région. Ces automobiles théoriques sont ensuite suivies dans le temps et l'espace et sont cumulées aux lieux de destination observés afin d'estimer le nombre de places de stationnement requises, pour toute la durée de l'activité (travail, magasinage, étude, etc.). Ceci crée un profil d'accumulation de véhicules duquel découle le nombre d'espaces de stationnement requis à savoir le maximum de véhicules simultanément stationnés.

4.2.2 Résultats et raffinements possibles

La Figure 4 présente la consommation d'essence évitée suivant l'hypothèse selon laquelle les gens choisissent d'utiliser le transport en commun au lieu d'une voiture ainsi que la pollution évitée y étant reliée, exprimée en équivalent CO₂ (241 g éq. CO₂/l d'essence). À l'échelle du Québec, cela représente

8,7 millions de véhicules-kilomètres, représentant 802 400 litres d'essence et 1 951 tonnes d'équivalent CO₂.

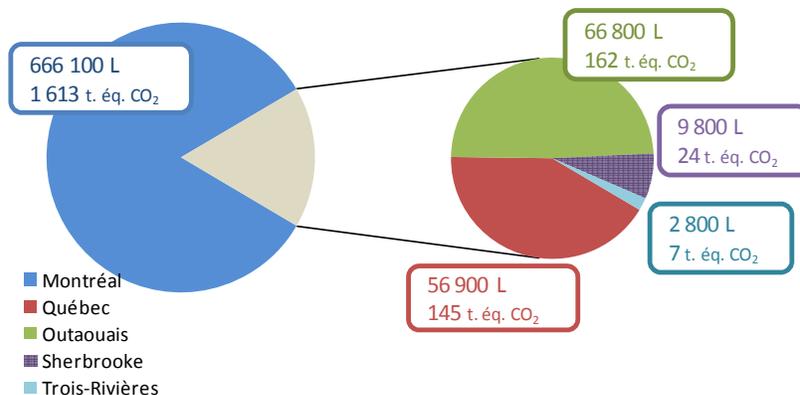


Figure 4. Consommation d'essence et équivalents CO₂ évités par le fait que des gens choisissent le transport en commun

Le suivi spatio-temporel des déplacements théoriquement faits en automobile se traduit en un profil d'accumulation de véhicule (PAV). À partir de ces outils, il est possible d'estimer le nombre d'heures de stationnement à destination ayant été évitées étant donné l'utilisation du transport en commun. Par exemple, l'accumulation de voitures dans la ville de Sherbrooke, pour une journée moyenne de semaine, se traduit en un nombre de 4 500 espaces de stationnement non requis (la valeur maximale étant atteinte entre 14h et 15h); cela représente quelques 41 300 heures de stationnement ayant été évitées par jour.

Encore une fois, ces estimations représentent une journée moyenne de semaine. Il n'est donc pas possible d'extrapoler ces données simplement pour obtenir une estimation annuelle. Aussi, tel que mentionné dans la méthodologie, une hypothèse importante est que toutes choses demeurent égales par ailleurs, ce qui ne serait pas le cas en réalité si un véritable changement modal s'opérait.

En regard des estimations, les raffinements possibles seraient :

- L'utilisation de distances sur le réseau routier au lieu de distances à vol d'oiseau. Ceci requerra que des fichiers de simulation du réseau routier deviennent disponibles pour toutes les régions à l'étude.
- L'utilisation de taux d'occupation des véhicules variables selon la position spatiale des destinations; en ce moment, un seul taux d'occupation moyen régional a été utilisé.
- La prise en compte du nombre actuel de voitures stationnées (en utilisant les déplacements automobiles conducteurs) pour produire un indicateur global de stationnements et l'économie découlant des déplacements en transport en commun (prise en compte de la capacité résiduelle d'espaces de stationnement, le cas échéant).

4.3 Sécurité

L'usage abusif de l'automobile a aussi de nombreux impacts négatifs sur la qualité de vie de la population. La sécurité est un aspect des déplacements quotidiens qui peut inquiéter les voyageurs. De plus, les victimes d'un accident nécessitent un suivi médical, plus ou moins coûteux selon la gravité de l'accident.

4.3.1 Données et méthodologie d'estimation

La SAAQ fournit les données au sujet des accidents de 2006. Ces données incluent les accidents impliquant des voitures et aussi des autobus, ainsi que les victimes (décès, blessés graves et légers) de ces accidents.

Avec l'information disponible, il n'est pas possible de comparer directement le nombre d'accidents impliquant une automobile avec celui impliquant un autobus, car le nombre total de déplacements et de kilomètres parcourus ne sont pas les mêmes pour chacun des modes. Or, actuellement, la distribution modale annuelle de ces déplacements est inconnue. En effet, les données sur les comportements de déplacement sont uniquement disponibles pour une journée moyenne de semaine alors que les accidents sont disponibles sur une base annuelle. Puisque que la conversion de l'une ou l'autre de ces jeux de données en un format temporel compatible n'est pas possible sans des limitations importantes, il a été décidé de faire une comparaison indirecte en utilisant les comportements quotidiens comme facteur de pondération des accidents annuels. Les ratios d'accidents annuels (accidents automobiles / accidents de transport en commun) sont comparés aux ratios de kilomètres parcourus quotidiennement (déplacements automobiles / déplacement en transport en commun).

4.3.2 Résultats et raffinements possibles

À Montréal, en utilisant des estimations provenant de l'enquête OD, on remarque que durant une journée moyenne de semaine, il y a quatre fois plus de déplacements en voiture que de déplacements en transport en commun. Par ailleurs, le nombre d'accidents automobiles par année est plus élevé, soit 74 fois le nombre d'accidents de transport en commun. Selon cette mesure, le risque d'accident en voiture est presque 20 fois supérieur à celui du transport en commun (ratio d'accidents de 74 vs ratio de déplacements de 4) (Figure 5).

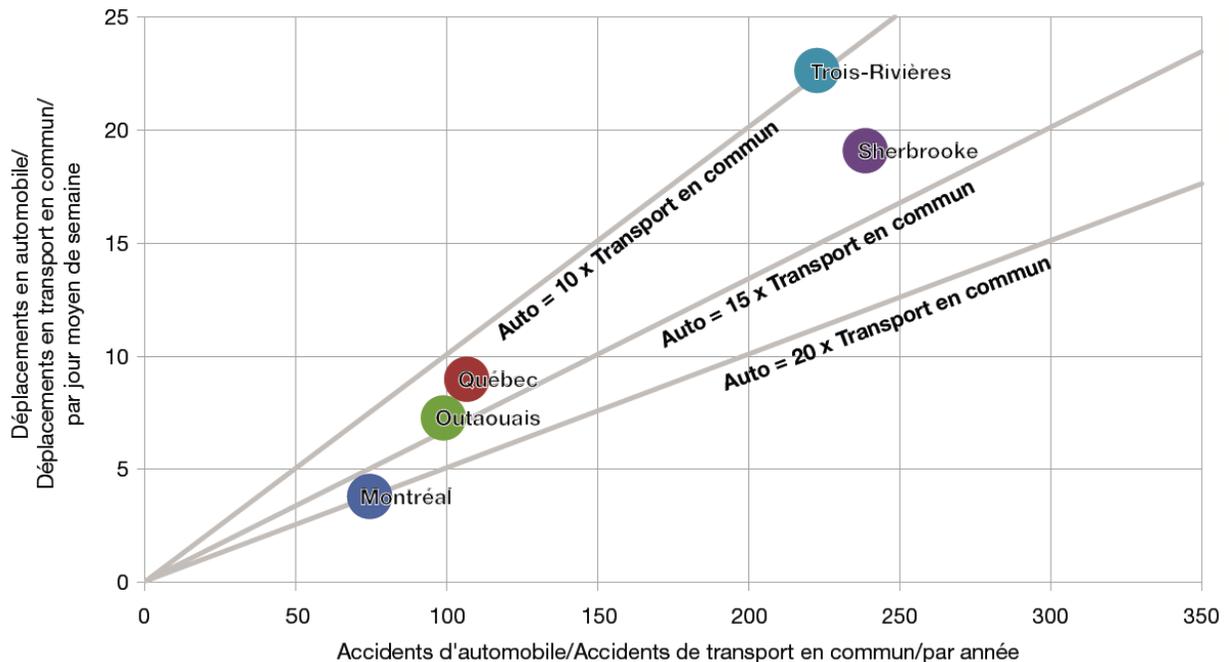


Figure 5. Relation entre le ratio de déplacements automobile vs transport en commun (quotidien) et entre les accidents d'automobiles vs les accidents de transport en commun (annuel)

Un raffinement simple de ce même indicateur serait d'utiliser le nombre de kilomètres parcourus par mode au lieu du nombre de déplacements. Ceci requerrait l'utilisation d'un simulateur de distances sur le réseau routier.

Évidemment, il serait nécessaire d'améliorer l'indicateur en utilisant une unité temporelle compatible, soit la base annuelle. Pour l'instant, seules les enquêtes OD sont disponibles afin d'estimer les comportements typiques mais ceux-ci ne sont valides que pour une journée moyenne de semaine. Aussi, l'utilisation d'une telle méthodologie ne tient pas compte des déplacements longue distance qui sont responsables d'une importante portion des accidents totaux. L'inclusion des déplacements de longue distance accroîtrait le ratio automobile/transport en commun et diminuerait la différence entre les risques.

4.4 Activité physique

L'obésité est devenue un sujet criant en Amérique du Nord. Le déficit d'activité physique constitue une partie de la cause du problème et peut être relié à l'utilisation croissante des modes de transport motorisés. Or, le transport en commun diffère de l'automobile étant donné la nécessité inhérente de devoir marcher pour aller et revenir des arrêts de transport en commun.

En utilisant des comportements typiques quotidiens, il est possible d'estimer la contribution du transport en commun au niveau quotidien d'activité physique.

4.4.1 Données et méthodologie d'estimation

Les déplacements observés en transport en commun proviennent des enquêtes OD pour cette estimation.

Pour chaque déplacement observé, la distance parcourue à pied pour aller et revenir d'un arrêt de transport en commun est estimée selon la méthode Manhattan, étant donné que les distances réseau ne sont pas disponibles. Ces distances sont converties en pas en utilisant des facteurs de conversion (longueur de foulée) par segment de population. Il est recommandé qu'un adulte marche environ 10 000 pas par jour (Tudor-Locke et Bassett, 2004). La contribution des déplacements en transport en commun est comparée à ces recommandations.

4.4.2 Résultats et raffinements possibles

Globalement, 83,7% des utilisateurs du transport en commun effectuent plus de 10% du niveau d'activité physique quotidien recommandé par le seul fait d'utiliser le transport en commun.

En ce moment, les distances parcourues entre les points de correspondance ne sont pas prises en compte. Ceci est principalement important pour la région de Montréal où le nombre de lignes empruntées est plus élevé et où les distances aux stations de métro sont parfois importantes. Il importe de mentionner que des estimations précises (distances sur le réseau routier, avec transferts) sont disponibles pour Montréal mais n'ont pas été introduites dans ce projet afin d'assurer la comparabilité entre régions. Ces analyses plus précises, conduites en 2009 (Morency, Demers et Lapierre, 2008), démontrent qu'à Montréal, la contribution est significative: les usagers font en moyenne 1 250 pas par déplacement en transport en commun ce qui correspond à environ 2 500 pas par jour, pour une journée moyenne de semaine.

Pour les autres régions, les estimations pourraient être améliorées par l'usage de distances calculées sur le réseau routier et par l'utilisation d'un simulateur de trajets de transport en commun afin d'obtenir une meilleure estimation des arrêts d'embarquement et débarquement. Pour l'instant, l'arrêt le plus près est utilisé à l'origine et à la destination.

4.5 Accessibilité

L'accessibilité devient un élément clé lorsque les autorités de transport en commun veulent évaluer la performance de leur réseau. Socialement, la plus grande contribution du transport en commun est de rendre possible à l'ensemble de la population la participation aux activités sociales. Le transport en commun offre une alternative de transport pour tous et joue un rôle social majeur.

4.5.1 Données et méthodologie d'estimation

Les données d'enquêtes OD, combinées à la localisation spatiale des arrêts de transport en commun, ont permis d'estimer l'accessibilité au transport en commun pour divers segments de population, selon leur lieu de résidence. Le réseau routier, combiné aux arrêts de transport en commun, est utilisé pour comparer la couverture du territoire par les routes et par le transport en commun.

D'abord, la proximité spatiale d'un arrêt de transport en commun agit comme une simple mesure de l'accessibilité des personnes au transport en commun. Des fonctions de SIG sont utilisées pour estimer cette couverture. Ce sont en fait les distances à vol d'oiseau entre le lieu de résidence (échantillon de l'enquête OD) et les arrêts de transport en commun qui sont estimées.

En outre, un second indicateur fait état de l'accessibilité aux lieux publics : la couverture du réseau de transport en commun par rapport au réseau routier. Il s'agit de la proportion de la surface de territoire couverte par le réseau routier qui est occupée par des arrêts de transport (Figure 6).

4.5.2 Résultats et raffinements possibles

En tout et pour tout, les réseaux de transport en commun couvrent plus de 90% de la surface couverte par le réseau routier. Le transport en commun donc occupe une part significative du réseau routier et est physiquement prêt à offrir ses services aux résidents.

La combinaison de la localisation du lieu de résidence et des arrêts de transport en commun confirme qu'au moins 90% des résidents sont à une distance de marche d'un arrêt de transport en commun. Cette proportion est encore plus grande pour les ménages monoparentaux et à faibles revenus.

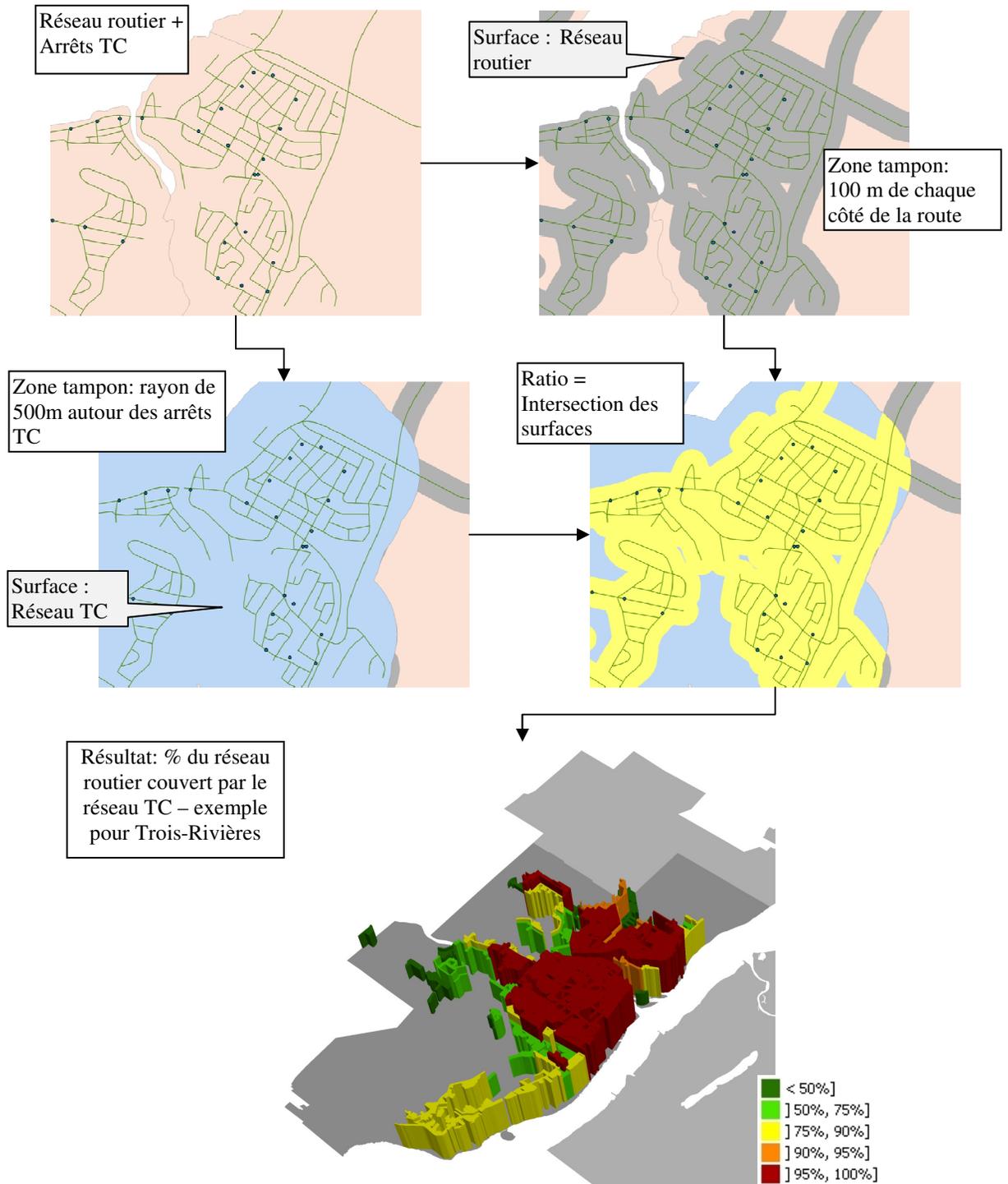


Figure 6. Proportion du réseau routier couvert par le réseau de transport en commun

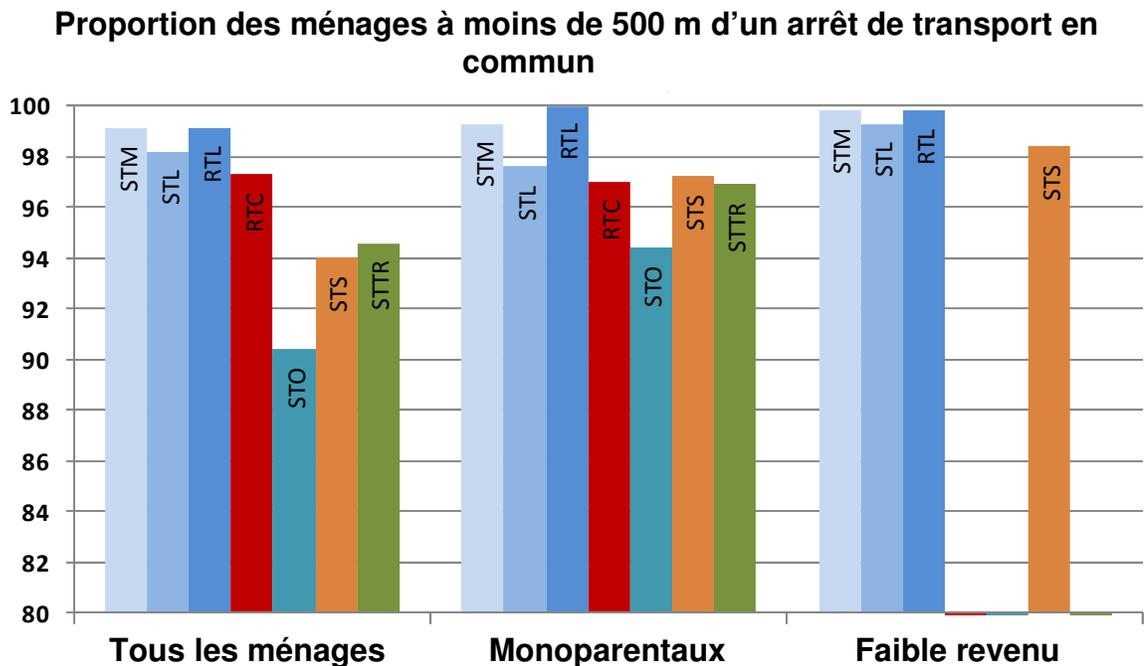


Figure 7. Proportion des ménages à moins de 500 m d'un arrêt de transport en commun

La principale limitation de ces indicateurs est l'unique considération de la localisation spatiale du réseau de transport en commun. Des améliorations requerraient l'accès à des bases de données plus détaillées sur la géométrie et l'horaire des lignes de transport en commun, pour chaque réseau. Ceci permettrait de considérer la fréquence et la variabilité de l'accessibilité en fonction du temps (période de la journée, type de journée, saisonnalité) et de la destination.

5 DISCUSSION

Cet article a résumé le processus d'estimation simple et uniforme des contributions des réseaux de transport en commun à la durabilité au Québec. Après avoir conduit une importante revue de littérature sur les diverses contributions du transport en commun à la durabilité et avoir documenté les principaux indicateurs, un ensemble d'indicateurs estimables pour le contexte québécois a été identifié. Pour chaque indicateur choisi, les données requises ont été listées et la méthodologie proposée décrite. Des résultats illustrés ont été présentés de même que des raffinements possibles.

L'estimation d'indicateurs de durabilité à travers des territoires divers n'est pas tâche facile; il requiert le traitement de plusieurs bases de données ainsi que la formulation d'hypothèses souvent simplificatrices permettant de compenser pour la non-disponibilité de certaines données. Malgré tout, il s'agit d'un pas important pour les autorités de transport en commun du Québec qui peuvent, à travers ces résultats, prendre conscience de l'importance des bases de données pour témoigner de leurs contributions. Nous croyons, et ceci se confirme par l'intérêt des sociétés de transport à cette étude, que le processus requis pour estimer est pertinent à la fois dans une perspective collective (diffusion) et pour les différentes sociétés de transport. Ceci présente un reflet de leur contribution, même si celui-ci reste limité sous sa forme actuelle.

Un nouveau projet de mise à jour des indicateurs (suite à la publication de nouvelles bases de données, l'enquête OD 2008 pour Montréal par exemple) ainsi qu'en raffinant et ajoutant des indicateurs est en cours. Ceci s'accompagne de nombreuses recommandations au niveau de la collecte, l'accès et le traitement des données. Nous croyons que ce premier processus de collaboration aidera toutes les régions à se construire des bases de données pertinentes et utilisables qui seront des plus utiles pour la planification de leurs propres réseaux.

6 REMERCIEMENTS

Les auteurs souhaitent souligner la contribution et l'intérêt de l'ATUQ pour la conduite de ce projet. Les auteurs remercient aussi le Dr. Marie Demers pour ses contributions importantes lors de la réalisation du premier mandat; ils remercient finalement Gérard Beaudet (Observatoire de la mobilité durable, Université de Montréal), et son équipe, pour leurs contributions au projet.

7 RÉFÉRENCES

- APTA. (2008). *APTA ridership report: First quarter 2008. Public transportation ridership statistics*. Washington D.C.: American Public Transportation Association. Tiré de http://www.apta.com/media/releases/080602_ridership_report.cfm.
- Bell, M. L., Ebisu, K., & Belanger, K. (2007). Ambient air pollution and low birth weight in Connecticut and Massachusetts, *Environmental Health Perspectives*, 115, pp.1118-1125.
- Besser, L. M. & Dannenberg, A. L. (2005). Walking to public transit, steps to help meet physical activity recommendations, *American Journal of Preventive Medicine*, 29, pp. 273-280.
- Blanchard, M. & Nadeau, C. (2007). *Cul-de-sac, l'impasse de la voiture en milieu urbain* (Héliotrope). Montréal.
- Finkelstein, M. M., Jerrett, M., & Sears, M. R. (2005). Environmental inequality and circulatory disease mortality gradients, *Journal of Epidemiology and Community Health*, 59, pp.481-487.
- Gouvernement du Québec. (2006). *Loi sur le développement durable*. Québec: Gouvernement du Québec.
- Gouvernement du Québec. (2007). *Stratégie gouvernementale de développement durable 2008-2013 : Un projet de société pour le Québec*. Québec : Gouvernement du Québec.
- Guiliano, G., Hu, H., & Lee, K. (2001). *The Role of public Transit in the Mobility of low Income Households*. Californie: School of Policy, Planning and Development, University of Southern California.
- Haider, M. & Miller, E. J. (2000). Effects of transportation infrastructure and location on residential real estate values: Application of spatial autoregressive techniques. *Transportation Research Record*, 1722, pp. 1-8.
- ISQ. (2007). *Répartition des dépenses moyennes de l'ensemble des ménages par grand poste de dépense, selon le type de ménage*, Québec, 2005. Québec: Institut de la statistique du Québec.
- Litman, T. (2008). *Evaluating Public Transit Benefits and Costs. Best practices guidebook*. Victoria: Victoria transport policy institute. Tiré de www.vtpi.org/railben.pdf.
- MDDEP. (2008). *Plan d'action de développement durable 2008-2013*. Québec : Ministère de développement durable, de l'environnement et des Parcs, Gouvernement du Québec.
- Morency, C., Demers, M., & Lapierre, L. (2008) How Many Steps Do You Have in Reserve? Some Thoughts and Measures About a Healthier Way to Travel, *Transportation Research Record*, Journal of the Transportation Research Board, No. 2002, pp.1-6., Washington D.C.
- Newman, P. & Kenworthy, J. (2007). *Greening urban transportation. Dans: State of the world 2007: Our urban future*. Washington D.C.: The Worldwatch Institute.
- Shapiro, R. J., Hassett, K. A., & Arnold, F. S. (2002). *Conserving Energy and Preserving the Environment : The Role of Public Transportation*. Washington D.C.: American Public Transportation Association.
- Stambouli, J. (2007). Les territoires du tramway moderne : de la ligne à la ville durable, *Développement durable et territoire*. Tiré de <http://developpementdurable.revues.org/document3579.html>.
- STPP. (2004). *Setting the record straight : Transit, fixing roads and bridges offer greatest job gains* (No. Decoding Transportation Policy & Practice No 11). Washington D.C.: Surface Transportation Policy Project.
- STPP. (2003). *Transportation and biodiversity*. Washington D.C.: Surface transportation Policy Project.

- Toronto Public Health. (2007). *Air pollution burden of illness from traffic in Toronto – problems and solutions*. Toronto: Toronto Public Health.
- Transports Canada. (2007). *Le coût de la congestion urbaine au Canada*: Transports Canada.
- Transports Québec. (2007). *Effet de serre et changements climatiques*. Québec: Gouvernement du Québec.
- Tudor-Locke, C. & Bassett, D.R.Jr. (2004). How many steps/day are enough? Preliminary pedometer indice for public health. *Sports Medicine*, Vol. 34, No. 1, 2004, pp. 1-8.
- UITP. (2004). *Un ticket pour l'avenir: Les trois pôles de la mobilité durable*. Bruxelles: Union Internationale des transports publics.
- Wener, R. E. & Evans, G. W. (2007). A morning stroll. Levels of physical activity in car and mass transit commuting, *Environment and Behavior*, 39, pp. 62-74.