

Ministère des Transports du Québec

**Évaluation des coûts de la
congestion routière dans la région
de Montréal pour les conditions de
référence de 2003**

Mars 2009

Les Conseillers ADEC inc.

économie / administration / recherche marketing

560, boulevard Henri-Bourassa Ouest, bureau 311

Montréal (Québec) H3L 1P4

Tél. 514 332-7606 / Téléc. 514 335-5434 / conseil@adec-inc.ca / www.adec-inc.ca



Table des matières

Note au lecteur	1
Sommaire	3
Un phénomène familier et les moyens de le mesurer.....	3
Les coûts socio-économiques de la congestion en 2003	5
Évolution de la congestion de 1998 à 2003.....	8
1 Introduction	11
2 Définition, approches et quelques expériences récentes	13
2.1 La congestion, un concept à définir constamment.....	13
2.2 Approches utilisées pour mesurer les coûts de la congestion	14
2.3 Évaluation de la congestion en Australie.....	16
2.4 Évaluation de la congestion aux États-Unis.....	19
2.5 Les coûts de la congestion dans les grandes villes canadiennes	21
2.6 Quelques idées de la Conférence Européenne des Ministres des Transports.....	23
3 Paramètres d'évaluation	25
3.1 Détermination des valeurs du temps	25
3.1.1 Classification des motifs de déplacement.....	25
3.1.2 Clés de répartition des revenus.....	27
3.1.3 Valeurs du temps par motif de déplacement.....	29
3.1.4 Paramètres et valeurs du temps pour le transport des marchandises	30
3.2 Coûts d'utilisation des véhicules	31
3.2.1 Coûts d'utilisation des véhicules sans les frais des carburants	31
3.2.2 Coût des carburants	33
3.3 Coûts des émissions de polluants atmosphériques et de GES.....	33
3.3.1 Valeurs unitaires des émissions de polluants atmosphériques.....	35
3.3.2 Valeurs unitaires des émissions de GES.....	36
3.4 Annualisation des résultats	36
4 Les coûts de la congestion à Montréal en 2003	39

4.1	Données de base tirées du MOTREM03	39
4.1.1	Territoire couvert	39
4.1.2	Période modélisée	40
4.1.3	Catégories de demande modélisées.....	41
4.1.4	Catégories de routes modélisées	42
4.2	La congestion en 2003	43
4.2.1	Encombrement du réseau routier	43
4.2.2	Les retards subis par les usagers en situation de congestion.....	49
4.3	Coûts socio-économiques de la congestion récurrente.....	54
4.3.1	Coût des retards attribuables à la congestion récurrente	55
4.3.2	Coûts supplémentaires d'utilisation des véhicules (sauf le carburant).....	58
4.3.3	Coûts supplémentaires des carburants	60
4.3.4	Coûts supplémentaires des émissions polluantes	62
4.3.5	Coûts supplémentaires des émissions de GES	63
4.3.6	Coûts totaux attribuables à la congestion récurrente.....	64
4.4	Le coût de la congestion pour les entreprises	65
5	Évolution de la congestion à Montréal : 1998-2003	67
5.1	Évolution de l'offre routière de 1998 à 2003	67
5.2	Évolution de la demande	67
5.3	Évolution du niveau de congestion de 1998 à 2003	69
5.4	Évolution des coûts de la congestion récurrente	75
6	Conclusion	79
	Bibliographie	81
	Acronymes	87
	Annexe A: Évolution de l'encombrement 1998-2003 comparable.....	88

Liste des tableaux et figures

Tableau S.1 Les coûts socio-économiques annuels attribuables à la congestion récurrente sur les autoroutes et les artères, 2003 (M\$)	6
Tableau S.2 Répartition des coûts socio-économiques totaux de la congestion récurrente, par type de route et sous-région, 2003 (M\$)	8
Tableau 2.1 Catégories et indicateurs de la congestion	14
Figure 2.1 Illustration de la théorie économique des coûts de la congestion.....	17
Tableau 2.2 Résultats de l'évaluation des coûts de la congestion en Australie, en 2005	18
Tableau 2.3 Constantes nationales utilisées par le TTI	19
Tableau 2.4 Constantes régionales utilisées par le TTI	20
Tableau 2.5 Résultats de l'évaluation des coûts de la congestion aux États-Unis de 1998 à 2005 par année	21
Tableau 2.6 Valeurs du temps utilisées par Transports Canada	22
Tableau 2.7 Résultats de l'évaluation des coûts de la congestion au Canada en millions de \$ de 2002.....	22
Tableau 3.1 Classes de revenus annuels personnels.....	27
Tableau 3.2 Valeurs horaires du temps calculées sur la base des revenus annuels, incluant les contributions de l'employeur, en \$ de 2003	28
Figure 3.1 Distribution du revenu moyen des personnes de 15 ans et plus, pour les secteurs de recensement de la région de Montréal, 2001	28
Tableau 3.3 Revenu net moyen calculé pour les six tranches de revenus	29
Tableau 3.4 Valeur horaire du temps par classe de revenu et selon le motif de déplacement, en \$ de 2003	30

Tableau 3.5 Valeur des déplacements par camion en \$ de 2003.....	30
Tableau 3.6 Coût des carburants à la pompe et hors taxes par type et par région, automne 2003	33
Tableau 3.7 Croissance du nombre de camions légers et lourds sur la route au Québec (1990-2003)	34
Tableau 3.8 Coûts des polluants atmosphériques, par type de polluants	36
Figure 4.1 Découpage du territoire d'enquête O-D 2003	40
Tableau 4.1 Nombre de déplacements quotidiens par période de pointe et par catégorie de véhicules ou de passager, 2003.....	41
Figure 4.2 Représentation du réseau routier d'un quartier résidentiel typique dans le simulateur d'affectation routière	42
Figure 4.3 Autoroutes et artères congestionnées durant la période de pointe du matin de l'automne 2003 dans la grande région de Montréal.....	44
Figure 4.4 Autoroutes et artères congestionnées durant la période de pointe de l'après-midi de l'automne 2003 dans la grande région de Montréal.....	45
Tableau 4.2 Encombrement du réseau routier par type de route et par sous-région, pour la période de pointe du matin (6 h à 9 h), 2003.....	46
Tableau 4.3 Encombrement du réseau routier par type de route et par sous-régions, pour la période de pointe de l'après-midi (15 h 30 à 18 h 30), 2003.....	47
Figure 4.5 Répartition du fardeau régional de la congestion par sous-région, pour les 2 périodes de pointes en 2003.....	49
Tableau 4.4 Retards subis par les usagers : comparaison des deux périodes de pointe en 2003.....	50
Figure 4.6 Distribution des retards durant les périodes de pointe du matin et de l'après-midi en 2003	50
Tableau 4.5 Retard moyen attribuable à la congestion (minutes) et demande entre les sous-régions (% des déplacements du territoire à l'étude) durant la période de pointe du matin en 2003	51

Tableau 4.6 Retard moyen attribuable à la congestion (minutes) et demande entre les sous-régions (% des déplacements du territoire à l'étude) durant la période de pointe de l'après-midi en 2003	51
Tableau 4.7 Retard moyen (minutes) et part de la demande du territoire à l'étude (%) pour les déplacements internes à la sous-région de Montréal, période de pointe du matin, 2003.....	52
Tableau 4.8 Retard moyen (minutes) et part de la demande du territoire à l'étude (%) pour les déplacements internes à la sous-région de Montréal, période de pointe de l'après-midi, 2003.....	52
Tableau 4.9 Retard moyen pour entrer au centre-ville de Montréal le matin ou pour en sortir l'après-midi, en 2003.....	53
Tableau 4.10 Véhicules-heures de retard par secteur de destination, période de pointe du matin 2003.....	54
Tableau 4.11 Véhicules-heures de retard par secteur d'origine, période de pointe du matin 2003	54
Tableau 4.12 Secteurs de destination les plus touchés par la congestion, période de pointe du matin 2003.	54
Tableau 4.13 Secteurs d'origine qui comptent le plus grand nombre de secteurs de destination touchés par la congestion, période de pointe du matin 2003	54
Tableau 4.14 Sommaire des coûts socio-économiques attribuables à la congestion récurrente sur les autoroutes et les artères en 2003 (M\$)	55
Tableau 4.15 Répartition des coûts socio-économiques des retards, par type de véhicule et par sous-région en 2003 (M\$ 2003).....	56
Tableau 4.16 Répartition des coûts socio-économiques des retards, par type de route et par sous-région en 2003 (M\$ 2003).....	57
Tableau 4.17 Répartition des coûts socio-économiques des retards des automobilistes (conducteurs et passagers), par motif et par sous-région en 2003 (M\$ de 2003).....	58
Tableau 4.18 Répartition des coûts socio-économiques supplémentaires d'utilisation des véhicules, <u>sauf</u> le carburant, par catégorie de route et par sous-région (M\$ de 2003)	59
Tableau 4.19 Répartition des coûts socio-économiques supplémentaires d'utilisation des véhicules, <u>sauf</u> le carburant par type de véhicule et par sous-région (M\$ de 2003).....	60

Tableau 4.20 Carburant supplémentaire consommé en millions de litres, 2003	60
Tableau 4.21 Répartition des coûts socio-économiques supplémentaires des carburants, par catégorie de route et par sous-région en 2003 (M\$ de 2003)	61
Tableau 4.22 Répartition des coûts socio-économiques supplémentaires des carburants, par catégorie de véhicules et par sous-région, 2003 (M\$ de 2003)	62
Tableau 4.23 Répartition des coûts socio-économiques supplémentaires des émissions polluantes par type de route et par sous-région en 2003 (M\$ de 2003)	63
Tableau 4.24 Répartition des coûts socio-économiques supplémentaires des émissions de GES par type de route et par sous-région en 2003 (M\$ de 2003)	64
Tableau 4.25 Répartition des retards par mode, en 2003 (MH)	64
Tableau 4.26 Répartition des coûts socio-économiques totaux de la congestion récurrente, par type de route et sous-région en 2003 (M\$ 2003)	65
Tableau 5.1 Évolution du nombre de déplacements auto-conducteur (personnels) produits et attirés, par sous-région, durant la période de pointe du matin (6 h à 9 h), de 1998 à 2003	68
Figure 5.1 Évolution du ratio des déplacements auto-conducteur attirés sur les déplacements auto-conducteur produits, durant la période de pointe du matin, de 1998 à 2003	69
Tableau 5.2 Nombre de voies-km totales et congestionnées par sous-région, période de pointe du matin, en 1998 et 2003	70
Tableau 5.3 Variation 1998-2003 des véhicules-km (milliers) et des véhicules-heures totaux, territoire comparable, pointe du matin	71
Tableau 5.4 Variation 1998-2003 du nombre de voies-km congestionnées, par type de route, territoire comparable, pointe du matin	71
Tableau 5.5 Variation 1998-2003 des véhicules-km congestionnés, territoire comparable, pointe du matin	72
Tableau 5.6 Variation 1998-2003 des véhicules-heures de retard, territoire comparable, pointe du matin	73

Tableau 5.7 Coûts socio-économiques attribuables à la congestion récurrente sur les autoroutes et les artères (M\$) en 1998 et 2003	75
Figure 5.2 Comparaison de la proportion des déplacements en auto par classes de revenu individuel (\$ de 2003)	76
Tableau 5.8 Valeur d'une heure de retard pondérée selon les motifs de déplacement, en 1998 et 2003 (\$ de 2003)	77
Tableau A.1 Véhicules-km (milliers) et véhicules heures 1998 par type de route, pointe du matin	88
Tableau A.2 Variation des véhicules-km (milliers) et des véhicules heures de 1998 à 2003 comparable, par type de route, pointe du matin.....	88
Tableau A.3 Véhicules-km (milliers) totaux, 1998 et 2003 comparable.....	89
Tableau A.4 Véhicules-heures totaux, 1998 et 2003 comparable	89

Note au lecteur

Cette étude a été réalisée pour le compte du ministère des Transports du Québec (MTQ). Pour préparer cette analyse, ADEC s'est appuyé sur certains renseignements et données qui lui ont été fournis par les représentants du ministère des Transports du Québec. ADEC n'a pas vérifié indépendamment cette information et a présumé de l'intégrité et de l'exactitude de celle-ci. Par conséquent, ADEC n'assumera aucune responsabilité en ce qui a trait aux erreurs ou limites analytiques qui pourraient être associées aux données provenant du ministère des Transports du Québec.

L'équipe de réalisation de cette étude était composée de :

- ◆ Gilles Joubert Économiste
- ◆ Catherine Laplante Économiste
- ◆ Geneviève Charette Conseillère en économie

Les opinions et conclusions présentées dans ce rapport appartiennent aux auteurs et n'engagent aucunement le MTQ ou ses représentants.

Nous tenons à remercier M. Louis Gourvil, ing. du Service de la modélisation et des systèmes de transports, qui a supervisé l'étude et apporté sa collaboration technique à la production des données requises à la présente analyse.

Nos remerciements s'adressent également à M. Pierre Tremblay, chef du Service de la modélisation et des systèmes de transports, pour ses conseils judicieux et ses encouragements.

Sommaire

En 2004, une étude, commandée par le ministère des Transports du Québec aux Conseillers ADEC, évaluait à 779 M\$ (\$ de 2003) le coût socio-économique annuel de la congestion routière dans la grande région de Montréal. L'étude de 2004 s'appuyait sur les données de l'Enquête Origine-Destination (O-D) de 1998, traitées à l'aide du modèle de transport de la région de Montréal du MTQ alors en usage (MOTREM98).

En 2008, afin de suivre l'évolution de la situation, le MTQ a commandé une nouvelle évaluation de la congestion (aux Conseillers ADEC), basée cette fois sur les données de l'enquête O-D 2003 et sur le MOTREM03¹.

Un phénomène familier et les moyens de le mesurer

Le temps additionnel de déplacement, appelé « retard » dans le contexte de cette étude, constitue l'essentiel des conséquences de la congestion subies par les automobilistes, les camionneurs et les autres usagers du réseau routier, durant les périodes de pointe du matin et de l'après-midi. Parmi les autres conséquences, notons : la consommation accrue de carburant, les coûts supplémentaires d'utilisation des véhicules et les émissions additionnelles de polluants et de gaz à effet de serre (GES).

On dénote deux grandes catégories de congestion :

- ◆ La congestion récurrente, causée par un volume de circulation (demande) excédant l'offre (fixe) du réseau routier, qui se manifeste principalement durant les périodes de pointe du matin et de l'après-midi;
- ◆ La congestion incidente, causée localement par un accident, une panne, un chantier de construction, etc., qui peut se produire à toute heure du jour, mais qui est particulièrement pénalisante lorsqu'elle s'ajoute à la congestion récurrente.

Bien que la congestion routière soit familière à tous les résidents des grandes agglomérations urbaines, il n'y a pas de seuil généralement reconnu à partir duquel on peut affirmer que les usagers subissent un retard. Cette notion est avant tout subjective et elle reflète davantage une convention sociale qu'un absolu technique. Ainsi, certains spécialistes mesurent les retards à partir de la vitesse affichée. Dans le cas présent, nous avons plutôt choisi de fixer le seuil de congestion à 60 % de la vitesse à écoulement libre. La vitesse à écoulement libre est

¹ MTQ, Modèle de transport régional de Montréal. On trouvera des explications méthodologiques générales en ligne à l'adresse suivante : [http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/ministere/ministere/recherche_innovation/modelisation_systemes_transport].

celle qu'adoptent spontanément les conducteurs lorsqu'il y a très peu de circulation sur la route. Par exemple, pour une autoroute dont la vitesse à écoulement libre est de 100 km/h, le seuil de congestion est fixé à 60 km/h. Cette vitesse correspond de fait à la limite entre le régime de circulation non congestionné (flux normal) et le régime de circulation congestionné (flux forcé). La vitesse de 60 km/h est également celle autour de laquelle on observe le débit maximal que peut supporter un tronçon d'autoroute. Le retard subi correspond donc à la différence entre le temps de déplacement en situation de congestion et le temps qui aurait été requis si l'utilisateur avait pu circuler à la vitesse seuil.

Pour mesurer l'importance de la congestion dans la grande région de Montréal, il faudrait idéalement connaître : les vitesses pratiquées sur tous les liens routiers congestionnés, le nombre et la classification des véhicules qui y circulent, le nombre de personnes qui occupent ces véhicules, etc. Ces données ne sont toutefois pas disponibles. Nous disposons, par contre, d'un modèle de simulation du réseau routier, le MOTREM03. Ce modèle permet de simuler les débits et les vitesses moyennes sur l'ensemble du réseau routier supérieur, autoroutes, artères et routes collectrices, pour les automobiles, les camions lourds et les camions réguliers, durant la période de pointe du matin (6 h à 9 h) et à la période pointe de l'après-midi (15 h 30 à 18 h 30) d'un jour ouvrable moyen de l'automne. Ce modèle se prête bien au calcul des retards ainsi qu'à l'évaluation des coûts d'utilisation des véhicules autres que le carburant, des coûts du carburant, des émissions polluantes et des émissions de gaz à effet de serre. Cependant, le MOTREM03 ne peut pas simuler la congestion incidente. La présente étude se limitera donc à l'évaluation de la congestion récurrente.

La demande en transport simulée par le MOTREM03 est dérivée de la banque de données de l'enquête O-D 2003, enquête téléphonique effectuée durant l'automne auprès d'un échantillon d'environ 5 % des ménages de la grande région de Montréal.

Le territoire couvert par le MOTREM03 correspond à celui de l'enquête O-D 2003. Celle-ci couvrait 88 municipalités où vivaient 3 613 000 personnes, sur un territoire de 5 520 km². Le territoire de l'enquête O-D 2003 est un peu plus grand que celui de la région métropolitaine de recensement (RMR) de Montréal de 2001². On peut donc affirmer que le modèle couvre l'ensemble des secteurs de l'agglomération de Montréal susceptibles d'être touchés par une congestion routière récurrente.

² Agence métropolitaine de transport (AMT), *Enquête origine-destination (O-D) 2003 Faits saillants*, réalisée conjointement avec le ministère des Transports du Québec, les sociétés de transport de la RMR de Montréal et l'École Polytechnique, 2003, [En ligne], [http://www.cimtu.qc.ca/EnqOD/2003/Faits_saillants/Index.asp].

L'encombrement du réseau et la géographie de la congestion en 2003

La durée moyenne d'un déplacement automobile sur le réseau routier de l'agglomération de Montréal durant la période de pointe du matin en 2003 était de 26,1 minutes, dont 5,8 minutes étaient attribuables à la congestion, c'est-à-dire 22 % du temps moyen consacré à se déplacer. Quant à la période de pointe de l'après-midi, la durée moyenne du déplacement auto était de 24,9 minutes, dont 5,5 minutes en état de congestion. Bien qu'inférieurs à 6 minutes par déplacement en moyenne, ces retards dus à la congestion totalisent pour les deux périodes, sur une base annuelle, plus de 76 millions d'heures (76,8 MH).

Sur l'ensemble du territoire, la congestion durant la période de pointe du matin touche 11 % (447/4 235) des voies-kilomètres d'autoroutes et 20 % (1 568/7 694) des voies-kilomètres d'artères. Ainsi, un nombre limité de segments routiers de la région sont touchés par la congestion, mais les artères y sont trois fois plus représentées.

Les coûts socio-économiques de la congestion en 2003

Les coûts de la congestion peuvent être analysés sous deux angles : du point de vue privé ou du point de vue social. La présente étude s'intéresse au point de vue social. Le point de vue privé s'intéresserait aux dépenses supplémentaires engendrées par la congestion pour les usagers du réseau routier. Le point de vue social s'intéresse aux coûts supportés par la société en général, c'est-à-dire ce à quoi la société doit renoncer en « acceptant » la congestion. À quoi renonce-t-on au juste? Nous renonçons à du temps productif, à du temps de loisir, à du temps d'étude, à du carburant et à un environnement plus sain.

Le temps additionnel de déplacement (retard) subi par les usagers est la principale composante des coûts socio-économiques de la congestion. Il est généralement admis que le temps passé en situation de congestion par les usagers du réseau routier a une valeur économique puisque ces derniers pourraient exercer une autre activité, lucrative ou non, au lieu d'écouler ce temps dans la circulation. Par contre, la valeur du temps des individus qui ont subi des retards dépend de plusieurs variables. Cette valeur fut établie en fonction du motif du déplacement et du revenu de travail de la personne. Les motifs de déplacement de chaque personne sont tirés de l'enquête O-D 2003. Le revenu de travail individuel moyen de 2001, dérivé du Recensement de 2001 puis indexé pour l'année 2003, a également été associé à chaque usager du réseau routier, sur la base des secteurs de recensement. Une grille comprenant quatre motifs de déplacement et six classes de revenus a ensuite été établie. Pour chacune des 24 combinaisons motif-revenu, une valeur horaire moyenne du temps a été estimée. Les quatre motifs retenus sont, en ordre décroissant de valeur du temps : les déplacements d'affaires, le navettage domicile-travail, les déplacements loisirs-magasinage et finalement le navettage domicile-études.

Ainsi, en connaissant le nombre de personnes dans chaque catégorie motif-revenu qui empruntent chaque lien du réseau routier et la valeur de leur temps, on peut estimer le coût des retards subis par les automobilistes dans la région de Montréal.

Par ailleurs, la valeur attribuée aux retards subis par les camions a été estimée à partir du salaire moyen des chauffeurs, multiplié par un facteur qui tient compte de leurs avantages sociaux. Ce facteur prend également en considération, jusqu'à un certain point, les pertes de productivité et les pertes liées aux retards de livraisons.

Les autres coûts de la congestion évalués dans le contexte de cette étude sont : les coûts additionnels d'utilisation des véhicules (autres que le carburant), les coûts du carburant, les coûts des émissions polluantes et les coûts associés aux émissions de gaz à effet de serre attribuables à la congestion.

Il est important de noter que les coûts socio-économiques de la congestion excluent les taxes. L'argent des contribuables prélevé par la voie des taxes ne constitue ni un coût, ni un avantage; il s'agit d'un transfert qui ne doit pas être comptabilisé.

Les coûts socio-économiques de la congestion dans la grande région de Montréal, pour l'année 2003, s'élèvent à 1 423 M\$ (\$ de 2003). Le tableau suivant indique comment ce coût se répartit entre les différentes composantes.

Tableau S.1 Les coûts socio-économiques annuels attribuables à la congestion récurrente sur les autoroutes et les artères, 2003 (M\$)

Composante	Pointe du matin	Pointe de l'après-midi	Total	%
Retards	589	656	1 246	87,5 %
Coûts d'utilisation des véhicules (excluant le carburant)	53	61	114	8,0 %
Coûts des carburants	19	21	40	2,8 %
Émissions polluantes	7	8	15	1,1 %
Émissions de gaz à effet de serre	4	4	8	0,6 %
Coût total pour la société³	672	751	1 423	100 %

Les coûts des retards attribuables à la congestion récurrente, soit un montant de 1 246 M\$ (589 M\$ — matin et 656 M\$ — après-midi) correspondent à 35,4 millions d'heures (MH) de retards durant la période de pointe du matin (31,3 MH pour les automobilistes conducteurs et passagers, 1,4 MH pour les camionneurs, 0,1 MH pour les chauffeurs d'autobus et 2,6 MH pour les usagers des réseaux d'autobus durant la période de pointe le matin).

³ Les valeurs présentées dans l'ensemble des tableaux de ce rapport sont arrondies. La somme des valeurs présentées peut différer des totaux présentés. Les valeurs totales sont les bonnes.

Pour la période de pointe de l'après-midi, les retards récurrents s'élèvent à 41,4 MH, dont 35,9 MH pour les automobilistes, 1,3 MH pour les camionneurs, 0,1 MH pour les chauffeurs d'autobus et 4,1 MH pour les usagers du réseau d'autobus.

Les coûts socio-économiques totaux de la congestion sont dus majoritairement aux retards subis par les personnes qui font la navette entre leur domicile et leur lieu de travail ou d'étude, soit 906 M\$, ce qui représente 63,6 % du coût total de la congestion, mais 82,2 % des coûts associés aux retards des automobilistes (conducteurs et passagers), soit 1 102 M\$. Ce montant de 906 M\$ correspond à la valeur du temps supplémentaire que ces personnes auraient pu consacrer à d'autres activités plutôt qu'à se déplacer.

La part du coût de la congestion directement attribuable à la charge des entreprises est beaucoup plus modeste. Il s'agit pour l'essentiel des retards subis par les camionneurs et les automobilistes en situation de travail. Or, ces derniers ne forment qu'une faible minorité des conducteurs durant les périodes de pointe, soit environ 2,9 % le matin et 0,9 % l'après-midi.

Les coûts à la charge des entreprises comprennent donc :

- ◆ Les retards subis par les camionneurs (65,6 M\$), les chauffeurs d'autobus (4,7 M\$) et par les automobilistes en déplacement d'affaires (18,5 M\$);
- ◆ Les coûts supplémentaires d'utilisation des camions⁴ (11,5 M\$) et des automobiles pour déplacements d'affaires (1,9 M\$);
- ◆ Les coûts supplémentaires de carburant des camions (3,0 M\$) et des automobiles pour déplacements d'affaires (0,8 M\$).

Le total, 106 M\$, ne représente cependant qu'un très faible pourcentage de la valeur globale des biens et services produits dans la région de Montréal, soit à peine 0,1 % du produit intérieur brut (PIB) régional de 2003, estimé à 112 G\$.

Les coûts supplémentaires d'utilisation des véhicules attribuables à la congestion récurrente représentent 114 M\$ par année. La majorité des coûts supplémentaires d'utilisation des véhicules, soit (60 %) (68/114) 68 M\$, sont engendrés sur le réseau de Montréal.

Les 40 M\$ (sans taxes) de carburant additionnels utilisés représentent 98,6 millions de litres d'essence et 7,3 millions de litres de carburant diesel par année. Selon nos évaluations, l'essence supplémentaire consommée par les automobilistes ne représente que 11 % de la consommation totale d'essence associée aux deux périodes de

⁴ Excluant les autobus.

pointe. Quant au carburant diesel supplémentaire consommé par les camions, il ne compte que pour 6 % de la consommation totale de carburant diesel durant ces mêmes périodes.

Les 15 M\$ attribuables aux émissions de polluants atmosphériques supplémentaires sont attribuables à 5 976 tonnes de monoxyde de carbone (CO), 960 tonnes d'hydrocarbures (HC) et 324 tonnes d'oxyde d'azote (NO_x).

Finalement, le coût de 8 M\$ attribuable aux émissions de GES représente la plus petite composante des coûts socio-économiques de la congestion, soit moins de 1 % du total. Ce coût correspond à 257 kilotonnes supplémentaires d'équivalent dioxyde de carbone (CO₂) rejetées dans l'atmosphère à cause de la congestion.

Le tableau qui suit montre la répartition des coûts totaux par sous-région et par catégorie de route. Le réseau du territoire de Montréal supporte près de 60 % des coûts liés à la congestion, soit 859 M\$. Laval et la Rive-Sud immédiate suivent avec, respectivement, 13 % et 14 % des coûts (188 M\$ et 196 M\$). Les coûts de la congestion dans la couronne nord (88 M\$) et dans la couronne sud (92 M\$) sont comparativement plus faibles, soit environ 6 % dans les deux cas.

Sur le plan de la catégorie des liens routiers, on note que, globalement, 53 % des coûts sont issus des autoroutes (748 M\$). Par ailleurs, la grande majorité des coûts associés aux artères sont observés sur le territoire de Montréal : 61 % (415/675).

Tableau S.2 Répartition des coûts socio-économiques totaux de la congestion récurrente, par type de route et sous-région, 2003 (M\$)

	Montréal	Laval	Rive-Sud immédiate	Couronne Nord	Couronne Sud	Total
Autoroute	443	115	120	40	30	748
Artère	415	73	76	48	63	675
Grand total	859	188	196	88	92	1 423

Évolution de la congestion de 1998 à 2003

Alors que la demande de déplacements (auto-conducteurs) effectués en période de pointe du matin progressait de 8 % de 1998 à 2003, le nombre de véhicules-heures de retard progressait de 49 %. Cette disproportion s'explique par le fait qu'en 1998 le réseau fonctionnait déjà à saturation sur les tronçons les plus sollicités et

l'ajout de demande, même faible, à ces endroits a réduit considérablement la fluidité, et donc la vitesse de l'ensemble des véhicules empruntant ces corridors.

Sur une base méthodologique qui serait rendue comparable, nous estimons que le coût socio-économique de la congestion est passé de 841 M\$ (\$ de 2003) en 1998 à 1 264 M\$ en 2003, soit une hausse de 50 %.

Toutefois, malgré l'apparente croissance importante de la congestion, on peut observer que la durée moyenne des retards n'a augmenté que d'une minute et demie, passant de 4,3 à 5,8 minutes durant la pointe du matin. La durée moyenne des déplacements en automobile (congestion incluse) est passée de 22,7 à 26,1 minutes durant la pointe du matin, soit un accroissement de 15 %. Le nombre de voies-kilomètres congestionnés a tout de même augmenté de 38 %, ce qui montre que l'accroissement des retards n'est pas uniquement attribuable à la détérioration de la situation sur les tronçons routiers déjà congestionnés en 1998, mais également aux nouveaux tronçons routiers congestionnés.

En nombre absolu, c'est le réseau routier de l'île de Montréal qui a subi le gros de l'augmentation du nombre de véhicules-heures de retard de 1998 à 2003, soit 16 100 véhicules-heures de retard de plus par jour durant la période de pointe du matin, ou 45 % du total. Montréal continue à supporter la majeure part du fardeau de la congestion en 2003, bien que sa part des véhicules-kilomètres ait diminué, passant de 51 % à 49 % de 1998 à 2003, tandis que sa part des véhicules-kilomètres diminuait légèrement (de 40 % à 39 %) au cours de la même période.

1 Introduction

Le développement économique d'une région est fonction de trois facteurs : la main-d'œuvre, le capital et l'innovation. Or, la mise en œuvre de ces trois facteurs à des fins de production exige une grande efficacité, notamment sur le plan des systèmes de transport, un capital physique important. Le propre d'un réseau de transport est justement de déplacer les gens et les marchandises efficacement pour que les gens accomplissent leurs activités de travail, de loisir, d'éducation, de formation, etc. en fonction d'une répartition convenable de leur budget-temps et que les livraisons de biens et les approvisionnements soient acheminés à l'intérieur des délais requis.

Un réseau encombré, voire congestionné, provoque des pertes de temps, ce dernier pouvant être utilisé à des fins plus utiles. De là le grand intérêt pour l'évaluation de la congestion, de ses coûts et des mesures permettant de les réduire.

Le Service de la modélisation des systèmes de transports (SMST) et les Conseillers ADEC inc. conduisent, depuis quelques années, divers travaux visant à évaluer les coûts de la congestion en milieu urbain. Les études particulières portant sur la région métropolitaine de Montréal sont réalisées à l'aide de données sur la demande de déplacements, tirées des enquêtes origine-destination, enquêtes réalisées tous les cinq ans. Une fois extraites, ces données sont introduites dans un modèle de simulation de transport régional (MOTREM) développé par le ministère des Transports du Québec. Ce modèle a fait l'objet de plusieurs versions qui ont permis, à chaque fois, de raffiner l'analyse et de fournir une estimation plus juste des coûts de la congestion. Une première étude, réalisée en 1997⁵, avait fait grand bruit dans le milieu; on y démontrait que la congestion coûtait 500 M\$ par année (1993) en perte de ressources économiques. Les résultats de cette étude s'appuyaient alors sur des données tirées de l'enquête O-D de l'automne 1993, introduites dans le MOTREM93. Une seconde étude⁶, publiée en avril 2004 par le MTQ, présentait une méthodologie plus évoluée, basée cette fois sur des résultats de l'enquête O-D de 1998 introduits dans le MOTREM98. Cette étude concluait que, pour l'année 1998, la congestion routière à Montréal représentait un coût social de l'ordre de 780 M\$.

Depuis 2006, le SMST dispose d'une nouvelle version de la plateforme régionale de modélisation des transports urbains, le MOTREM03, appuyé par l'enquête O-D de 2003. La plateforme a connu des améliorations méthodologiques considérables, notamment du fait qu'on estime de façon plus adéquate la demande de

⁵ Les Conseillers ADEC inc., *Évaluation des coûts de la congestion dans la grande région de Montréal*, Rapport final, 22 novembre 1997, 63 p.

⁶ MTQ, *Évaluation de la congestion routière dans la région de Montréal*, Collection Études et recherches en transport — RQ-04-01, ministère des Transports du Québec en collaboration avec ADEC inc., 2004, 123 p.
[http://www1.mtq.gouv.qc.ca/fr/banque_pub/requetedetail.asp?nodoc_=2608]

déplacements commerciaux, et qu'on parvient à représenter la demande pour chacune des périodes de la journée, alors que seule la pointe du matin était modélisée précédemment.

Une autre évolution méthodologique concerne le processus d'expansion des données de l'enquête O-D 2003, qui se base maintenant sur une estimation de la population pour la même année, plutôt que sur les données démographiques du recensement de 2001. Signalons également la réalisation, en mars 2006, d'une étude complémentaire⁷ portant sur l'estimation des coûts d'utilisation des véhicules. Cette étude a permis de décrire plusieurs limites des méthodes actuelles de détermination de ces coûts et de définir les meilleures pistes pour faire évoluer cet aspect de l'analyse.

L'objectif du présent exercice consiste essentiellement à produire une évaluation des coûts de la congestion dans la région de Montréal, en appliquant l'approche méthodologique et le canevas analytique de l'étude de 2004 (référentiel 1998) sur le référentiel des données de 2003. Cette étude profitera de l'enrichissement du MOTREM pour examiner explicitement la situation des périodes de pointe du matin et de l'après-midi et disposer d'une estimation plus raffinée de la demande en déplacements des véhicules commerciaux. Les éléments de prix ou de valeur à associer aux différentes composantes des coûts sont dérivés du *Guide d'analyse avantages-coûts* produit par le MTQ⁸. Notons que des ajustements ont été effectués pour refléter les conditions de l'année 2003.

Compte tenu des efforts récents déployés ailleurs dans le monde en matière d'évaluation de la congestion routière en milieu urbain, l'étude comporte, d'entrée de jeu, une section où sont rapportées et commentées, sur le plan méthodologique surtout, les expériences étrangères les plus intéressantes. Au-delà de la situation de référence (2003), l'étude présente aussi l'évolution de la congestion dans la région métropolitaine de Montréal depuis 1998.

⁷ Les Conseillers ADEC inc., *Examen de la problématique de modélisation du coût de fonctionnement des véhicules au Québec : Rapport final*, 7 mars 2006, 142 p.

⁸ Ferland, Anne-Marie, *Guide de l'analyse avantage-coûts des projets publics en transport — Partie 3 : Paramètres* (valeurs de 2006), Service de l'économie et du plan directeur en transport, MTQ, 2007.
[http://www1.mtq.gouv.qc.ca/fr/banque_pub/requetedetail.asp?nodoc=3065]

2 Définition, approches et quelques expériences récentes

2.1 La congestion, un concept à définir constamment

Toute étude portant sur la congestion, qu'elle vise à la quantifier ou à élaborer des stratégies pour la réduire, débute par une définition du phénomène et des enjeux qui y sont associés. Ainsi, la littérature foisonne de définitions qui tendent vers la même constatation : il y a congestion lorsqu'une demande de déplacement additionnelle sur un réseau occasionne des pertes pour les usagers déjà présents et, éventuellement, pour les non-usagers.

Certains auteurs⁹ avancent qu'il n'existe pas de définition absolue de la congestion. Ils la définissent plutôt comme étant l'écart entre le niveau de performance auquel s'attendent les usagers et le niveau de performance réel du réseau. Alors que la congestion semble inévitable en zone urbaine, ces auteurs spécifient que celle-ci peut atteindre des niveaux excessifs lorsque les délais dépassent les attentes préétablies. Ce standard varie d'une région à l'autre selon le mode de transport, l'heure de la journée, la situation géographique et les préférences des usagers.

La congestion récurrente¹⁰ est un problème typique des produits et services à forte capitalisation physique et ayant une demande variable dans le temps, définie plus généralement comme l'engorgement des réseaux. C'est pourquoi les prix de certains biens et services varient en fonction de l'intensité de la demande aux diverses périodes d'utilisation. C'est le cas, par exemple, des tarifs de téléphone et d'électricité, des prix des chambres d'hôtel, des repas dans les restaurants et des billets d'avion. Si les compagnies offrant ces services réagissaient en adaptant l'offre de capacité à la demande de pointe, sans augmenter les prix, leur capacité serait sous-utilisée dans les périodes hors pointe et elles risqueraient la faillite. L'utilisation de la route se compare à ces biens de consommation : la demande pour son utilisation varie dans le temps, ses coûts fixes sont élevés (infrastructures) et les consommateurs ont éventuellement des solutions de rechange. La seule différence fondamentale, c'est que la route n'est pas tarifée en fonction de la demande ni de la consommation du service.

⁹ Delcan, iTrans et ADEC, *Costs of Congestion in Canada's Transportation Sector*, realised for Transport Canada, Sustainable Development Branch, 2005, 139 p.

¹⁰ Il existe deux formes de congestion. L'une dite récurrente et l'autre dite incidente, c.-à-d. qui se produit sporadiquement à cause d'un événement fortuit. L'évaluation dont il est question tout au long de ce rapport porte sur la congestion récurrente.

2.2 Approches utilisées pour mesurer les coûts de la congestion

La revue de la littérature révèle l'existence de plusieurs méthodologies permettant d'évaluer les coûts de la congestion. Avant de présenter sommairement diverses approches, voyons tout d'abord les indicateurs les plus utilisés pour mesurer la congestion et les coûts qui en découlent. Ils sont présentés dans le Tableau 2.1. Ils visent à dégager des mesures de temps, de volume, de délai et de niveau de service.

Tableau 2.1 Catégories et indicateurs de la congestion

Catégories de mesures de congestion
Mesures de temps
Vitesse moyenne de déplacement
Temps moyen de déplacement
Taux moyen de déplacement
Temps de déplacement discret d'un itinéraire multidestinations
Temps de déplacement origine-destination
Part des temps de déplacement en situation de congestion (%)
Part des déplacements dont la vitesse moyenne est sous la valeur critique (%)
Mesures de volume
Longueur des déplacements (véhicules-km)
Volume de trafic (exprimé selon le ratio volume/capacité)
Indices de congestion
Index de congestion (dont celui proposé par le TTI ¹¹)
Délais excessifs
Mesures de délais
Temps additionnel de déplacement mesuré en véhicules-km ou minutes-km
Temps additionnel occasionné par la construction ou les incidents
Mesures de niveau de service
Voies-km au niveau de service x
Véhicules-heures ou véhicules-km au niveau de service x
Niveau de service aux principales intersections
Nombre d'intersections congestionnées

Source : NCHRP, Report 463 — *Economic Implications of Congestion*, 2001.

Puisque la congestion est un phénomène relatif, les modèles qui tentent de l'évaluer reposent sur des mesures étalons pour en saisir les effets. Ces mesures s'appuient soit sur la capacité du réseau à servir une demande ou

¹¹ Texas Transportation Institute (TTI).

sur la vitesse de circulation. La mesure étalon la plus simple à utiliser est la performance du réseau en écoulement libre (c.-à-d. niveau de service A pour les spécialistes de la circulation). Cette mesure n'est cependant pas recommandée puisqu'une telle situation n'est pas facilement atteignable et que cette référence peut surévaluer les coûts de la congestion¹². Il est plutôt recommandé de déterminer un niveau de service optimal attendu pour le réseau à l'étude et d'utiliser celui-ci pour évaluer ce qu'il en coûterait pour l'atteindre. Lomax *et al.*¹³ recommandent de viser un niveau de service D, correspondant à 80 % de la capacité du réseau. D'autres études favorisent des niveaux plus réalistes. Certains auteurs¹⁴ suggèrent de mesurer la congestion en fonction de la vitesse, en comparant les données à un certain pourcentage de la vitesse en écoulement libre. Dans une étude réalisée pour Transports Canada sur la congestion au Canada, par exemple, les seuils de 50 %, 60 % et 70 % de la vitesse en écoulement libre sont utilisés. Ceci permet, entre autres, de compenser l'absence de données sur la perception des usagers quant à la performance de leur réseau. En effet, la perception générale sur la performance d'un réseau routier varie d'une région à l'autre et joue un grand rôle dans la détermination de l'investissement nécessaire pour améliorer la circulation et rendre la congestion acceptable aux yeux du public. Il peut donc exister un degré de retard socialement acceptable, alors que, sur le plan de l'ingénierie de la circulation, une sous-capacité est observée.

Une étude américaine sur les conséquences de la congestion¹⁵ partage les coûts de celle-ci en trois grandes catégories, soit les coûts directs de déplacements des usagers, les coûts liés aux activités de logistique et les économies d'échelle que permet une plus grande accessibilité aux marchés pour la main-d'œuvre spécialisée, les clients et les fournisseurs. Des études empiriques ont en effet montré que, dans les grands centres urbains, les employeurs offrent des compensations pour les pertes de temps résultant de la congestion ou de l'absence de transports collectifs. Ces compensations, qui varient en fonction de l'élasticité de la demande, sont d'autant plus importantes lorsque le niveau de spécialisation de l'emploi augmente. D'autre part, la congestion diminue l'avantage comparatif d'une région au profit d'autres régions où elle est moins grande, ce qui rend ces régions plus attirantes pour les firmes très dépendantes des transports.

En 2004, le MTQ proposait de distinguer les coûts privés des coûts sociaux. Les coûts privés englobent tous les coûts assumés directement par les usagers du réseau routier, soit les pertes de revenus causées par les retards non rémunérés, les coûts d'utilisation des véhicules, le coût des accidents attribuables à la congestion, les paiements de transfert et les taxes. En contrepartie, les coûts sociaux de la congestion réfèrent aux « coûts des ressources de l'ensemble de la société, imputables à la congestion, ressources qui auraient pu être utilisées pour

¹² National Cooperative Highway Research Program (NCHRP). 2001. Report 463 — *Economic Implications of Congestion*, Transportation Research Board, Nation Academy Press, Washington D.C., 2001, 55 p.

¹³ Texas Transportation Institute (TTI), *The 2007 Urban Mobility Report*, 49 p., [En ligne], [<http://mobility.tamu.edu/ums/report/>].

¹⁴ *Idem* 13

¹⁵ *Idem* 12

des activités socio-économiques plus valorisées »¹⁶. Les paramètres utilisés pour estimer les coûts sociaux de la congestion sont les suivants :

- ◆ La valeur du temps supplémentaire de déplacement des usagers du réseau routier;
- ◆ Les coûts supplémentaires d'utilisation des véhicules;
- ◆ Les coûts supplémentaires de carburant;
- ◆ La valeur des dommages supplémentaires à l'environnement — principalement la pollution atmosphérique et les émissions de gaz à effet de serre supplémentaires.

Les sections qui suivent présentent et commentent certaines expériences étrangères récentes et notables d'évaluation économique des coûts de la congestion réalisées en Australie, aux États-Unis et au Canada.

2.3 Évaluation de la congestion en Australie

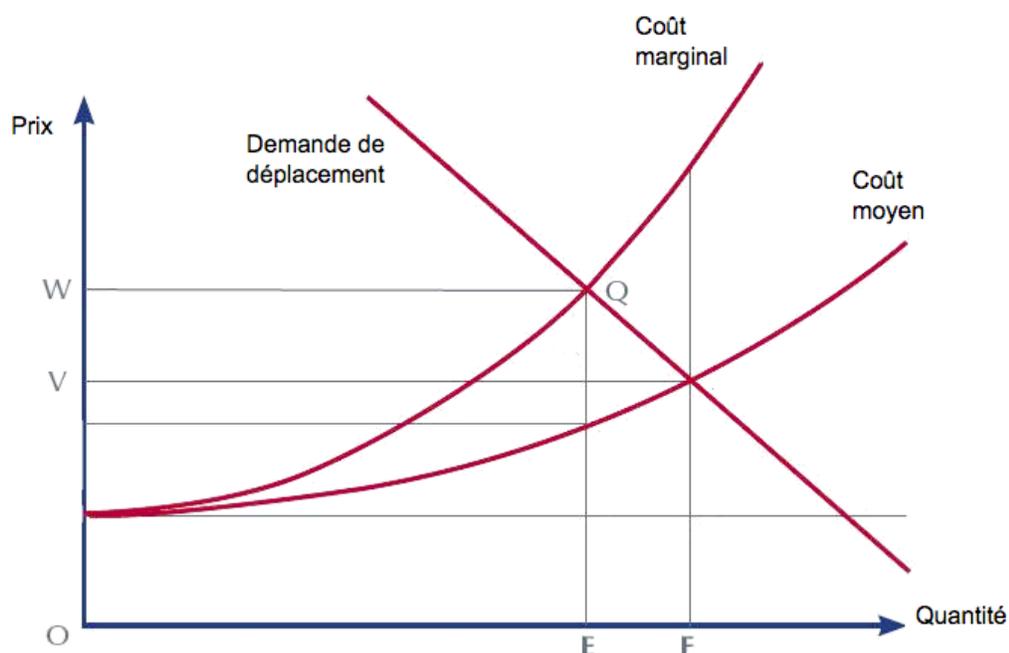
Le Bureau des transports et de l'économie régionale du gouvernement australien (BTRE) a publié, en 2007, un rapport intitulé *Estimating Urban Traffic and Congestion Cost Trends for Australian Cities*¹⁷. Le rapport présente, dans un premier temps, une analyse des facteurs sous-jacents à la croissance de la congestion et, dans un deuxième temps, une évaluation des coûts socio-économiques de la croissance de la congestion urbaine dans les capitales des huit États ou Territoires australiens.

Le BTRE amorce le calcul des coûts de la congestion en estimant les coûts socio-économiques totaux qui seraient évités en l'absence de congestion. À partir de ces données et de la théorie économique, les auteurs ont évalué les pertes nettes encourues à un niveau de congestion donné, c'est-à-dire le coût social de la congestion qui serait évité si le niveau de congestion était réduit au niveau d'équilibre optimal **Q** (voir Figure 2.1). Autrement dit, les auteurs ont cherché à évaluer les gains économiques réalisés si un tarif, correspondant au coût des externalités produites par l'ajout d'un usager supplémentaire sur le réseau, était imposé aux usagers. Ce prix, établi au niveau d'équilibre théorique **W**, comprend le coût des externalités occasionnées par la congestion, traduit en termes économiques par la différence entre le coût moyen **V** (coût privé) et le coût marginal **W** (coût social) du déplacement. En théorie, en augmentant la part du coût défrayé par l'usager, la demande de déplacements sera amenée à diminuer de **F** à **E**, car ceux qui voient le tarif dépasser le prix qu'ils sont prêts à payer pour un déplacement modifieront leur itinéraire ou le moment de leur déplacement. La quantité finale de déplacements équivaudra donc à la quantité d'équilibre optimale **E**.

¹⁶ MTQ, *Évaluation de la congestion routière dans la région de Montréal*, Collection Études et recherches en transport — RQ-04-01, ministère des Transports du Québec, 2004.

¹⁷ BTRE, *Estimating Urban Traffic and Congestion Cost Trends for Australian Cities*, Working paper 71, BTRE, Canberra ACT, 2007, 161 p.

Figure 2.1 Illustration de la théorie économique des coûts de la congestion



Source : BTRE, 2007.

Le BTRE génère ses prévisions à partir d'un modèle dans lequel des indicateurs sont agrégés, en fonction des types de routes et des différentes zones de la région, afin de fournir une évaluation de la congestion moyenne pour une région donnée. Les paramètres utilisés dans ce modèle pour mesurer les coûts de la congestion sont les suivants :

- ◆ Les temps de déplacement additionnels;
- ◆ La variation additionnelle des temps de déplacement (diminution de la fiabilité des temps de parcours);
- ◆ L'augmentation des frais d'exploitation des véhicules (la consommation de carburant, en particulier);
- ◆ La diminution de la qualité de l'air (répercussions directes sur les coûts de la santé).

Les valeurs horaires du temps utilisées sont, notamment : 9 AUD¹⁸ pour un déplacement en automobile privée, de 20 AUD à 30 AUD pour un déplacement en automobile privée utilisée pour un motif d'affaires et environ 28 AUD pour le déplacement d'un camion à six essieux (mesurées en véhicule-heure). Ces constantes sont utilisées pour estimer les indices de temps additionnels de déplacement et de variation additionnelle des temps de déplacement. Ce dernier permet d'allouer une valeur financière au temps perdu par les usagers lorsqu'ils

¹⁸ 1 dollar australien (AUD) équivalait à 0.93924 dollar canadien en 2005.

doivent partir plus tôt pour éviter d'être en retard à destination. Cet indice est déterminé à partir de la moyenne de la variation des temps de déplacements, pour un parcours donné, à différentes heures de la journée. Des résultats de sondages ont démontré que les usagers accordent au temps perdu, à cause du manque de fiabilité des temps de déplacement, une valeur du temps significativement supérieure à celle du temps perdu lorsque le retard est anticipé.

Différents scénarios ont été modélisés en modifiant des paramètres, comme les vitesses moyennes de déplacement, afin de mieux représenter la réalité. Par exemple, les temps de déplacements additionnels sont moins importants si la vitesse moyenne à écoulement libre, plutôt que la vitesse nominale (affichée), est introduite dans le modèle puisque la première est souvent inférieure, particulièrement sur le réseau artériel, dû, entre autres, à l'aménagement de la route.

Les résultats de la modélisation démontrent qu'en 2005 la congestion a coûté environ 9,4 milliards de dollars aux Australiens. Le modèle prévoit par ailleurs que ces coûts doubleront d'ici 2020, portant la charge totale de la congestion en Australie à environ 20,4 milliards AUD, alors que les prévisions de trafic prévoient une augmentation de 37 % des kilomètres parcourus au cours de la même période, dont une croissance annuelle d'environ 3,5 % des déplacements commerciaux et de 1,7 % des déplacements privés. Les résultats de la modélisation pour l'année 2005 sont présentés dans le Tableau 2.2.

Tableau 2.2 Résultats de l'évaluation des coûts de la congestion en Australie, en 2005

Coûts de la congestion	2005	
	MSA	%
Perte de temps — particuliers	3 500	37,2
Perte de temps — entreprises	3 600	38,3
Coût supplémentaire — opération des véhicules	1 200	12,8
Coût supplémentaire — pollution	1 100	11,7
Total	9 400	100,0

Source : BTRE, 2007.

En somme, cette méthode permet de déterminer les coûts de la congestion qui seraient évités à la suite de la mise en place de mesures de gestion de la demande de transport dans une région donnée. Cette méthode présente, cependant, les limites suivantes :

- ◆ La congestion étant un phénomène hétérogène et variable, l'utilisation de données agrégées donne une estimation moins juste que l'utilisation de données détaillées d'un réseau;

- ◆ Les résultats empiriques ne représentent pas directement les économies nettes réalisables par la mise en œuvre d'une politique de tarification puisqu'ils ne tiennent pas compte des coûts administratifs et d'immobilisation liés à la mise en œuvre et à l'exploitation de mesures de perception des recettes;
- ◆ La méthode ne permet pas de quantifier les effets positifs de la réduction de la congestion sur le PIB de la région.

2.4 Évaluation de la congestion aux États-Unis

Aux États-Unis, l'évolution de la congestion et des coûts qui en découlent sont évalués par le Texas Transportation Institute (TTI) et présentés dans un rapport annuel intitulé *Urban Mobility Report*¹⁹, dont la dernière parution date de 2007 et porte sur 85 régions urbaines américaines. Les données sur les activités de déplacement utilisées dans cette étude sont extraites de la base de données du Highway Performance Monitoring System (HPMS) du Federal Highway Administration. L'homogénéité des données a permis au TTI d'utiliser une approche dite « descendante », laquelle permet de comparer les régions entre elles. En contrepartie, l'usage d'une telle méthode peut masquer des différences majeures entre les régions, différences qui ne sont pas reflétées dans les données contenues dans le HPMS.

La méthodologie appliquée par le TTI est divisée en trois volets :

- ◆ Les constantes nationales;
- ◆ Les constantes régionales;
- ◆ Les variables et les mesures de performance.

Les constantes nationales et régionales sont présentées dans les Tableau 2.3 et Tableau 2.4, respectivement.

Tableau 2.3 Constantes nationales utilisées par le TTI

Constante	Valeur
Taux d'occupation des véhicules	1,25 personne par véhicule
Jours ouvrables	250 jours par année
Part des déplacements quotidiens effectués en périodes de pointe	50 %
Valeur du temps (dollars de 2005)	14,60 \$ par personne-heure ²⁰
Coût d'opération des véhicules commerciaux	77,10 \$ par véhicule-heure

Source : TTI, *The 2007 Urban Mobility Report*, 2007, Annexe A.

¹⁹ TTI, *The 2007 Urban Mobility Report*, 2007, 49 p., [En ligne].

²⁰ Valeur ajustée annuellement en fonction de l'indice des prix à la consommation.

Tableau 2.4 Constantes régionales utilisées par le TTI

Constante	Source des données
Longueur des déplacements quotidiens (véhicules-milles)	HPMS et agences locales de transport (réseaux autoroutiers et artériels)
Population et nombre de déplacements en période de pointe	U.S. Census Bureau, HPMS et American Community Survey
Prix du carburant	American Automobile Association (un prix moyen pour tous les types de carburants)
Part du camionnage	HPMS

Source : TTI, *The 2007 Urban Mobility Report*, 2007, Annexe A.

Finalement, les indicateurs utilisés pour mesurer les coûts de la congestion sont les suivants :

- ◆ Pourcentage des déplacements quotidiens effectués en situation de congestion;
- ◆ Vitesse de déplacement;
- ◆ Temps additionnel de déplacement;
- ◆ Temps additionnel de déplacement causé par un incident;
- ◆ Temps additionnel de déplacement annuel par personne;
- ◆ Indice de temps de transport;
- ◆ Carburant supplémentaire.

Le coût de la congestion correspond au coût des retards auquel on a additionné le coût du carburant additionnel consommé. Le coût des retards est estimé en fonction du temps perdu et du taux d'occupation des véhicules. Le coût du carburant, également estimé en fonction du taux d'occupation des véhicules, est calculé en multipliant les retards quotidiens en véhicules-heures par le pourcentage de passagers/véhicule et par les vitesses moyennes en périodes de pointe. Tout ceci est ensuite divisé par la consommation moyenne de carburant, multiplié par le coût des carburants et par le nombre de jours. Les principaux résultats de leurs recherches passées et présentes sont présentés dans le Tableau 2.5.

Tableau 2.5 Résultats de l'évaluation des coûts de la congestion aux États-Unis de 1998 à 2005 par année

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Retards par voyageur (heures)	34	35	34	35	35	36	37	38
Retard total (milliards d'heures)	3,0	3,0	3,0	3,3	3,5	3,7	4,0	4,2
Carburant supplémentaire total (milliards de gallons)	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,7	2,9
Coût total (milliards USD 2005)	53,2	57,2	57,6	60,4	63,9	67,2	73,1	78,2

Source : TTI, *The 2007 Urban Mobility Report*, 2007, p. 3.

2.5 Les coûts de la congestion dans les grandes villes canadiennes

En 2005, Transports Canada a mandaté le groupe formé de Delcan, ADEC et iTRANS pour réaliser une analyse globale de la congestion dans neuf régions urbaines canadiennes²¹. Contrairement aux pratiques américaines, les données de transport canadiennes ne sont pas compilées uniformément au niveau national. Ainsi, les auteurs ont adopté une approche dite « ascendante », qui implique l'utilisation de chacun des modèles régionaux de transport pour comparer les régions étudiées. Les auteurs avancent que cette méthode permet une analyse particularisée pour chacune des régions et notent que la comparaison des résultats permet de dégager les meilleures pratiques et ainsi d'améliorer la collecte et le traitement des données pour les études futures.

Les auteurs ont conçu trois indices, pour lesquels ils ont estimé des valeurs financières inspirées de la méthode utilisée en 2004 par le MTQ. Pour chacune des neuf régions étudiées, les indices ont d'abord été calculés en fonction de l'année de base du modèle fourni et ont ensuite été indexés en dollars de 2002. Les coûts de la congestion ont été estimés en agrégeant les valeurs financières des trois indices suivants :

- ◆ Les temps additionnels de déplacement;
- ◆ L'augmentation de la consommation de carburant;
- ◆ L'augmentation des émissions de GES.

Le Tableau 2.6 présente, à titre d'exemple, les valeurs du temps utilisées dans cette étude.

²¹ Delcan, iTrans et ADEC, *Costs of Congestion in Canada's Transportation Sector*, realised for Transport Canada, 2005, Sustainable Development Branch, 139 pages.

Tableau 2.6 Valeurs du temps utilisées par Transports Canada

Région urbaine	Année de base	Parts des déplacements (%)		Valeur du temps (\$/heure) *	
		Motif travail et affaires	Motif autre	Motif travail et affaires	Motif autre
Vancouver	2003	48	52	29,72	9,26
Edmonton	2000	31	69	25,48	7,84
Calgary	2001	37	63	28,57	8,79
Winnipeg	1992	88	12	24,71	7,63
Hamilton	2001	36	64	29,64	9,14
Toronto	2001	55	45	30,86	9,50
Ottawa-Gatineau	1995	43	57	31,35	9,67
Montréal	1998	70	30	27,32	8,48
Ville de Québec	2001	58	42	25,96	8,15

* Les valeurs du temps sont ajustées pour 2002.

Source : Delcan, iTrans et ADEC, *Costs of Congestion in Canada's Transportation Sector*, 2005.

Les résultats sont présentés selon trois seuils critiques de congestion, soit à 50 %, à 60 % et à 70 % de la vitesse en écoulement libre. Les résultats de l'étude ont démontré que les coûts attribuables aux délais de temps causés par la congestion représentaient plus de 80 % des coûts totaux de la congestion, présentés dans le Tableau 2.7.

Tableau 2.7 Résultats de l'évaluation des coûts de la congestion au Canada en millions de \$ de 2002

Régions urbaines	À 50 %	À 60 %	À 70 %
Vancouver	402,8	516,8	628,7
Edmonton	49,4	62,1	74,1
Calgary	94,6	112,4	121,4
Winnipeg	48,4	77,2	104,0
Hamilton	6,6	11,3	16,9
Toronto	889,6	1 267,3	1 631,7
Ottawa-Gatineau	39,6	61,5	88,6
Montréal	701,9	854,0	986,9
Ville de Québec	37,5	52,3	68,4
Total	2 270,2	3 015,0	3 720,6

Source : Delcan, iTrans et ADEC, *Costs of Congestion in Canada's Transportation Sector*, 2005.

Ainsi au seuil critique de 60 %, les coûts de la congestion représentent 3 milliards de dollars pour les neuf plus grandes agglomérations du Canada.

2.6 Quelques idées de la Conférence Européenne des Ministres des Transports

Pour leur part, les chercheurs de la Conférence Européenne des Ministres des Transports (CEMT) de l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE) émettent les recommandations suivantes²² à l'égard des paramètres à utiliser pour mesurer les coûts de la congestion. Ceux-ci doivent notamment :

- ◆ Inclure les aspects quantitatifs autant que qualitatifs de la congestion.
- ◆ Être pertinents pour les planificateurs de transport autant que pour les usagers de la route, en prenant en compte, entre autres :
 - ❖ Les vitesses;
 - ❖ Les flux de circulation;
 - ❖ La longueur des files d'attente;
 - ❖ La fiabilité des temps de déplacement et du réseau.
- ◆ Être neutres, c'est-à-dire, sans lien avec les objectifs poursuivis :
 - ❖ Par exemple, il est déconseillé d'adopter les vitesses en circulation libre comme mesure étalon des niveaux à atteindre, puisque la circulation libre est inatteignable dans la plupart des contextes urbains.
- ◆ Inclure les effets indirects de la congestion, par exemple :
 - ❖ Les conséquences de la congestion sur les personnes qui n'empruntent pas les routes;
 - ❖ Dans le secteur commercial, certaines firmes doivent augmenter leurs stocks pour pallier le manque de fiabilité des temps de déplacement, ce qui entraîne des coûts supplémentaires d'entreposage et de logistique.

En résumé, la mesure de la congestion doit être transparente et répondre aux différents besoins, tant sociaux, économiques que d'ingénierie. La mesure doit aussi s'appliquer à plusieurs modes. Elle doit permettre le développement d'indicateurs qui favoriseront les suivis de son évolution et elle doit résister au temps. De plus, la mesure de la congestion ne doit pas se limiter à l'utilisation des outils de modélisation présentement disponibles, car ces derniers ne traitent pas des effets dynamiques qui découlent de la congestion ou des mesures de gestion de la demande.

²² Conférence Européenne des Ministres de Transport (CEMT), *Managing Urban Traffic Congestion: Summary Document*, [En ligne], [www.forumvaleo.com/files/CongestionSummary.pdf]. Il est à noter que la CEMT est devenue le Forum international des transports.

3 Paramètres d'évaluation

La méthodologie adoptée ici se divise en deux étapes, à l'instar de l'approche utilisée dans l'étude de 2004. La première étape consiste à ajuster le modèle d'évaluation du coût de la congestion dans la grande région de Montréal pour tenir compte de la demande découlant de l'enquête O-D 2003²³, alors que la version 2004 traitait l'enquête O-D 1998. La seconde étape quantifie le coût de la congestion, en appliquant les paramètres financiers aux effets de la congestion mesurés à partir du modèle de simulation routière du SMST. Des évaluations sont effectuées pour la situation prévalant en 2003, pour les périodes de pointe du matin et de l'après-midi. L'évaluation proprement dite de la pointe de l'après-midi constitue une première, car dans l'exercice de 2004 la valeur de la pointe de l'après-midi était présumée identique (symétrique) à celle du matin²⁴.

Les coûts associés à la congestion qui sont mesurés sont : le coût des retards, le coût supplémentaire de fonctionnement des véhicules, le coût supplémentaire de carburant ainsi que le coût des émissions polluantes et des gaz à effet de serre supplémentaires. Les valeurs des paramètres, utilisées pour traduire ces effets en termes financiers, sont tirées de la troisième partie du *Guide de l'analyse avantages-coûts des projets publics en transport*²⁵ du MTQ.

3.1 Détermination des valeurs du temps

Le temps qu'un individu perd à cause des ralentissements de la circulation réduit le temps dont il dispose pour réaliser d'autres activités plus intéressantes. L'expression « coût d'opportunité » est utilisée par les économistes pour qualifier ce phénomène. Ces derniers s'appuient sur l'analyse des préférences révélées des individus pour estimer les valeurs du temps. La revue de la littérature montre que les individus tendent vers un arbitrage entre le temps de transport et leur choix modal, d'où le lien entre la valeur du temps et les préférences révélées.

3.1.1 Classification des motifs de déplacement

Les valeurs de ce temps perdu diffèrent selon les classes de revenus et le motif de déplacement. Il importe de faire la distinction entre les valeurs du temps des personnes qui se déplacent par affaires, pour leur navettage

²³ AMT, *Enquête origine-destination (O-D) 2003 : faits saillants*, réalisée conjointement avec le ministère des Transports du Québec, les sociétés de transport de la RMR de Montréal et l'École Polytechnique de Montréal, 2003, [En ligne], [http://www.cimtu.qc.ca/EnqOD/2003/Faits_saillants/Index.asp].

²⁴ Malgré la possibilité de simuler la demande en dehors des deux périodes de pointe à l'aide du MOTREM03, il a été jugé prématuré d'intégrer ces composantes dans la présente étude en raison des difficultés de calage des résultats.

²⁵ Ferland, Anne-Marie, *Guide de l'analyse avantage-coûts des projets publics en transport — Partie 3 : Paramètres* (valeurs de 2006), Service de l'économie et du plan directeur en transport, MTQ, 2007, 3 parties.

quotidien, pour les études ou pour un autre motif (le loisir, par exemple). La valorisation du temps des quatre motifs de déplacement repose sur des hypothèses distinctes, présentées ci-après.

3.1.1.1 Motif affaires

Les déplacements effectués en situation de travail sont définis comme les déplacements pour le motif « affaires ». Par exemple, un déplacement vers un rendez-vous de travail durant la période de travail, ou encore lorsque l'occupation d'une personne consiste à conduire un véhicule (camionneur, livreur, chauffeur, etc.), constitue un déplacement pour le motif affaires. Pour ce motif de déplacement, les retards occasionnent une perte de productivité directe et, pour cette raison, la valeur associée à leurs retards sera directement associée à la valeur du temps sur le marché du travail. Dans ce cas, la monétisation de la valeur du temps comprend le salaire brut de l'individu, auquel les contributions de l'employeur sont ajoutées, ce qui reflète la valeur de sa productivité marginale pour l'employeur. La même méthode est utilisée pour mesurer la valeur du temps des camionneurs; le montant ainsi obtenu est alors haussé, pour tenir compte du coût supplémentaire lié à la perte de productivité du camion et au délai de livraison de la marchandise transportée.

3.1.1.2 Motif travail (navettage)

Les déplacements pour motif travail se définissent comme les déplacements qui s'effectuent entre le lieu de domicile et le lieu de travail. Pour ce motif de déplacement, la valeur du temps sera constituée de la moyenne de la valeur du temps pour un déplacement pour motif affaires et d'un déplacement pour motif loisir, car, à la limite, les pertes de temps peuvent empiéter sur le temps productif et le temps improductif.

3.1.1.3 Motif études

La valeur du temps utilisée pour quantifier un déplacement effectué, par un étudiant, pour se rendre à un lieu d'enseignement, équivaut à 25 % de la valeur horaire du temps de déplacement du motif affaires.

3.1.1.4 Autres motifs

Les autres motifs de déplacement se définissent comme les déplacements effectués pour aller ou revenir d'une activité autre que le travail. La valeur du temps associée à ces motifs de déplacement correspond au coût d'opportunité, soit au coût marginal d'une unité de temps consacrée au loisir ou au magasinage²⁶. La valeur du temps associée à ces déplacements correspond au revenu horaire net d'impôt et exempt de taxes.

²⁶ Ferland, Anne-Marie, *Guide de l'analyse avantage-coûts des projets publics en transport — Partie 3 : Paramètres* (valeurs de 2006), Service de l'économie et du plan directeur en transport, MTQ, 2007, p. 17.

La valeur du temps des passagers des autobus est mesurée selon la moyenne pondérée des valeurs du temps pour les motifs travail, études et autres, selon les proportions respectives de déplacements relatives à chacun des motifs.

3.1.2 Clés de répartition des revenus

Les valeurs du temps reposent donc sur les revenus des individus; or l'enquête O-D traite le revenu du ménage et non de l'individu. La comparaison de ces données avec celles du recensement révèle des différences conceptuelles²⁷. Il a donc été décidé de s'en remettre aux données du recensement 2001²⁸. En raison du décalage temporel entre les deux enquêtes, les revenus ont été indexés avant d'être associés aux déplacements de 2003 sur la base des secteurs de recensement de résidence des individus. Le Tableau 3.1 présente les six classes de revenus d'emploi à partir desquelles sont dérivées les valeurs du temps attribuées à chaque déplacement. Les classes de revenus sont celles employées pour l'étude de 1998.

Tableau 3.1 Classes de revenus annuels personnels

Classes de revenus
0 \$ à 19 999 \$
20 000 \$ à 24 999 \$
25 000 \$ à 29 999 \$
30 000 \$ à 34 999 \$
35 000 \$ à 40 999 \$
40 000 \$ et plus

Le revenu individuel moyen de la classe de revenu est d'abord déterminé à l'aide des données du recensement de 2001 (qui sont des données de 2000). Ce revenu est ensuite indexé à l'aide de l'indice d'augmentation du revenu total moyen. Pour le calcul de la valeur horaire associée aux déplacements pour le motif affaires, par exemple, la contribution de l'employeur est calculée pour chacun des revenus témoins de la classe, en tenant compte des éléments de la parafiscalité (voir Tableau 3.2). Après avoir déterminé le nombre moyen d'heures travaillées par année pour l'ensemble des travailleurs du Québec, on détermine la valeur horaire du temps de travail associée à chacune des classes.

Les résultats de l'enquête O-D 2003 permettent d'associer chaque déplacement à une des six tranches de revenus prédéfinies, pour lesquelles des valeurs horaires du temps moyennes des travailleurs ont été calculées. Deux variables ont servi à imputer des revenus aux déplacements, soit le secteur de recensement et le sexe de l'individu.

²⁷ L'enquête O-D recense le revenu du ménage, alors que la valeur du temps est dérivée du revenu de l'individu tiré du recensement.

²⁸ Statistique Canada, Recensement de la population de 2001, [En ligne], [<http://www12.statcan.ca/francais/census01/Index.cfm>].

Tableau 3.2 Valeurs horaires du temps calculées sur la base des revenus annuels, incluant les contributions de l'employeur, en \$ de 2003

Revenu d'emploi (\$/an)	Contribution de l'employeur en 2003 (\$)						Coût total	Valeur totale (\$)	Heures travaillées (h/an)	Valeur horaire (\$)
	RRQ	FSS	CNT	CSST	AE	FDRCMO				
10 635	353	372	9	205	234	106	1 280	11 915	1 665	7,16
23 929	1 011	838	19	462	526	239	3 095	27 025	1 665	16,23
29 247	1 274	1 024	23	564	643	292	3 822	33 069	1 665	19,86
34 564	1 538	1 210	28	667	760	346	4 548	39 113	1 665	23,49
39 350	1 775	1 377	31	759	819	394	5 155	44 506	1 665	26,73
62 748	1 802	2 196	50	1 211	819	627	6 706	69 453	1 665	41,71

RRQ : Régime des rentes du Québec.

FSS : Fonds des services de santé.

CNT : Commission des normes du travail.

CSST : Commission de la santé et de la sécurité du travail.

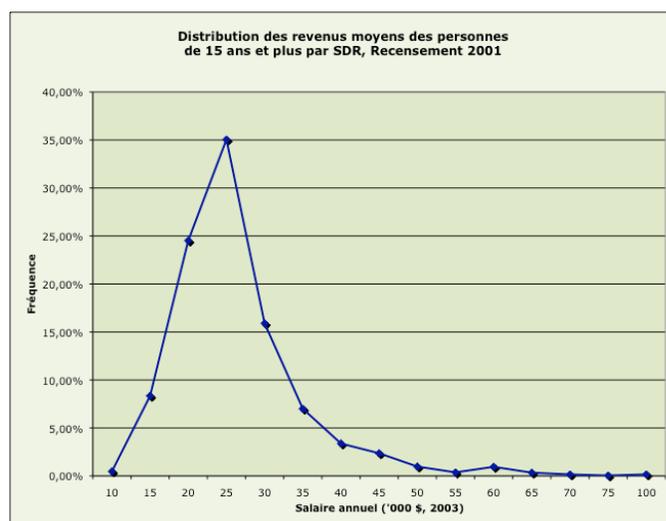
AE : Assurance-emploi.

FDRCMO : Fonds de développement et de reconnaissance des compétences de la main-d'œuvre.

Source : ministère du Revenu du Québec, *Guide de l'employeur — Retenues à la source et cotisations*, 2003.

La Figure 3.1 illustre la distribution des revenus moyens des personnes de 15 ans et plus pour les secteurs de recensement de la région de Montréal en 2001. À l'examen de cette figure, on constate que le revenu médian se situe entre 25 000 \$ et 30 000 \$, avant contributions de l'employeur, et que 91 % des personnes gagnent entre 10 000 \$ et 40 000 \$ par année²⁹.

Figure 3.1 Distribution du revenu moyen des personnes de 15 ans et plus, pour les secteurs de recensement de la région de Montréal, 2001



²⁹ Source : Recensement 2001.

3.1.3 Valeurs du temps par motif de déplacement

Une fois les motifs de déplacement définis, il est possible de calculer les valeurs horaires pour chacune des six classes de revenus, en fonction du motif de déplacement. Les résultats pour les déplacements **pour motif affaires** correspondent à ceux présentés dans le Tableau 3.2. Les taux horaires moyens pour les autres motifs sont calculés à partir des données touchant le motif affaires ou encore sur la base du revenu net, qui est calculé en soustrayant du revenu brut les impôts et les contributions fiscales correspondant à chacun des revenus moyens. Des taux moyens sont utilisés pour pallier la difficulté de calculer, de manière détaillée, ces taux d'imposition. Les données et les calculs effectués pour déterminer le revenu horaire **net**, pour chacune des six tranches de revenus, sont présentés dans le Tableau 3.3.

Tableau 3.3 Revenu net moyen calculé pour les six tranches de revenus

Revenu brut moyen de la tranche (\$)	Taux d'imposition combiné 2003 (%)	Revenu net (\$)
10 635	7,0	9 891
23 929	26,2	17 654
29 247	26,8	21 408
34 564	30,9	23 883
39 350	35,9	25 232
62 748	40,7	37 239

Source : Compilation ADEC et MTQ — SMST à partir des données tirées du ministère du Revenu du Québec, *Guide de l'employeur — Retenues à la source et cotisations*, 2003.

Afin de déterminer la valeur horaire des déplacements selon les motifs, il faut d'abord évaluer le revenu, les contributions de l'employeur et les impôts par classe de revenu. De ces valeurs de revenus sont déduites les valeurs horaires associées aux déplacements selon leur motif. En se basant sur une année de travail de 1 665 heures, le Tableau 3.4 présente les valeurs horaires du temps par classe de revenu, selon le motif de déplacement.

La valeur horaire d'un déplacement pour les navetteurs est la moyenne entre la valeur horaire du travail aux fins d'affaires et celle du motif autre, puisque l'on suppose que les pertes de temps empiètent également sur le temps de travail et sur le temps de loisir. Finalement, tel qu'on l'a mentionné précédemment, pour le motif études, la valeur horaire moyenne du temps est calculée à 25 % de celle du motif affaires. Les valeurs horaires des 24 combinaisons revenu-motif sont ventilées dans le Tableau 3.4.

Tableau 3.4 Valeur horaire du temps par classe de revenu et selon le motif de déplacement, en \$ de 2003

Classe de revenu	Affaires	Autres	Navetteurs	Étudiants
Moins de 19 999 \$	7,16	5,94	6,55	1,79
20 000 \$ à 24 999 \$	16,23	10,60	13,42	4,06
25 000 \$ à 29 999 \$	19,86	12,86	16,36	4,97
30 000 \$ à 34 999 \$	23,49	14,34	18,92	5,87
35 000 \$ à 40 999 \$	26,73	15,15	20,94	6,68
40 000 \$ et plus	41,71	22,37	32,04	10,43

Source : Compilation ADEC.

3.1.4 Paramètres et valeurs du temps pour le transport des marchandises

Pour la valeur horaire du temps des déplacements en camion, nous utilisons 26,87 \$ pour les camions lourds et 22,44 \$ pour les camions réguliers. Ces valeurs, présentées dans le Tableau 3.5, sont obtenues en multipliant le salaire horaire moyen d'un camionneur par un facteur d'ajustement tenant compte des avantages sociaux, puis en additionnant les valeurs horaires attribuables à la perte de productivité liée à l'utilisation d'un camion en situation de congestion et au délai de livraison pour la charge transportée.

Tableau 3.5 Valeur des déplacements par camion en \$ de 2003

Type de Camion	Salaire horaire moyen ¹	Facteurs d'ajustement Salaire -Productivité ³⁰		Délai de livraison	Valeur horaire
Camion régulier	14,04\$	1,52	0,60 \$	0,50 \$	22,44 \$
Camion lourd	15,52\$	1,58	1,50 \$	1,00 \$	26,87 \$

¹ Salaire horaire moyen d'un camionneur au Québec en 2003.

Source : Compilation ADEC à partir de Statistique Canada, SCIAN 484 : *Rémunération totale moyenne annuelle pour le Québec* (Série 72-002-XIB), 2001 (ajustée pour 2003). Méthode tirée de : Waters II W. G. *et al.*, *The Value of Time Savings for the Economic Evaluation of Highway Investments in British Columbia*, 1992.

Précisons que l'ensemble des valeurs du temps établies pour la présente étude constitue le jeu d'hypothèses le plus pertinent dans les circonstances. Ces hypothèses sont représentatives de l'état de l'art dans le domaine de l'analyse économique des projets de transport.

³⁰ Ferland, Anne-Marie, *Guide de l'analyse avantage-coûts des projets publics en transport — Partie 3 : Paramètres* (valeurs de 2006), Service de l'économie et du plan directeur en transport, MTQ, 2007, p. 4.

3.2 Coûts d'utilisation des véhicules

Le coût d'utilisation des véhicules varie notamment en fonction du type de véhicule, de la vitesse de croisière, des cycles d'accélération et de décélération, de la pente de la route et des caractéristiques de la surface de la route. Ces coûts comprennent :

- ◆ L'usure des pneus;
- ◆ La dépréciation;
- ◆ Les coûts d'entretien et de réparation;
- ◆ La consommation de carburant et de lubrifiant.

3.2.1 Coûts d'utilisation des véhicules sans les frais des carburants

Les équations utilisées ci-après ont été développées à partir des travaux de Bein *et al.*³¹, en 1996. Pour calculer les coûts, on doit disposer de données sur les vitesses des véhicules. Si l'on ne dispose pas de telles données, on peut tout de même procéder à une estimation pour les différentes heures de la journée.

Pour sa part, Jones³² inclut les coûts additionnels attribuables aux variations de vitesse des véhicules et aux courbes créées par les déviations de la circulation et la variation du type de surface de roulement. Les variations de vitesse influencent la consommation de carburant et d'huile, ainsi que l'usure des pneus et des pièces. Jones utilise la méthode des « voitures flottantes », où une voiture est équipée d'une composante électronique qui permet de collecter des données détaillées sur les distances parcourues et sur les variations de vitesse, pour connaître les phases d'accélération et de décélération des véhicules.

L'estimation des coûts d'utilisation des véhicules repose sur le paramétrage des coûts économiques ainsi que sur le paramétrage physique, mécanique et des pneus des véhicules. Les coûts d'utilisation des véhicules, excluant les frais de carburant, sont calculés pour tous les liens congestionnés à l'aide des formules suivantes³³ :

A) *Dans des situations de circulation à écoulement libre, où les vitesses excèdent 40 km/h (en \$ de 1990 par 1 000 km parcourus) :*

³¹ Bein, Peter *et al.*, *British Columbia Vehicle Operating Costs*, Highway Planning and Policy Branch, British Columbia Ministry of Transportation and Highways, December 1996, 55 p.

³² Jones, Joseph Konrad *et al.*, *Modèle d'évaluation des impacts des travaux routiers sur les coûts aux usagers de la route*, École Polytechnique, Laboratoire de circulation et de sécurité, 2002.

³³ Ferland, Anne-Marie, *Guide de l'analyse avantage-coûts des projets publics en transport — Partie 3 : Paramètres* (valeurs de 2006), Service de l'économie et du plan directeur en transport, MTQ, 2007, p. 8.

$$\text{Automobile : } CUV = (1/1,06) * [(-61,6375 + 14,9257*G + 3,92726/(G+1) + 1253,51*V^{1/2} + 1,33748*V - 68,1542*G*V^{1/2} - 0,063320*G*V) - 0,505/1,4565 * (305,1 - 11,842 * V + 0,25047 * v^2 - 0,0023304 * v^3 + 0,00000834 * v^4)]$$

$$\text{Camions réguliers : } CUV = (1/1,06) * [(10^{[3,18568 - 0,0414*V + 0,017460*V*\log(V) + 0,013685*G*\log(V) - 0,037659*\log(V)/(G+1)]}) - 0,350/1,4421 *(475,04 - 12,631 * V + 0,20508 * V^2 - 0,0013086 * V^3 + 0,00000372 * V^4)]$$

$$\text{Camions lourds : } CUV = (1/1,06) * [(10^{[3,20318 - 0,037551*V + 0,016034*V*\log(V) + 0,019906*G*\log(V) + 0,039256*\log(V)/(G+1)]}) - 0,350/1,4421 *(1020,2 - 32,468 * V + 0,67498 * V^2 - 0,0063521 * V^3 + 0,00002322 * V^4)]$$

$$\text{Autobus : } CUV = (1/1,06) * [(10^{[3,29120 - 0,033775*V + 0,035575/(G+1) + 0,014089*V*\log(V) + 0,014434*G*\log(V) - 0,000125*V*G]}) - 0,352/1,4421 *(983,53 - 27,820 * V + 0,42537 * V^2 - 0,0029926 * V^3 + 0,00000909 * V^4)]$$

B) Dans des situations de circulation dense (congestion), où les vitesses sont inférieures à 40 km/h (en \$ de 1990 par 1 000 kilomètres parcourus) :

$$\text{Automobile : } CUV = (1/1,06) * [(-57,71 + 1253,51*(V^{-1/2}) + 1,3375*V) - 0,505/1,4565 * (305,1 - 11,842 * V + 0,25047 * v^2 - 0,0023304 * v^3 + 0,00000834 * v^4)]$$

$$\text{Camions réguliers : } CUV = (1/1,06) * [(10^{[3,18568 - 0,0414*V + 0,01746*V*\log(V) + 0,03793*\log(V)]}) - 0,350/1,4421 *(475,04 - 12,631 * V + 0,20508 * V^2 - 0,0013086 * V^3 + 0,00000372 * V^4)]$$

$$\text{Camions lourds : } CUV = (1/1,06) * [(10^{[3,20318 - 0,0375*V + 0,01603*V*\log(V) + 0,039256*\log(V)]}) - 0,350/1,4421 *(1020,2 - 32,468 * V + 0,67498 * V^2 - 0,0063521 * V^3 + 0,00002322 * V^4)]$$

$$\text{Autobus : } CUV = (1/1,06) * [(10^{[3,327 - 0,0338*V + 0,0141*V*\log(V) + 0,0393*\log(V)]}) - 0,352/1,4421 *(983,53 - 27,820 * V + 0,42537 * V^2 - 0,0029926 * V^3 + 0,00000909 * V^4)]$$

Où

V = Vitesse en kilomètres/heure

CUV = Coûts d'utilisation des véhicules (en \$ de 1990 par 1 000 km)

G = Pente en pourcentage

\log = Logarithme base 10

Pour isoler le coût d'utilisation des véhicules attribuable à la congestion, il s'agit de calculer la différence entre les frais d'exploitation des véhicules à l'équilibre et les coûts d'utilisation des véhicules au seuil de congestion.

Les résultats, exprimés en dollars de 1990, sont ensuite actualisés en dollars de 2003 à l'aide du taux de croissance de l'indice des prix à la consommation qui a prévalu dans la région de Montréal de 1990 à 2003. Ce facteur d'ajustement se chiffre à 1,296³⁴.

3.2.2 Coût des carburants

Pour tous les liens congestionnés, la différence de consommation d'énergie entre la simulation à l'équilibre et la simulation au seuil de congestion pour chaque type de véhicule est calculée. Une fois les consommations de carburant supplémentaires associées au seuil de congestion établies, celles-ci sont traduites en termes financiers à l'aide des prix du carburant, excluant les taxes, tel que l'indique le Tableau 3.6.

Tableau 3.6 Coût des carburants à la pompe et hors taxes par type et par région, automne 2003

	Moyenne à la pompe automne 2003	Prix net de la TVQ	Prix net de la TPS	Prix net de la taxe de route provinciale	Prix net de la taxe pour le transport collectif	Prix net de la taxe d'accise fédérale	Prix hors taxe
Essence régulière ¢/litre		7,5 %	7 %	15,2 ¢/litre	1,5 ¢/litre	10 ¢/litre	¢/litre
Montréal	73,83	68,67	64,18	48,98	47,48	37,48	37,48
Laval	74,18	69,00	64,49	49,29	47,79	37,79	37,79
Montérégie	73,65	68,51	64,03	48,83	47,33	37,33	37,33
Essence super ¢/litre		7,5 %	7 %	15,2 ¢/litre	1,5 ¢/litre	10 ¢/litre	¢/litre
Montréal	79,93	74,35	69,48	54,28	52,78	42,78	42,78
Laval	80,68	75,05	70,14	54,94	53,44	43,44	43,44
Montérégie	80,03	74,44	69,57	54,37	52,87	42,87	42,87
Essence diesel ¢/litre		7,5 %	7 %	15,2 ¢/litre	1,5 ¢/litre	4 ¢/litre	¢/litre
Montréal	69,33	64,49	60,27	45,07	43,57	39,57	39,57
Laval	69,48	64,63	60,40	45,20	43,70	39,70	39,70
Montérégie	69,98	65,09	60,83	45,63	44,13	40,13	40,13

Source : Régie de l'énergie, compilation ADEC.

3.3 Coûts des émissions de polluants atmosphériques et de GES

Les impacts environnementaux de la congestion sur les changements climatiques, par exemple, sont difficiles à estimer et à mesurer. Les conséquences, sur la santé, des émissions provenant des véhicules routiers varient, notamment, en fonction du polluant, du type de route, de la classe de véhicules et du type de carburant. En ce qui a trait au taux moyen, l'émission s'exprime en « gramme/véhicule-km ».

³⁴ Statistique Canada, *Indice des prix à la consommation annuel*, Montréal (série V41695174).

Selon l'Agence de la santé et des services sociaux de Montréal³⁵, les effets toxiques des particules dépendent de leur taille. Plus les matières particulaires sont petites, plus elles se logent en profondeur dans les poumons. L'impact des émissions provenant des véhicules demeure souvent sous-évalué en raison de l'ampleur des dommages sur l'ensemble des milieux.

Selon la Direction de la santé publique³⁶, les statistiques indiquent une croissance de 20 % des émissions associées au transport, de 1990 à 2003³⁷. Cette croissance s'explique par l'effervescence du marché des camions légers : véhicules utilitaires et camionnettes (Tableau 3.7). Selon la Direction de la santé publique, l'impact de cette croissance du nombre de camions légers sur l'environnement est non négligeable, « car les camions légers émettent en moyenne 40 % de plus de GES au kilomètre que les voitures »³⁸. Cette transformation du parc de véhicules a entraîné une augmentation importante du nombre de litres de carburants consommés par année depuis 1990, car la consommation moyenne de carburant pour un camion léger serait passée de 10,0 l/100 km en 1990 à 10,7 l en 2004³⁹. L'évolution de la flotte et des habitudes de consommation a des répercussions directes sur les émissions de GES et sur le niveau de pollution atmosphérique. Les données de la Direction de la santé publique, reprises dans le Tableau 3.7, présentent l'importance de l'augmentation du nombre de camions légers durant cette période.

Tableau 3.7 Croissance du nombre de camions légers et lourds sur la route au Québec (1990-2003)

	1990	2003	Augmentation
Camions légers ⁴⁰	587 575	1 240 576	653 001
Camions lourds	99 607	196 479	96 872
Total	687 182	1 437 055	749 873

Source : Direction de la santé publique, Agence de la santé et des services sociaux de Montréal, *Rapport annuel 2006 sur la santé de la population montréalaise — Le transport urbain, une question de santé*, ISBN 2-89494-491-X (PDF), 2006, p. 34.

Une des grandes difficultés à laquelle les analystes font face se situe dans l'arrimage entre les modèles de simulation de flux de trafic et les modèles d'estimation d'émissions polluantes. Ces modèles reposent à la base sur la capacité des analystes de prédire correctement la croissance des achalandages et la dispersion des polluants dans l'atmosphère (modèles de dispersion). Dans la présente étude, les émissions polluantes sont évaluées par le SMST à l'aide du MOTREM03 et de MOBILE6C.

³⁵ Direction de la santé publique, Agence de la santé et des services sociaux de Montréal, *Rapport annuel 2006 sur la santé de la population montréalaise — Le transport urbain, une question de santé*, ISBN 2-89494-491-X (PDF), 2006, p. 34.

³⁶ *Idem*, p. 35.

³⁷ *Idem*, p. 35.

³⁸ *Idem*, p. 35.

³⁹ *Idem*, p. 35.

⁴⁰ La Direction de la santé publique définit « camion léger » par : fourgonnettes, camionnettes et véhicules utilitaires sport ou VUS.

Afin de faciliter les calculs, seules les émissions de polluants dont la production peut être estimée et qui peuvent être traduits en termes financiers sont inclus dans le présent calcul des coûts de la congestion. Ceux-ci comprennent :

- ◆ Les émissions atmosphériques polluantes, soit :
 - ❖ Le monoxyde de carbone (CO);
 - ❖ Les hydrocarbures (HC);
 - ❖ Les oxydes d'azote (NOx);
 - ❖ Les oxydes de soufre (SOx);
 - ❖ Les particules fines (PM₁₀).
- ◆ Les gaz à effet de serre, soit :
 - ❖ Le dioxyde de carbone (CO₂).

3.3.1 Valeurs unitaires des émissions de polluants atmosphériques

Les valeurs financières unitaires utilisées pour estimer les coûts supplémentaires des émissions polluantes et de GES attribuables à la congestion sont tirées du *Guide de l'analyse avantages-coûts des projets publics en transport* du MTQ. Ces valeurs proviennent d'une série d'études répertoriées par Kevin Bell en 1994 et intégrées par Litman⁴¹ dans une étude datant de 1995. Les valeurs, exprimées en dollars par tonne métrique, sont appliquées à la différence entre les quantités d'émissions polluantes et de GES dérivées de la demande de transport à l'équilibre et celles mesurées pour le seuil de congestion, pour chaque lien congestionné.

L'importance des gains économiques réalisés à la suite de la diminution des émissions polluantes dépend des facteurs qui agissent sur la consommation de carburant (le type de véhicules et de carburant, la géométrie de la route, la vitesse du véhicule, les caractéristiques de la surface de la route) ainsi que de la nature du site (urbain, rural) et de la densité de la population.

Les polluants atmosphériques retenus et leur valeur unitaire sont présentés dans le Tableau 3.8. Ces données ont été calculées à partir d'une revue de littérature effectuée par Kevin Bell⁴², comprenant 37 rapports provenant d'instituts de recherche et d'organismes réglementaires. Bell a ainsi calculé la valeur médiane de chacun des polluants. Ce sont ces valeurs qui sont utilisées par le MTQ.

⁴¹ Litman, Todd, "Land Use Impact Costs of Transportation", in *World Transport Policy & Practice*, Vol. 1, N° 4, 1995.

⁴² Kevin BELL, *Valuing Emissions from Germiston Generating Project*, Convergence Research, Seattle, 1994.

Tableau 3.8 Coûts des polluants atmosphériques, par type de polluants

	CO ₂	CO	HC	NO _x	SO _x	PM ₁₀
Nombre de valeurs répertoriées	26	6	15	36	34	36
\$ US 1990/tonne courte	20	907	3 300	4 209	1 793	2 496
\$ CAN 1990/tonne courte	23,34	1 058	3 850	4 911	2 092	2 912
\$ CAN 2003/tonne courte	36,70	1 664	6 055	7 723	3 290	4 580
\$ CAN 2003/tonne métrique ¹	33,30	1 510	5 493	7 006	2 984	4 155

¹ Une tonne métrique équivaut à 1,1023 tonne courte.

Source : Litman, Todd, *Transportation Cost Analysis: Techniques, Estimates and Implications*, Victoria Transportation Policy Institute, 1995.

3.3.2 Valeurs unitaires des émissions de GES

Pour tous les liens routiers congestionnés, le coût des émissions de GES attribuable à la congestion équivaut à la différence entre la valeur des gaz produits à la vitesse simulée (équilibre du réseau avec congestion) et la valeur des gaz produits lorsqu'on circule à la vitesse du seuil de congestion. Ils sont estimés par MOBILE6C.⁴³

MOBILE6C n'estime qu'une émission moyenne de CO₂, sans tenir compte du type de route ou de la vitesse. Les facteurs de correction de la consommation de carburant ont été appliqués pour obtenir des taux d'émission par type de route et par vitesse puisque les émissions de CO₂ sont fortement corrélées avec la consommation de carburant. On estime finalement le coût total des émissions de GES attribuables à la congestion en multipliant la quantité de GES en équivalent CO₂ par le coût unitaire de 33,30 \$/tonne métrique, en dollars de 2003.

3.4 Annualisation des résultats

Tel qu'il a été présenté précédemment, le présent exercice permet de mesurer séparément les deux périodes de pointe quotidiennes, ce qui constitue une avancée par rapport à la situation de référence 1998. Toutefois, la congestion récurrente en période hors pointe n'est pas calculée, car le MOTREM03 n'est pas encore suffisamment développé pour produire des résultats fiables en période hors pointe. La modélisation des temps de parcours pour ces périodes nécessiterait une collecte de données exhaustives sur les vitesses de parcours pour certaines catégories de routes, de même qu'une calibration alimentée de comptages durant plusieurs sous-périodes de la journée. Soulignons que de nombreux comptages et tests de validation des temps de parcours, effectués à l'aide de données provenant des enquêtes de véhicules flottants, viennent corroborer les résultats

⁴³ MTQ-SMST, *Modèle d'évaluation des émissions polluantes et de GES*. On trouvera des explications générales en ligne à l'adresse suivante : [\[http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/ministere/ministere/recherche_innovation/modelisation_systemes_transport/modele_evaluation_emissions_polluantes_ges\]](http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/ministere/ministere/recherche_innovation/modelisation_systemes_transport/modele_evaluation_emissions_polluantes_ges).

généraux des affectations routières effectuées par le MTQ à l'aide du progiciel EMME⁴⁴ pour les deux périodes de pointe.

Ceci est conforme à l'approche utilisée dans l'étude précédente et facilitera la comparaison des résultats. Ces dernières représentent une évaluation qui touche uniquement les deux périodes de pointe et ne tiennent pas compte des heures creuses. Le facteur d'annualisation retenu demeure à 250 jours et représente le nombre de jours ouvrables de l'année. La congestion de fins de semaine est donc omise de l'évaluation.

⁴⁴ On trouvera quelques explications méthodologiques générales sur l'affectation routière en ligne à l'adresse suivante : [\[http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/ministere/ministere/recherche_innovation/modelisation_systemes_transport/modele_affectation_routiere\]](http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/ministere/ministere/recherche_innovation/modelisation_systemes_transport/modele_affectation_routiere).

4 Les coûts de la congestion à Montréal en 2003

Ce chapitre présente les résultats de l'application des méthodes d'évaluation des coûts de la congestion à Montréal à partir des paramètres proposés au chapitre 3. La première partie de ce chapitre explique comment les données ont été tirées du MOTREM03⁴⁵. La seconde dresse un portrait détaillé de la congestion routière à Montréal, alors que sont présentés dans la troisième et la quatrième partie les coûts socio-économiques de la congestion et ceux attribuables aux entreprises.

4.1 Données de base tirées du MOTREM03

4.1.1 Territoire couvert

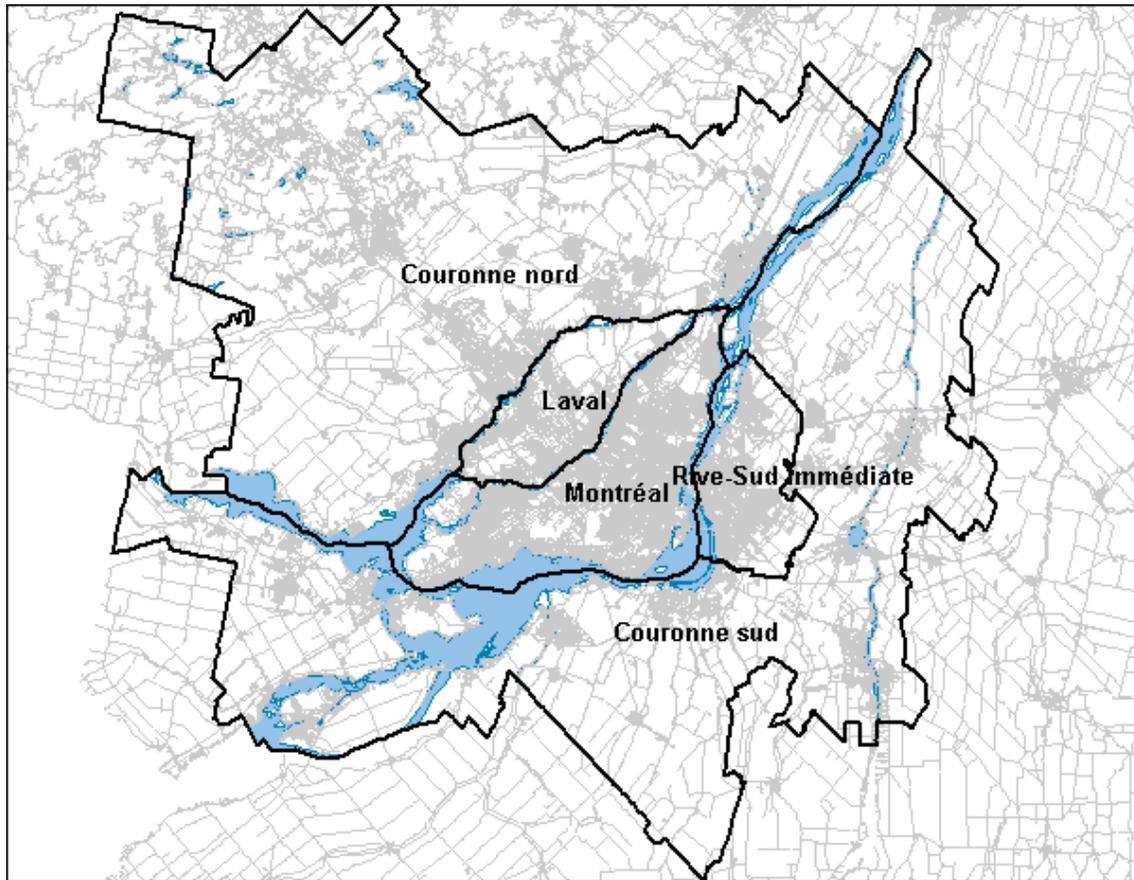
Le territoire à l'étude couvre 5 520 km², regroupe 88 municipalités et comptait 3 613 000 personnes en 2003. Il est un peu plus grand que le territoire de la région métropolitaine de recensement de 2001⁴⁶. La Figure 4.1 illustre le découpage du territoire du MOTREM03, correspondant à celui de l'enquête O-D 2003, en cinq sous-régions géographiques pour lesquelles sont calculés les coûts de la congestion.

⁴⁵ MOTREM03 : *Modèle de transport de la région de Montréal, version 2003*. On trouvera des explications méthodologiques générales en ligne à l'adresse suivante :

[http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/ministere/ministere/recherche_innovation/modelisation_systemes_transport].

⁴⁶ Agence métropolitaine de transport (AMT), *Enquête origine-destination (O-D) 2003*, réalisée conjointement avec le ministère des Transports du Québec, les sociétés de transport de la RMR de Montréal et l'École Polytechnique, [En ligne], [<http://www.cimtu.qc.ca/EnqOD/2003/Index.asp>].

Figure 4.1 Découpage du territoire d'enquête O-D 2003



Source : MTQ-SMST

4.1.2 Période modélisée

Tel qu'on l'a indiqué au chapitre précédent, le calcul des retards subis par les usagers du réseau routier a été établi à partir des résultats des simulations réalisées à l'aide du MOTREM03. Ce modèle reproduit les débits et les vitesses moyennes sur le réseau routier pour la période de pointe du matin (6 h à 9 h) et pour la période de pointe de l'après-midi (15 h 30 à 18 h 30) d'une journée ouvrable moyenne, à l'automne 2003, soit la période pendant laquelle l'enquête O-D a été effectuée. Pour estimer le retard total causé par la congestion récurrente lors d'une journée type, les retards des deux pointes sont additionnés puis annualisés par un facteur de 250, ce qui correspond assez bien au nombre de jours ouvrables durant l'année. Implicitement, la congestion pouvant survenir en dehors des périodes de pointe ou durant les fins de semaine et les jours fériés n'est pas prise en compte par le modèle.

4.1.3 Catégories de demande modélisées

Le MOTREM03 est alimenté par la demande de déplacements auto-conducteurs extraite de l'enquête O-D 2003. Toutefois, les passagers des automobiles subissent également des retards puisqu'ils accompagnent les auto-conducteurs. Un fichier des déplacements auto-passagers a été constitué afin de produire une estimation du taux d'occupation des automobiles sur chaque lien routier. Pour une même origine et une même destination, les déplacements des passagers se sont vu attribuer les mêmes itinéraires que ceux simulés pour les conducteurs.

Par ailleurs, le modèle de simulation du réseau routier de Montréal ne compte que trois catégories de véhicules : les automobiles, les camions réguliers et les camions lourds. La demande pour la catégorie automobile est extraite directement de l'enquête O-D. Une matrice de déplacements provenant de l'extérieur de la région, estimée à l'aide de comptages de circulation, y est ajoutée. Enfin, une dernière matrice, dite endogène, est ajoutée lors du calage du modèle pour refléter les déplacements à caractère « commercial » qui ne sont pas captés lors de l'enquête O-D ménage.

Tableau 4.1 Nombre de déplacements quotidiens par période de pointe et par catégorie de véhicules ou de passager, 2003

Fichier de demande	Pointe du matin	Pointe de l'après-midi
Auto-conducteur	1 144 202	1 381 230
Auto-passager	262 777	337 755
Camion régulier	50 241	39 981
Camion lourd	16 049	16 791

Source : MOTREM03

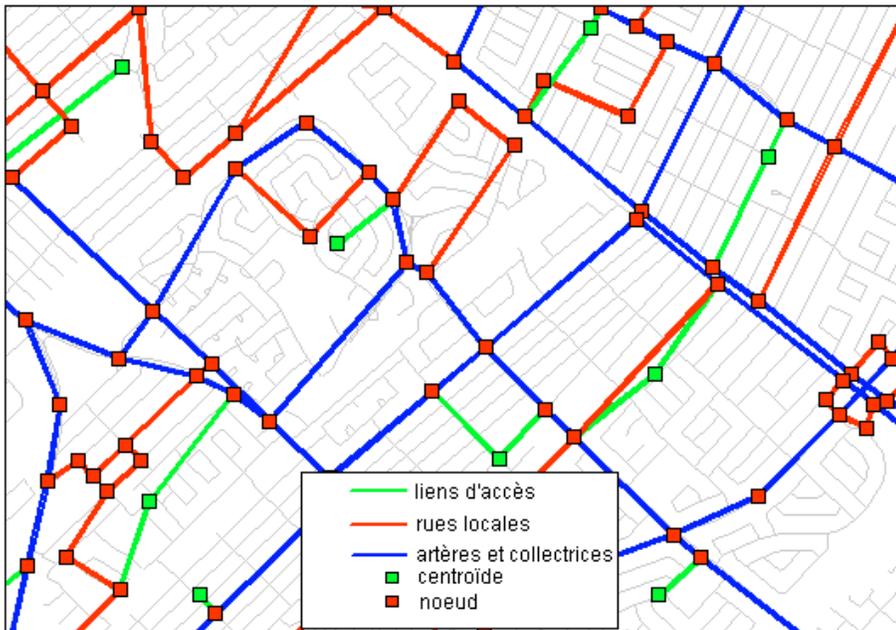
Précisons que l'offre de service autobus est codifiée sur le réseau routier, mais que l'achalandage détaillé des autobus n'y est pas associé explicitement⁴⁷. Les niveaux de services décrits sont pris en compte lors de l'affectation de la demande routière. À défaut d'une simulation de la demande, ce sont les taux d'occupation moyens des autobus par grand secteur qui ont servi à l'estimation des passagers-heures et au calcul des coûts économiques qui y sont associés.

⁴⁷ Les achalandages de transport en commun sont simulés à l'aide de la composante MADITUC du modèle régional, sous une codification de réseau distincte.

4.1.4 Catégories de routes modélisées

Le MOTREM03 est destiné à simuler des projets dans un contexte d'analyse de portée régionale. Toutes les autoroutes, artères et routes collectrices y sont donc représentées, mais la grande majorité des rues locales n'y figurent pas⁴⁸, comme l'illustre la Figure 4.2. Cette figure représente le réseau modélisé d'un quartier résidentiel de la Rive-Sud, superposé en trame de fond à l'ensemble du réseau routier du quartier, dont une majorité de rues locales. Les origines et les destinations des déplacements sont représentées par des centroïdes de zones (carrés verts sur la Figure 4.2). La mosaïque formée par les 1 600 zones du modèle couvre l'ensemble du territoire. Les centroïdes sont reliés au réseau routier par des liens fictifs appelés liens d'accès (en vert sur la Figure 4.2). Les liens d'accès représentent les rues locales. Puisque la plupart des rues locales ne sont pas modélisées, l'affectation de la demande sur le réseau simplifié du MOTREM tend à surcharger certaines routes collectrices qui deviennent artificiellement congestionnées. C'est pourquoi seuls les tronçons congestionnés des autoroutes et artères ont été retenus pour l'analyse. Il est possible que le niveau de congestion soit ainsi légèrement sous-estimé.

Figure 4.2 Représentation du réseau routier d'un quartier résidentiel typique dans le simulateur d'affectation routière



Source : MTQ, *Évaluation de la congestion routière dans la région de Montréal*, 2004.

⁴⁸ Compte tenu du taux d'échantillonnage de 5 % de l'Enquête origine-destination 2003, il serait futile de modéliser les rues locales. Par ailleurs, les rues locales servent essentiellement à accéder aux propriétés adjacentes ou aux déplacements internes, et elles sont très rarement congestionnées.

4.2 La congestion en 2003

L'objectif de la présente section vise à localiser les liens congestionnés sur le réseau routier montréalais puis à quantifier le niveau et les coûts de cette congestion. Les types de liens présents sur le réseau sont d'abord déterminés. Des vitesses sont ensuite calculées pour le seuil de congestion convenu. Si la vitesse à l'équilibre, calculée à l'aide des temps de parcours et des longueurs pour chaque lien, est plus faible que la vitesse au seuil de congestion, le lien est considéré comme étant congestionné. Les liens congestionnés peuvent également être localisés en calculant la différence entre les temps de parcours à l'équilibre et les temps de parcours au seuil de congestion. Si la différence est positive, le lien est considéré comme étant congestionné.

En résumé, pour tous les liens congestionnés établis pour le seuil de congestion retenu, sur le territoire d'enquête de 2003, les retards pour les automobilistes, les camions réguliers, les camions lourds et les autobus sont calculés en faisant la différence entre les temps de parcours à l'équilibre et les temps de parcours au seuil de congestion, en fonction des volumes de déplacement. Pour les automobilistes, les retards sont aussi établis par motif de déplacement (affaires, travail, études, autres), par classe de revenu, et ce, pour les conducteurs et les passagers.

4.2.1 Encombrement du réseau routier

Les figures 4.3 et 4.4 montrent qu'en périodes de pointe du matin comme de l'après-midi, des liens congestionnés se retrouvent partout, soit dans chacune des cinq sous-régions du territoire. Il faut cependant garder à l'esprit que, dans presque tous les cas, seule l'une des deux directions d'un segment de route est congestionnée à une période donnée. Les liens congestionnés illustrés dans les figures n'engendrent pas nécessairement la formation de longues files d'attente; ceci dépend de la demande et de la capacité des liens congestionnés à recevoir cette demande. Notons que le seuil de congestion retenu pour les résultats présentés ici est de 60 % de la vitesse à l'écoulement libre.

Les tableaux 4.2 et 4.3 présentent trois groupes d'indicateurs par sous-région et par catégorie de route. De plus, ces tableaux montrent l'encombrement du réseau routier pour les périodes de pointe du matin et de l'après-midi, respectivement.

Dans l'ensemble de la région, les artères comptent pour 64 % des voies-kilomètres (7 694/11 929). Les artères dominent dans chaque sous-région et leur part atteint un sommet à Montréal (73 %, soit 2 650 km de voies-artères / 3 646 km total de voies), où la trame urbaine est généralement plus ancienne. Sur l'ensemble du territoire, la congestion durant la période de pointe du matin touche 11 % (447/4 235) des voies-kilomètres

d'autoroutes (13 % — après-midi 530/4220) et 20 % (1 568/7 694) des voies-kilomètres d'artères (24 % — après-midi 1 838/7 617). Ainsi, un nombre limité de segments routiers de la région sont touchés par la congestion, mais les artères y sont trois fois plus représentées que les autoroutes (3 406 voies-km comparativement à 977 voies-km pour les deux périodes de pointe).

Cependant, comme l'illustrent les figures 4.3 et 4.4, la congestion est très inégalement distribuée sur le territoire. L'île de Montréal en supporte la plus grande partie : durant la pointe du matin, 54 % (241/447) des voies-km d'autoroute et 62 % (968/1 568) des voies-km d'artères alors que durant la pointe de l'après-midi 59 % (311/530) contre 60 % des voies (1097/1838) y sont congestionnées. La sous-région la moins touchée le matin est la couronne nord avec à peine 11 % (47/447) (10 % — 51/530 l'après-midi) du total des voies-kilomètres d'autoroutes congestionnées alors que, durant la pointe de l'après-midi, c'est la couronne sud qui est moins congestionnée avec à peine 4 % (19/530) du total des voies-kilomètres des autoroutes congestionnées [6 % (29/447) le matin]. Somme toute, la congestion se concentre sur l'île de Montréal et est physiquement plus étendue sur le réseau artériel qu'autoroutier.

Figure 4.3 Autoroutes et artères congestionnées durant la période de pointe du matin de l'automne 2003 dans la grande région de Montréal

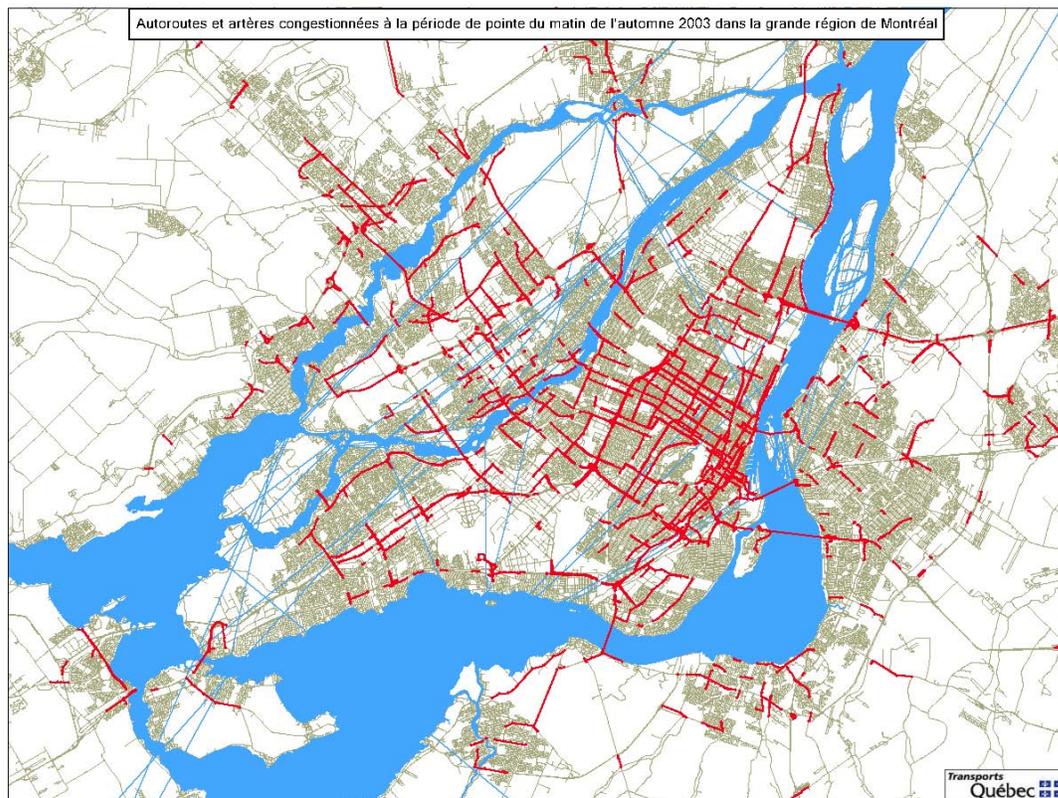


Figure 4.4 Autoroutes et artères congestionnées durant la période de pointe de l'après-midi de l'automne 2003 dans la grande région de Montréal

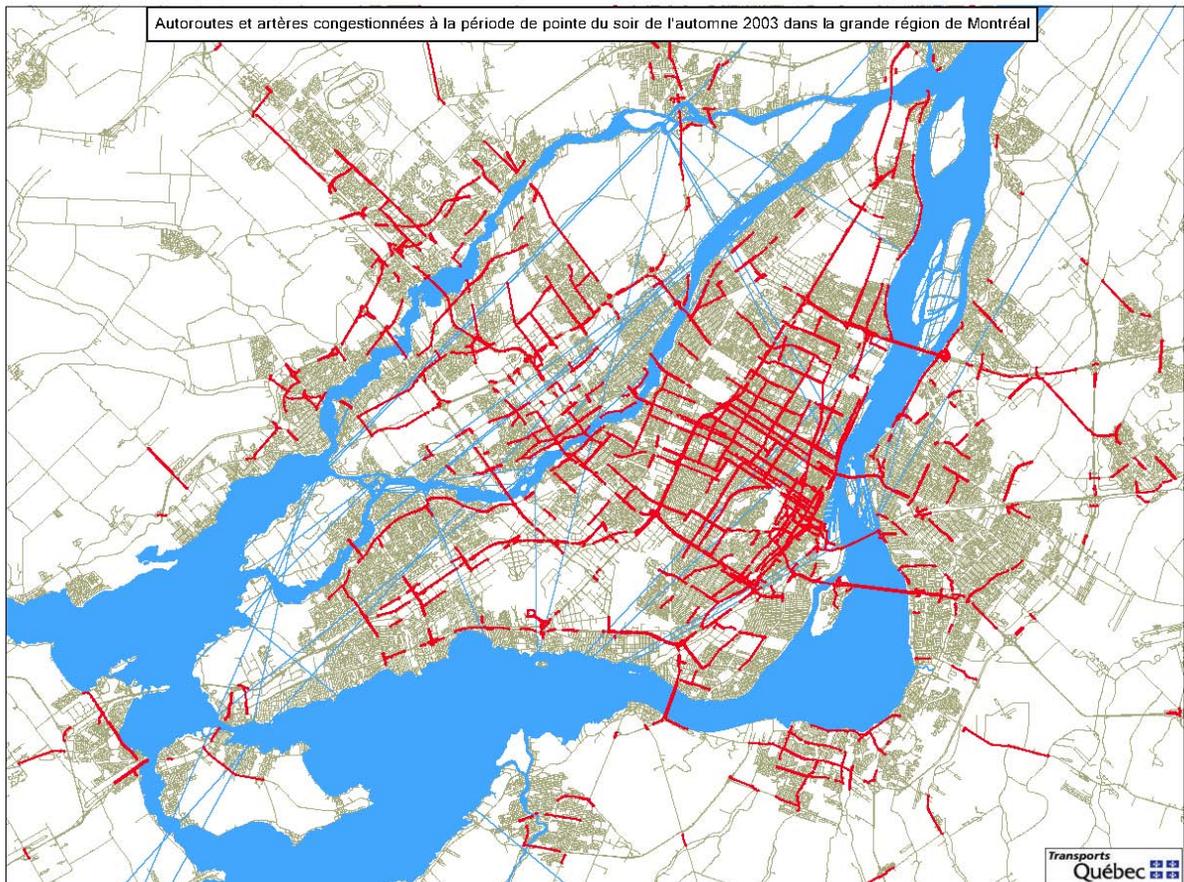


Tableau 4.2 Encombrement du réseau routier par type de route et par sous-région, durant la période de pointe du matin (6 h à 9 h), 2003

Voies-kilomètres totaux et congestionnés																		
PPAM 2003	Montréal			Laval			Rive-Sud immédiate			Couronne-nord			Couronne-sud			Total		
	Total	Cong.	%	Total	Cong.	%	Total	Cong.	%	Total	Cong.	%	Total	Cong.	%	Total	Cong.	%
Autoroute	996	241	24 %	493	72	15 %	525	59	11 %	1 007	47	5 %	1 215	29	2 %	4 235	447	11 %
Artère	2 650	968	37 %	705	162	23 %	690	97	14 %	1 725	153	9 %	1 924	189	10 %	7 694	1 568	20 %
Grand total	3 646	1 209	33 %	1 197	234	20 %	1 215	155	13 %	2 733	200	7 %	3 138	218	7 %	11 929	2 016	17 %

Véhicules-kilomètres totaux et congestionnés (milliers)																		
PPAM 2003	Montréal			Laval			Rive-Sud immédiate			Couronne-nord			Couronne-sud			Total		
	Total	Cong.	%	Total	Cong.	%	Total	Cong.	%	Total	Cong.	%	Total	Cong.	%	Total	Cong.	%
Autoroute	3 590	1 260	35 %	1 320	390	30 %	1 390	310	22 %	2 340	250	11 %	1 900	140	7 %	10 540	2 350	22 %
Artère	2 610	1 280	49 %	550	230	42 %	510	170	33 %	1 050	200	19 %	1 100	240	22 %	5 820	2 120	36 %
Grand total	6 200	2 540	41 %	1 870	620	33 %	1 900	480	25 %	3 390	450	13 %	2 990	380	13 %	16 360	4 470	27 %

Véhicules-heures totaux et véhicules-heures de retard																		
PPAM 2003	Montréal			Laval			Rive-Sud immédiate			Couronne-nord			Couronne-sud			Total		
	Total	Cong.	%	Total	Cong.	%	Total	Cong.	%	Total	Cong.	%	Total	Cong.	%	Total	Cong.	%
Autoroute	74 100	25 700	35 %	30 000	12 100	40 %	29 300	12 200	42 %	29 800	4 200	14 %	23 900	3 900	16 %	187 100	58 100	31 %
Artère	94 900	27 700	29 %	20 200	6 800	34 %	19 500	8 300	43 %	23 400	3 900	17 %	25 300	4 300	17 %	183 300	51 000	28 %
Grand total	169 000	53 400	32 %	50 200	18 900	38 %	48 800	20 500	42 %	53 200	8 100	15 %	49 200	8 200	17 %	370 400	109 100	29 %

- Les totaux excluent les liens hors territoire.

Tableau 4.3 Encombrement du réseau routier par type de route et par sous-régions, durant la période de pointe de l'après-midi (15 h 30 à 18 h 30), 2003

Voies-kilomètres totaux et congestionnés																		
PPPM 2003	Montréal			Laval			Rive-Sud immédiate			Couronne-nord			Couronne-sud			Total		
	Total	Cong.	%	Total	Cong.	%	Total	Cong.	%	Total	Cong.	%	Total	Cong.	%	Total	Cong.	%
Autoroute	992	311	31 %	487	82	17 %	519	67	13 %	1 007	51	5 %	1 215	19	2 %	4 220	530	13 %
Artère	2 614	1 097	42 %	683	193	28 %	671	112	17 %	1 725	197	11 %	1 924	238	12 %	7 617	1 838	24 %
Grand total	3 606	1 409	39 %	1 171	275	23 %	1 190	178	15 %	2 733	249	9 %	3 138	258	8 %	11 838	2 368	20 %

Véhicules-kilomètres totaux et congestionnés (milliers)																		
PPPM 2003	Montréal			Laval			Rive-Sud immédiate			Couronne-nord			Couronne-sud			Total		
	Total	Cong.	%	Total	Cong.	%	Total	Cong.	%	Total	Cong.	%	Total	Cong.	%	Total	Cong.	%
Autoroute	3 950	1 720	44 %	1 480	440	30 %	1 530	330	22 %	2 650	270	10 %	2 180	80	4 %	11 790	2 840	24 %
Artère	2 910	1 570	54 %	610	260	43 %	540	140	26 %	1 270	250	20 %	1 300	320	25 %	6 630	2 540	38 %
Grand total	6 860	3 290	48 %	2 090	700	33 %	2 070	480	23 %	3 920	520	13 %	3 480	400	11 %	18 420	5 390	29 %

Véhicules-heures totaux et véhicules-heures de retard																		
PPPM 2003	Montréal			Laval			Rive-Sud immédiate			Couronne-nord			Couronne-sud			Total		
	Total	Cong.	%	Total	Cong.	%	Total	Cong.	%	Total	Cong.	%	Total	Cong.	%	Total	Cong.	%
Autoroute	100 200	45 300	45 %	28 300	8 500	30 %	25 100	5 900	24 %	32 000	3 000	9 %	23 800	1 100	5 %	209 400	63 800	30 %
Artère	117 100	40 800	35 %	20 600	5 500	27 %	15 100	3 200	21 %	28 300	4 600	16 %	31 600	6 600	21 %	212 700	60 700	29 %
Grand total	217 300	86 100	40 %	48 800	14 000	28 %	40 200	9 100	23 %	60 300	7 600	13 %	55 400	7 700	14 %	422 000	124 400	29 %

Les données représentent une période de pointe d'une journée moyenne d'automne.

Les indicateurs présentés dans la seconde section des tableaux 4.2 et 4.3 montrent l'intensité de la congestion en véhicules-kilomètres (véh.-km). Les pourcentages sont importants, car ils illustrent que la distribution de la circulation sur le territoire et sur le réseau est inégale. Pour l'ensemble du territoire, on note que 27 % (4 470/16 360) des distances en véhicules sont parcourues en situation de congestion le matin [29 % après-midi (5 390/18 420)]. Ce pourcentage atteint 41 % (2 540/6 200) durant la pointe du matin et 48 % (3 290/6 860) durant la pointe de l'après-midi sur le territoire de Montréal, ce qui est très significatif. La congestion sur les artères de Montréal est encore plus marquée, la moitié d'entre elles fonctionnant au ralenti en période de pointe [49 % (1 280/2 610) le matin et 54 % (1 570/2 910) l'après-midi].

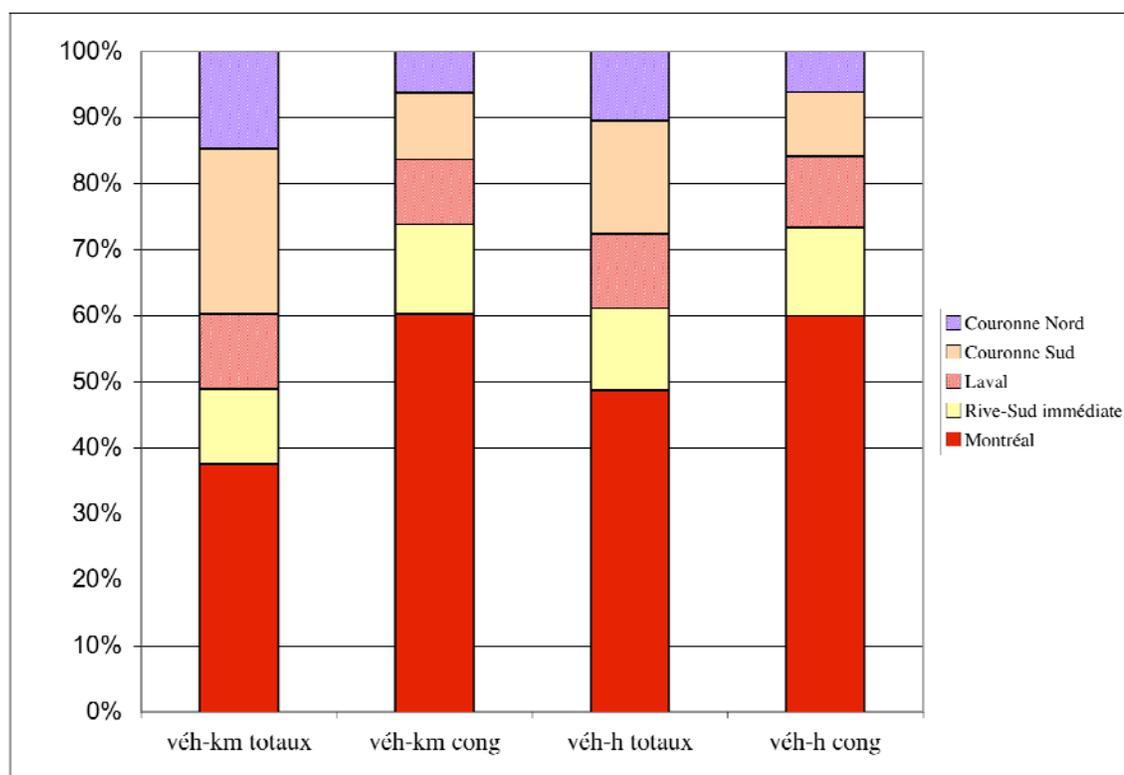
Sur la Rive-Sud immédiate, le niveau d'encombrement est presque aussi important le matin que l'après-midi [25 % (480/1 900) le matin et 23 % (480/2070) l'après-midi]. Par contre, la circulation sur les routes des deux couronnes demeure assez fluide, le taux de congestion s'y situant globalement à 13 % ou moins du kilométrage parcouru, autant le matin que l'après-midi.

Les dernières sections des tableaux 4.2 et 4.3 présentent les véhicules-heures (véh.-h) totaux en situation de congestion. Les pertes de temps pour l'ensemble de la RMR atteignent 233 500 véhicules-heures (109 100 + 124 400 en additionnant les véhicules-heures en situation de congestion pour les deux périodes de pointe). Annuellement, les conducteurs de la grande région de Montréal passent 58,4 millions véhicules-heures en situation de congestion (233 500 × 250/1 000 000).

Les pourcentages de véh.-h de retard par jour, associés au total des véhicules-heures de retard à l'échelle régionale sont relativement élevés à Montréal [49 % le matin (53 400/109 100) et 69 % l'après-midi (86 100/124 400)], sur la Rive-Sud immédiate [19 % le matin (20 500/109 100) et 7 % l'après-midi, (9100/124 400)] et à Laval [17 % le matin (18 900/109 100) et 11 % l'après-midi (14 000/124 400)]. Sur l'île de Montréal, ces pertes sont plus importantes durant la période de pointe de l'après-midi que durant la période de pointe du matin (53 400 véh.-h le matin et 86 100 véh.-h l'après-midi, pour un total de 139 500). Ce nombre représente 60 % (139 500/233 500) du total régional [de 49 % (53 400/109 100) le matin et de 69 % (86 100/124 400) l'après-midi]. Les pertes de temps cumulées sur le réseau autoroutier de Montréal sont près de deux fois plus importantes l'après-midi que le matin, soit 25 700 véh.-h de retard le matin contre 45 300 véh.-h l'après-midi. En outre, la congestion quotidienne sur les artères y représente à elle seule 29 % (68 500/233 500) du total de la congestion régionale.

En somme, en période de pointe, près du tiers du temps régional consacré aux déplacements est qualifiable de retard. La moyenne est de 29 % (109 100/370 400) des véh.-h le matin et 29 % (124 400/422 000) des véh.-h l'après-midi.

Figure 4.5 Répartition du fardeau régional de la congestion par sous-région, pour les 2 périodes de pointes en 2003



La Figure 4.5 illustre la répartition du fardeau de la congestion entre les cinq sous-régions et met en relief la situation particulière de Montréal. L'île de Montréal supporte 38 % (13 060/34 780) des véh.-km totaux, mais sa part des véh.-km effectués en situation de congestion atteint 59 % (5 830/9 850), soit presque les deux tiers du total régional. La situation est un peu moins contrastée en ce qui concerne les véhicules-heures. Montréal supporte 49 % (386 300/792 400) des véhicules-heures totaux et 60 % (139 500/233 600) des véhicules-heures congestionnés. À l'opposé, les couronnes nord et sud ont une part des véh.-km et des véhicules-heures totaux bien supérieure à leur part régionale des véhicules-kilomètres et véhicules-heures en situation de congestion.

4.2.2 Les retards subis par les usagers en situation de congestion

La durée moyenne d'un déplacement automobile sur le réseau routier de l'agglomération de Montréal durant la période de pointe du matin en 2003 était de 26,1 minutes selon le MOTREM03, dont 5,8 minutes étaient attribuables à la congestion. C'est donc dire que 22 % du temps consacré à se déplacer est « inacceptable ». Durant la période de pointe de l'après-midi, en 2003, la durée moyenne du déplacement auto était de 24,9 minutes, dont 5,5 minutes en situation de congestion. Le Tableau 4.4 compare la situation des deux périodes de

pointe en 2003. Il montre que la congestion totale est supérieure de 15 % durant la période de pointe de l'après-midi par rapport à celle du matin, mais que le retard moyen par auto est légèrement inférieur l'après-midi. Cela s'explique par une demande de transport plus diffuse l'après-midi que le matin.

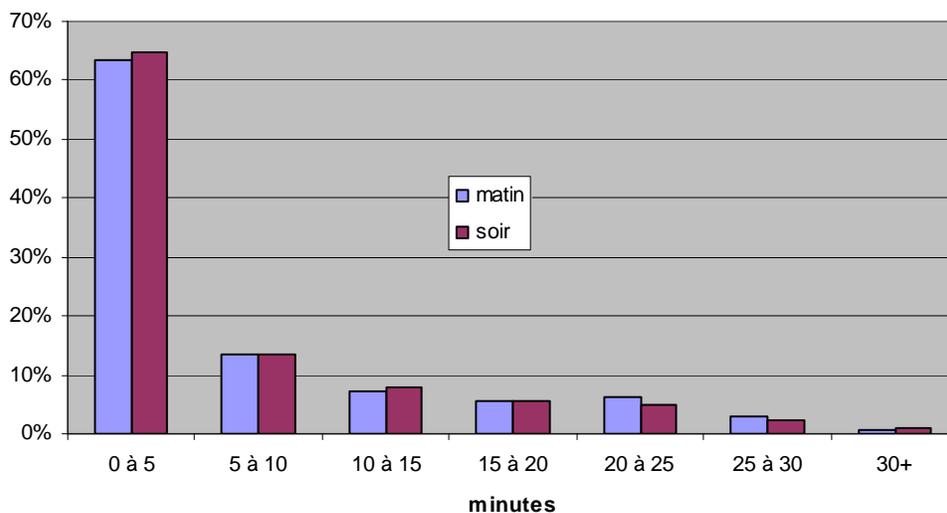
Tableau 4.4 Retards subis par les usagers : comparaison des deux périodes de pointe en 2003

	Matin	Après-midi	Différence
Retard total (autos-heures*)	100 600	115 930	+15,2 %
Durée moyenne des déplacements auto (minutes)	26,1	24,9	-4,5 %
Demande auto interzonale (déplacements)	1 042 700	1 266 500	+21,5 %
Retard moyen par auto (minutes)	5,8	5,5	-5,2 %

* Retard subit par les automobilistes seulement, le retard de l'ensemble des véhicules (autos, camions, etc.) est un peu plus élevé (voir tableaux 4.2 et 4.3).

Quoique la majorité des retards soient en moyenne inférieurs à 6 minutes, certains peuvent dépasser la demi-heure. La Figure 4.6 illustre la distribution de fréquence des retards durant les périodes de pointe du matin et de l'après-midi. Les deux distributions sont pratiquement identiques.

Figure 4.6 Distribution des retards durant les périodes de pointe du matin et de l'après-midi en 2003



Les tableaux 4.5 et 4.6 montrent le retard moyen pour un déplacement entre chaque paire de sous-régions, durant les périodes de pointe du matin et de l'après-midi. Il est utile de rappeler ici que le MOTREM03 est un

modèle statique et qu'il ne peut reproduire fidèlement les files d'attente qui se forment en période de congestion, en amont des goulots d'étranglement du réseau routier. C'est le cas, par exemple, des files d'attente qui se forment aux approches sud du pont Champlain le matin et aux approches nord l'après-midi. Ces files d'attente peuvent nuire à la fluidité d'une partie des déplacements internes à la Rive-Sud le matin ainsi que des déplacements internes à l'île de Montréal l'après-midi. Ces effets ne peuvent pas être parfaitement pris en compte par le MOTREM parce que la congestion n'y est simulée qu'au goulot d'étranglement (c.-à-d. sur le tablier du pont). Ainsi, les résultats de l'analyse présentés dans les tableaux 4.5 et 4.6 sous-estiment sans doute les retards subis par les usagers qui effectuent des déplacements internes. Ces déplacements internes aux sous-régions (diagonale) subissent très peu de congestion alors qu'ils représentent près de 69,3 % (somme des % de la diagonale du Tableau 4.5) de la demande. À l'inverse, les déplacements très touchés par la congestion ne représentent qu'une faible partie de la demande. Par exemple, durant la période de pointe de l'après-midi (Tableau 4.6), le déplacement de la couronne sud vers la couronne nord subit une congestion moyenne de 28,7 minutes, mais ne représente que 0,1 % de la demande totale durant cette période.

Tableau 4.5 Retard moyen attribuable à la congestion (minutes) et demande entre les sous-régions (% des déplacements du territoire à l'étude) durant la période de pointe du matin en 2003

Origine	Destination									
	Montréal		Rive-Sud		Laval		Couronne nord		Couronne sud	
	Minutes	%	Minutes	%	Minutes	%	Minutes	%	Minutes	%
Montréal	4,4	37,2 %	6,3	1,1 %	3,9	1,7 %	3,2	1,1 %	4,9	1,1 %
Rive-Sud	22,1	2,9 %	0,7	5,5 %	24,5	0,1 %	22,2	0,0 %	1,6	0,8 %
Laval	15,5	5,2 %	19,3	0,1 %	2,0	5,1 %	1,1	1,0 %	17,4	0,1 %
Couronne nord	21,7	4,9 %	25,0	0,2 %	9,1	2,5 %	1,1	11,2 %	25,1	0,1 %
Couronne sud	18,6	4,9 %	3,6	2,5 %	19,7	0,1 %	17,8	0,1 %	1,5	10,3 %

Note : La couleur de la cellule indique l'amplitude du retard : gris pâle = 0-10; gris foncé = 10-20; vert = 20+.

Tableau 4.6 Retard moyen attribuable à la congestion (minutes) et demande entre les sous-régions (% des déplacements du territoire à l'étude) durant la période de pointe de l'après-midi en 2003

Origine	Destination									
	Montréal		Rive-Sud		Laval		Couronne nord		Couronne sud	
	Minutes	%	Minutes	%	Minutes	%	Minutes	%	Minutes	%
Montréal	4,4	36,9 %	21,5	2,5 %	15,6	4,2 %	22,1	4,2 %	18,0	4,0 %
Rive-Sud	11,4	1,2 %	0,7	6,6 %	23,7	0,1 %	30,6	0,2 %	3,7	2,2 %
Laval	5,5	1,9 %	27,1	0,1 %	1,8	5,9 %	10,2	2,0 %	23,1	0,1 %
Couronne nord	4,9	1,2 %	25,3	0,1 %	1,8	1,0 %	1,2	12,3 %	21,6	0,1 %
Couronne sud	7,9	1,3 %	2,0	1,0 %	19,5	0,1 %	28,7	0,1 %	1,9	10,8 %

Note : La couleur de la cellule indique l'amplitude du retard : gris pâle = 0-10; gris foncé = 10-20; vert = 20+.

Le matin, la congestion est plus prononcée pour les déplacements vers Montréal alors que l'après-midi, ce sont les déplacements qui sortent de Montréal qui subissent le plus de congestion. Inversement, ce sont les

automobilistes qui sortent de Montréal le matin ou qui y entrent l'après-midi qui sont les moins touchés par la congestion. Globalement, les usagers de la couronne sud subissent moins de retards que les usagers de la Rive-Sud. C'est que la couronne sud comprend la MRC de Vaudreuil-Soulanges, dont les ponts vers Montréal sont relativement moins touchés que les autres par la congestion.

À l'intérieur de l'île de Montréal, les déplacements les plus pénalisés sont ceux qui se dirigent vers le centre-ville le matin ou qui en sortent l'après-midi, comme l'indiquent les tableaux suivants. On notera que les retards sont généralement plus importants l'après-midi que le matin, la congestion étant plus importante sur l'île de Montréal l'après-midi que le matin.

Tableau 4.7 Retard moyen (minutes) et part de la demande du territoire à l'étude (%) pour les déplacements internes à la sous-région de Montréal, période de pointe du matin, 2003

Origine	Destination							
	Mtl (centre-ville)		Mtl (centre)		Mtl (est)		Mtl (ouest)	
	Minutes	%	Minutes	%	Minutes	%	Minutes	%
Mtl (centre-ville)	0,9	0,4 %	1,4	0,6 %	1,1	0,1 %	4,4	0,2 %
Mtl (centre)	6,9	2,4 %	2,2	10,0 %	1,3	1,5 %	5,9	2,8 %
Mtl (est)	14,0	0,5 %	6,1	2,3 %	0,7	2,9 %	12,6	0,5 %
Mtl (ouest)	14,7	1,3 %	9,3	2,6 %	8,5	0,3 %	3,3	8,7 %

Note : La couleur de la cellule indique l'amplitude du retard : gris pâle = 0-10; gris foncé = 10-20; vert = 20+.

Tableau 4.8 Retard moyen (minutes) et part de la demande du territoire à l'étude (%) pour les déplacements internes à la sous-région de Montréal, période de pointe de l'après-midi, 2003

Origine	Destination							
	Mtl (centre-ville)		Mtl (centre)		Mtl (est)		Mtl (ouest)	
	Minutes	%	Minutes	%	Minutes	%	Minutes	%
Mtl (centre-ville)	1,1	0,5 %	8,1	2,1 %	17,5	0,4 %	14,1	0,9 %
Mtl (centre)	2,4	0,9 %	2,7	10,6 %	7,2	2,1 %	8,6	2,4 %
Mtl (est)	3,0	0,1 %	1,8	1,6 %	0,8	3,0 %	9,6	0,3 %
Mtl (ouest)	5,7	0,3 %	6,2	2,5 %	14,4	0,4 %	2,9	8,7 %

Note : La couleur de la cellule indique l'amplitude du retard : gris pâle = 0-10; gris foncé = 10-20; vert = 20+.

Finalement, le Tableau 4.9 illustre le retard pour se rendre spécifiquement au centre-ville le matin ou pour en sortir l'après-midi, pour chacune des cinq sous-régions. Seuls les déplacements impliquant le centre-ville, qui demeurent internes à l'île de Montréal subissent un retard inférieur à 20 minutes.

Tableau 4.9 Retard moyen pour entrer au centre-ville de Montréal le matin ou pour en sortir l'après-midi, en 2003

	Matin	Après-midi
Montréal	10,1	10,9
Rive-Sud	22,4	20,1
Laval	24,2	26,1
Couronne nord	31,6	33,6
Couronne sud	24,7	22,6

Note : La couleur de la cellule indique l'amplitude du retard : gris pâle = 0-10; gris foncé = 10-20; vert = 20+.

Une analyse à une échelle plus fine a permis de faire d'autres constatations. Le territoire d'analyse est découpé cette fois en 104 secteurs municipaux⁴⁹. Le centre-ville est évidemment le secteur de destination auquel on associe le plus de véhicules-heures de retard le matin, soit 23 000 (voir tableau suivant). Il est suivi par les secteurs Saint-Laurent et Côte-des-Neiges. Ensemble, ces trois secteurs de destination représentent environ 37 % des retards durant la période de pointe du matin. Ils sont tous situés dans la sous-région « Montréal ».

Tableau 4.10 Véhicules-heures de retard par secteur de destination, période de pointe du matin 2003

Secteur de destination	Véhicules-heures de retard
Centre-ville	23 000
Saint-Laurent	10 900
Côte-des-Neiges	7 100

Les retards par secteur d'origine sont beaucoup plus diffus durant la période de pointe du matin. Les trois secteurs qui enregistrent le plus de retards sont Deux-Montagnes, Vimont-Auteuil et Mascouche (Tableau 4.11). Ensemble, ces trois secteurs d'origine ne représentent toutefois que 10 % des retards du territoire.

⁴⁹ Ces secteurs correspondent aux entités standards d'analyse des données de l'Enquête O-D 2003; on peut en trouver une description détaillée dans la documentation disponible sur le site suivant : <http://www.cimtu.qc.ca/EnqOD/2003/Resultats/>.

Tableau 4.11 Véhicules-heures de retard par secteur d'origine, période de pointe du matin 2003

Secteur d'origine	Véhicules-heures de retard
Deux-Montagnes	4 700
Vimont-Auteuil	3 500
Mascouche	3 000

On peut aussi mesurer l'effet de la congestion sur l'accessibilité en comptant le nombre de secteurs de destination associés à un retard égal ou supérieur à 25 minutes. Durant la période de pointe du matin, le secteur de destination Côte-des-Neiges compte 38 secteurs d'origine avec un retard égal ou supérieur à 25 minutes (Tableau 4.12), soit six de plus que le secteur centre-ville (32).

Tableau 4.12 Secteurs de destination les plus touchés par la congestion, période de pointe du matin 2003

Secteur de destination	Nombre de secteurs d'origine avec un retard \geq 25 min.
Côte-des-Neiges	38
Centre-ville	32
Saint-Laurent	24

En ce qui a trait aux secteurs d'origine, c'est le secteur Mascouche qui compte le plus grand nombre de secteurs de destination avec un retard égal ou supérieur à 25 minutes, soit 38. Il est suivi par Saint-Bruno-de-Montarville avec 26 secteurs.

Tableau 4.13 Secteurs d'origine qui comptent le plus grand nombre de secteurs de destination touchés par la congestion, période de pointe du matin 2003

Secteur d'origine	Nombre de secteurs de destination avec un retard \geq 25 min.
Mascouche	38
Saint-Bruno-de-Montarville	26
Deux-Montagnes, Saint-Hubert (<i>ex-aequo</i>)	17

4.3 Coûts socio-économiques de la congestion récurrente

Les coûts socio-économiques attribuables à la congestion routière récurrente dans l'agglomération de Montréal s'élèvent à 1 423 M\$ pour l'année 2003. Les coûts, présentés dans le Tableau 4.14, sont ventilés selon les composantes suivantes : coûts des retards, coûts supplémentaires d'utilisation des véhicules, coûts des

carburants, coûts des émissions polluantes et coût des émissions de GES. Le tableau montre que les retards représentent la grande majorité des coûts, soit 87,5 % du total.

Tableau 4.14 Sommaire des coûts socio-économiques attribuables à la congestion récurrente sur les autoroutes et les artères en 2003 (M\$)

Composante	Pointe du matin	Pointe de l'après-midi	Total	%
Retards	589	656	1 246	87,5 %
Coûts d'utilisation des véhicules (excluant le carburant)	53	61	114	8,0 %
Coûts des carburants	19	21	40	2,8 %
Émissions polluantes	7	8	15	1,1 %
Émissions de gaz à effet de serre	4	4	8	0,6 %
Coût total pour la société	672	751	1 423	100 %

4.3.1 Coût des retards attribuables à la congestion récurrente

Le Tableau 4.15 illustre comment se répartit le coût total des retards pour chacune des deux pointes de la journée (1 246 M\$ = 589 M\$ + 656M\$) par sous-région et par type de véhicule. Les automobilistes (conducteurs et passagers) supportent la très grande majorité des coûts, soit 88,4 % des 1 246 M\$.

Durant la période de pointe du matin, la part attribuable aux camions et aux autobus ne compte que pour 6 % (33/589) et 5 % (29/589) des coûts des retards, respectivement.

Durant la période de pointe de l'après-midi, les retards sont évalués à 656 M\$. La part subie par les camionneurs durant la période de pointe de l'après-midi est très similaire à la part observée durant la pointe du matin. Les pertes de temps subies par les camionneurs comptent pour environ 5 % (32/656) des retards pour l'ensemble de la région. Cependant, il faut souligner que les camions, contrairement aux automobiles, se font généralement moins nombreux durant les heures de pointe du matin et de l'après-midi, que durant les heures creuses (9 h à 15 h 30). On ne sait pas dans quelle mesure les camionneurs évitent sciemment les périodes de pointe, ni le coût de cette adaptation logistique.

Quant aux autobus, leur part relative de 6 % (78 /1246) des coûts socio-économiques est légèrement plus importante durant la période de pointe de l'après-midi; elle passe de 5 % (29/589) le matin à 7 % (49/656) l'après-midi. Les pertes de temps subies par les passagers constituent 94 % de ces coûts (73/78).

Tableau 4.15 Répartition des coûts socio-économiques des retards, par type de véhicule et par sous-région en 2003 (M\$ 2003)

Type de véhicule	Montréal	Laval	Rive-Sud Immédiate	Couronne nord	Couronne sud	Total
Pointe du matin						
Automobiles	257	88	107	37	37	527
Camions	16	6	6	2	3	33
Autobus ⁵⁰	20	1	5	0	3	29
Total	293	96	118	40	42	589
Pointe de l'après-midi						
Automobiles	405	61	42	33	33	575
Camions	22	4	2	2	2	32
Autobus	33	2	11	0	2	49
Total	460	68	56	36	37	656
Deux pointes						
Automobiles	662	150	150	71	70	1 102
Camions	38	10	8	5	4	66
Autobus	53	4	16	1	5	78
Grand total	753	164	174	76	79	1 246

Le Tableau 4.16 présente cette fois la répartition des coûts associés aux pertes de temps par sous-région et par catégorie de route. C'est sur le territoire de Montréal que sont supportés 60 % (753/1 246) des coûts liés à la congestion. Laval et la Rive-Sud immédiate suivent : elles totalisent près de 27 % des coûts (164 M\$ et 174 M\$, respectivement).

Les coûts de la congestion dans la couronne nord (76 M\$) et dans la couronne sud (79 M\$) sont comparativement plus faibles, mais non négligeables.

Sur le plan de la catégorie de liens routiers, on note que, globalement, 53 % (663/1 246) des coûts sont subis sur les autoroutes. À Montréal, la part des coûts attribuables aux artères et aux autoroutes sont très similaires. Ils atteignent respectivement 359 M\$ et 393 M\$. La plus grande part des coûts associés aux artères est supportée par les usagers des infrastructures présentes sur le territoire de Montréal.

⁵⁰ Comprend les pertes de temps subies par les usagers et les chauffeurs.

**Tableau 4.16 Répartition des coûts socio-économiques des retards,
par type de route et par sous-région en 2003 (M\$ 2003)**

Type de véhicule	Montréal	Laval	Rive-Sud Immédiate	Couronne nord	Couronne sud	Total
Pointe du matin						
Autoroute	146	61	70	21	21	319
Artère	147	35	48	19	22	271
Total	293	96	118	40	42	589
Pointe de l'après-midi						
Autoroute	248	40	37	14	5	345
Artère	212	27	19	22	32	312
Total	460	68	56	36	37	656
Deux pointes						
Autoroute	393	101	107	36	26	663
Artère	359	62	67	40	53	582
Grand total	753	164	174	76	79	1 246

Le Tableau 4.17 montre que l'essentiel du coût des retards des automobilistes est associé aux navetteurs (déplacements entre le domicile et le lieu de travail), soit 74 % (811/1102). Les trois autres motifs combinés ne représentent que 26 % (95+19+176) des coûts. D'autre part, il y a très peu de variation de l'importance relative des motifs dans l'explication des retards entre les sous-régions.

Tableau 4.17 Répartition des coûts socio-économiques des retards des automobilistes (conducteurs et passagers), par motif et par sous-région en 2003 (M\$ de 2003)

Motif	Montréal	Laval	Rive-Sud Immédiate	Couronne nord	Couronne sud	Total
Pointe du matin						
Navettage	196	70	87	28	27	408
Études	33	10	10	5	6	63
Affaires	6	2	3	1	1	14
Autres	21	6	7	3	4	41
Total	256	88	107	37	37	526
Pointe de l'après-midi						
Navetteur	289	45	28	22	20	403
Études	23	3	2	2	2	32
Affaires	4	0	0	0	0	5
Autres	90	13	12	9	11	135
Total	405	61	42	33	33	575
Deux pointes						
Navetteur	485	114	115	50	47	811
Études	56	13	12	7	8	95
Affaires	10	3	4	1	1	19
Autres	111	19	19	12	15	176
Total	661	150	149	71	70	1102

4.3.2 Coûts supplémentaires d'utilisation des véhicules (sauf le carburant)

Comme on peut le constater dans le tableau suivant, la majorité (60 %) (68/114) des coûts supplémentaires d'utilisation des véhicules attribuables à la congestion récurrente, soit 68 M\$ (26+42) sont générés sur le réseau de Montréal. Les artères de Montréal représentent à elles seules 30 % (34/114) des coûts totaux d'utilisation supplémentaire de la grande région de Montréal. Cette situation s'explique par des coûts d'utilisation plus élevés à basse vitesse. Les coûts supplémentaires d'utilisation pour les deux couronnes sont très faibles, à peine plus de 16 M\$, au total.

Tableau 4.18 Répartition des coûts socio-économiques supplémentaires d'utilisation des véhicules, sauf le carburant, par catégorie de route et par sous-région (M\$ de 2003)

	Montréal	Laval	Rive-Sud immédiate	Couronne nord	Couronne sud	Total
Pointe du matin						
Autoroute	12	6	6	2	2	28
Artère	14	3	4	2	2	25
Total	26	9	10	4	4	53
Pointe de l'après-midi						
Autoroute	22	4	3	1	1	31
Artère	20	3	2	2	3	30
Total	42	7	4	4	4	61
Deux pointes						
Autoroute	34	10	9	3	2	59
Artère	34	6	6	4	6	56
Grand total	68	16	14	8	8	114

En périodes de pointe, les coûts socio-économiques supplémentaires attribuables à l'utilisation des véhicules sont supportés majoritairement par les automobilistes. En fait, ces derniers contribuent pour 103 M\$ des 114 M\$, soit 90 %, alors que les camions et les autobus comptent pour les autres 11 M\$ (10 % — voir Tableau 4.19).

Tableau 4.19 Répartition des coûts socio-économiques supplémentaires d'utilisation des véhicules, sauf le carburant par type de véhicule et par sous-région (M\$ de 2003)

Type de véhicule	Montréal	Laval	Rive-Sud Immédiate	Couronne nord	Couronne sud	Total
Pointe du matin						
Automobiles	23	8	9	3	4	48
Camions ⁵¹	3	1	1	0	0	5
Total	26	9	10	4	4	53
Pointe de l'après-midi						
Automobiles	38	6	4	3	4	55
Camions	4	1	1	0	0	6
Total	42	7	4	4	5	61
Deux pointes						
Automobiles	61	14	13	7	7	103
Camions	7	2	1	1	1	11
Grand total	68	16	14	8	8	114

Signalons tout de même que les coûts supplémentaires d'utilisation des véhicules attribuables à la congestion ne représentent qu'un faible pourcentage des coûts d'utilisation totaux : soit 6 % pour les automobilistes, 5 % pour les camions et 7 % pour les autobus.

4.3.3 Coûts supplémentaires des carburants

La valeur (excluant les taxes) des carburants supplémentaires consommés représente 39,9 M \$, ce qui équivaut à 98,6 millions de litres d'essence et à 7,3 millions de litres de carburant diesel par année.

Tableau 4.20 Carburant supplémentaire consommé en millions de litres, 2003

Type de carburant/période de pointe	Matin	Après- midi	Total
Essence (million de litres)	46,0	52,6	98,6
Diesel (million de litres)	3,6	3,7	7,3
Total	49,6	56,3	105,9

⁵¹ Comprend les coûts de carburants des autobus.

Les Tableau 4.21 et Tableau 4.22 montrent comment se répartissent les coûts supplémentaires de 39,9 M\$ de carburant attribuables à la congestion, lesquels représentent 2,8 % du coût total de la congestion récurrente (39,9/1 423). L'essentiel de ce coût est supporté par les automobiles, soit 93 % (36,9/39,9). Comme pour les autres catégories de coûts, la plus grande partie, soit 60 % (23,8/39,9), est engendrée sur l'île de Montréal alors que les coûts supportés dans la couronne nord et dans la couronne sud sont de faible importance, soit de 7 % par sous-région.

Tableau 4.21 Répartition des coûts socio-économiques supplémentaires des carburants, par catégorie de route et par sous-région en 2003 (M\$ de 2003)

	Montréal	Laval	Rive-Sud immédiate	Couronne nord	Couronne sud	Total
Pointe du matin						
Autoroute	3,5	1,6	1,7	0,5	0,5	7,9
Artère	5,7	1,5	1,9	0,8	0,9	10,8
Total	9,2	3,1	3,5	1,4	1,4	18,7
Pointe de l'après-midi						
Autoroute	6,2	1,1	0,8	0,4	0,1	8,6
Artère	8,4	1,2	0,7	1,0	1,4	12,6
Total	14,6	2,3	1,4	1,4	1,5	21,2
Deux pointes						
Autoroute	9,7	2,7	2,4	0,9	0,7	16,5
Artère	14,1	2,6	2,5	1,8	2,3	23,4
Grand total	23,8	5,4	5,0	2,8	3,0	39,9

Selon nos évaluations, l'essence supplémentaire consommée par les automobilistes à cause de la congestion ne représente que 11 % de la consommation totale d'essence associée aux deux périodes de pointe. Quant au carburant diesel supplémentaire consommé par les camions, il ne compte que pour 6 % de la consommation totale de carburant diesel durant ces mêmes périodes.

Tableau 4.22 Répartition des coûts socio-économiques supplémentaires des carburants, par catégorie de véhicules et par sous-région, 2003 (M\$ de 2003)

	Montréal	Laval	Rive-Sud immédiate	Couronne nord	Couronne sud	Total
Pointe du matin						
Automobile	8,4	2,9	3,3	1,3	1,3	17,2
Camion	0,8	0,3	0,3	0,1	0,1	1,5
Total	9,2	3,1	3,5	1,4	1,4	18,7
Pointe de l'après-midi						
Automobile	13,6	2,1	1,3	1,4	1,3	19,7
Camion	1,0	0,2	0,1	0,1	0,1	1,5
Total	14,6	2,3	1,4	1,4	1,5	21,2
Deux pointes						
Automobile	22,0	5,0	4,6	2,5	2,7	36,9
Camion	1,8	0,4	0,4	0,2	0,2	3,0
Grand total	23,8	5,4	5,0	2,8	3,0	39,9

4.3.4 Coûts supplémentaires des émissions polluantes

Les 15 M\$ de coûts de polluants atmosphériques supplémentaires sont attribuables à 5 976 tonnes de CO, 960 tonnes d'hydrocarbures et 324 tonnes de NO_x. Signalons également que la congestion n'influence pas significativement les quantités nettes de particules de matière et de SO_x émises par les véhicules.

Le Tableau 4.23 présente la répartition des 15 M\$ attribuables aux émissions polluantes supplémentaires imputables à la congestion récurrente. Le coût associé aux artères de Montréal (5,1 M\$) est considérablement plus élevé que le coût qui est attribué aux autoroutes (3,8 M\$), ce qui a de quoi surprendre. Ce contraste s'explique par la conduite à basse vitesse sur les artères congestionnées, qui correspond à des taux kilométriques d'émissions polluantes plus élevés. Environ 60 % (5,1/8,5) des coûts des émissions polluantes, sur les artères de l'ensemble du territoire sont engendrés à Montréal. Durant la période de pointe de l'après-midi, cette proportion atteint 67 % (3,1/4,6).

C'est sur les territoires de Montréal, de Laval et de la Rive-Sud immédiate que l'on constate 86 % [(8,9+2+2)/15] des coûts de pollution supplémentaire.

Tableau 4.23 Répartition des coûts socio-économiques supplémentaires des émissions polluantes par type de route et par sous-région en 2003 (M\$ de 2003)

	Montréal	Laval	Rive-Sud immédiate	Couronne nord	Couronne sud	Total
Pointe du matin						
Autoroute	1,3	0,6	0,8	0,2	0,3	3,1
Artère	2,1	0,5	0,7	0,3	0,3	3,9
Total	3,3	1,2	1,5	0,5	0,6	7,1
Pointe de l'après-midi						
Autoroute	2,5	0,4	0,3	0,1	0,1	3,4
Artère	3,1	0,4	0,2	0,4	0,5	4,6
Total	5,6	0,8	0,5	0,5	0,6	8,0
Deux pointes						
Autoroute	3,8	1,0	1,1	0,3	0,3	6,5
Artère	5,1	1,0	0,9	0,7	0,9	8,5
Grand Total	8,9	2,0	2,0	1,0	1,2	15,0

4.3.5 Coûts supplémentaires des émissions de GES

Le coût de 8,1M\$ attribuable aux émissions de GES découle des 257 kilotonnes supplémentaires d'équivalent CO₂ rejetées dans l'atmosphère à cause de la congestion.

Les émissions de GES représentent la plus petite composante des coûts socio-économiques globaux de la congestion, soit 8,1 M\$ sur 1,42 G\$, donc moins de 1 %. Le Tableau 4.24 en illustre la répartition sur le territoire, par type de route. Comme c'est le cas pour toutes les distributions de coûts présentés précédemment, la majorité des coûts sont observés sur le réseau de l'île de Montréal.

Tableau 4.24 Répartition des coûts socio-économiques supplémentaires des émissions de GES par type de route et par sous-région en 2003 (M\$ de 2003)

	Montréal	Laval	Rive-Sud immédiate	Couronne nord	Couronne sud	Total
Pointe du matin						
Autoroute	0,7	0,3	0,3	0,1	0,1	1,5
Artère	1,1	0,3	0,4	0,2	0,2	2,1
Total	1,8	0,6	0,7	0,3	0,3	3,6
Pointe de l'après-midi						
Autoroute	1,3	0,2	0,2	0,1	0,0	1,8
Artère	1,8	0,2	0,1	0,2	0,3	2,7
Total	3,1	0,5	0,3	0,3	0,3	4,5
Deux pointes						
Autoroute	2,0	0,5	0,5	0,2	0,1	3,3
Artère	2,9	0,5	0,5	0,4	0,5	4,8
Grand total	4,9	1,1	1,0	0,6	0,6	8,1

4.3.6 Coûts totaux attribuables à la congestion récurrente

Les coûts des retards de 1 246 M\$ correspondent à 35,4 millions d'heures de retards durant la période de pointe du matin. Pour celle de l'après-midi, les retards récurrents s'élèvent à 41,4 MH. La répartition par mode est présentée dans le Tableau 4.25.

Tableau 4.25 Répartition des retards par mode, en 2003 (MH)

Période de pointe	Automobilistes	Camionneurs	Chauffeurs-bus	Passagers-bus	Total
Matin	31,3	1,4	0,1	2,6	35,4
Après-midi	35,9	1,3	0,1	4,1	41,4
Total	67,2	2,7	0,2	6,7	76,8

Le Tableau 4.26 montre la répartition des coûts totaux par sous-région et par catégorie de route. Le réseau du territoire de Montréal supporte près de 60 % des coûts liés à la congestion, soit 859 M\$. Laval et la Rive-Sud immédiate suivent, avec, ensemble, près de 27 % des coûts (188 M\$ et 196 M\$). Les coûts de la congestion dans la couronne nord (88 M\$) et dans la couronne sud (92 M\$) sont comparativement plus faibles.

On note que, globalement, 53 % des coûts sont attribués aux passages sur les autoroutes (748 /1423). Les voyageurs qui se déplacent à Montréal supportent la majorité des coûts associés aux artères (61 %, 415/675). Des coûts socio-économiques de la congestion récurrente sur l'île de Montréal, 48 % (415/859) sont attribuables

à l'utilisation du réseau artériel. À l'extérieur de l'île de Montréal, 54 % $[(115+120+40+30)/(188+196+88+92)]$ des coûts de la congestion sont engendrés par des délais subis par les usagers des autoroutes.

Tableau 4.26 Répartition des coûts socio-économiques totaux de la congestion récurrente, par type de route et sous-région en 2003 (M\$ 2003)

Type de route	Montréal	Laval	Rive-Sud immédiate	Couronne nord	Couronne sud	Total
Pointe du matin						
Autoroute	164	70	79	24	23	359
Artère	170	41	55	22	25	313
Total	333	110	134	46	49	672
Pointe de l'après-midi						
Autoroute	280	46	41	16	6	389
Artère	246	32	21	25	37	362
Total	526	78	62	42	43	751
Deux pointes						
Autoroute	443	115	120	40	30	748
Artère	415	73	76	48	63	675
Grand total	859	188	196	88	92	1 423

4.4 Le coût de la congestion pour les entreprises

Les coûts socio-économiques totaux de la congestion sont dus majoritairement aux retards subis par les personnes qui font la navette entre leur domicile et leur lieu de travail ou d'étude, soit 906 M\$, ce qui représente 63,6 % du coût total de la congestion, mais 82,2 % des coûts associés aux retards des automobilistes (conducteurs et passagers), soit 1 102 M\$. Ce montant de 906 M\$ correspond à la valeur du temps supplémentaire que ces personnes auraient pu consacrer à d'autres activités plutôt qu'à se déplacer.

La part du coût de la congestion attribuable aux entreprises est beaucoup plus modeste. Il s'agit pour l'essentiel du temps perdu par les camionneurs et les automobilistes en situation de travail. Or, ces derniers ne forment qu'une faible minorité des conducteurs durant les périodes de pointe, soit environ 2,9 % le matin et 0,9 % l'après-midi. Les coûts à la charge des entreprises comprennent :

- ◆ Les retards subis par les camionneurs (65,6 M\$) et par les automobilistes en déplacement d'affaires (18,5 M \$);
- ◆ Les retards subis par les chauffeurs d'autobus (4,7 M \$);

- ◆ Les coûts supplémentaires d'utilisation des camions (11,5 M\$) et des automobiles pour déplacements d'affaires (1,9 M\$);
- ◆ Les coûts supplémentaires de carburant des camions (3,0 M\$) et des automobiles pour déplacements d'affaires (0,8 M\$).

Le coût total de la congestion attribuable aux entreprises est cependant sous-estimé dans cette étude. En effet, certains coûts n'ont pas pu être pris en compte. Par exemple :

- ◆ Les coûts encourus par les entreprises si certains déplacements doivent être reportés ou devancés à cause de la congestion;
- ◆ Les effets de la congestion sur la localisation des entreprises et sur la taille du bassin accessible des fournisseurs ou de recrutement des employés;
- ◆ La gestion durant les périodes hors pointe, par exemple, sur l'autoroute métropolitaine durant la journée.

La plus grande partie du coût total de la congestion pour les entreprises, soit 106 M\$, est supportée par les camionneurs (80,1 M\$ ou 76 %). Ce total de 106 M\$ ne représente cependant qu'un très faible pourcentage de la valeur globale des biens et services produits dans la région de Montréal, soit à peine 0,09 % du produit intérieur brut régional de 2003, estimé à 112 G\$⁵².

⁵² Conference Board du Canada et Chambre de commerce de Montréal, [En ligne], [\[http://www.tableaubordmontreal.com/indicateurs/activiteeconomique/pibpercapita.fr.html\]](http://www.tableaubordmontreal.com/indicateurs/activiteeconomique/pibpercapita.fr.html).

5 Évolution de la congestion à Montréal : 1998-2003

L'étude précédente sur les coûts de la congestion était basée sur les conditions de 1998, alors que la présente étude s'appuie, non seulement sur des données plus récentes (2003), mais également sur quelques raffinements méthodologiques. Afin de mesurer l'évolution de la congestion de 1998 à 2003 et pour assurer une plus grande comparabilité, la situation de référence 2003 a dû ici être ajustée à celle de 1998.

5.1 Évolution de l'offre routière de 1998 à 2003

De 1998 à 2003, les interventions susceptibles d'augmenter de façon notable la capacité du réseau routier dans la grande région de Montréal ont été peu nombreuses. Signalons, par exemple :

- ◆ Le prolongement du boulevard Louis-Hyppolite-Lafontaine jusqu'au boulevard Perras (futur axe de l'autoroute 25);
- ◆ Des réaménagements dans le corridor de l'autoroute 15 à Laval par l'ajout de collecteurs et d'échangeurs;
- ◆ La construction de la nouvelle route 335 entre le boulevard Dagenais à Laval et l'A-640 à Bois-des-Filion;
- ◆ L'extension de certains axes artériels dans les couronnes.

On pourrait également citer le réaménagement de l'échangeur A-40/de l'Acadie qui a eu pour effet d'augmenter la fluidité de certains mouvements, mais sans ajout important de voies-km routières.

5.2 Évolution de la demande

Le Tableau 5.1 montre l'évolution de la demande durant la période de pointe du matin, telle qu'elle a été mesurée pour les déplacements auto-conducteur privés, pour la période 1998-2003, c'est-à-dire pour les déplacements relevés par les Enquêtes O-D réalisées auprès des ménages. D'après ce tableau, toutes les sous-régions ont connu des augmentations relativement importantes du nombre de déplacements auto-conducteur.

Globalement, le nombre de déplacements personnels effectués en auto durant la période de pointe du matin a augmenté de 8 % (passant de 881 000 à 952 000). Montréal et la couronne sud ont enregistré des accroissements inférieurs à la moyenne, alors que la Rive-Sud, Laval et la couronne nord enregistraient de plus fortes

croissances. Cependant, en nombres absolus, c'est à Montréal que s'est produite la plus importante augmentation, soit 24 000 nouveaux déplacements auto-conducteur attirés.

Il faut cependant savoir que le modèle de transport du Ministère incorpore depuis 2003 une méthodologie très améliorée pour estimer les déplacements routiers à caractère commercial, notamment en se basant sur des ajustements de données contre les comptages routiers observés. Ainsi, on pourra comparer au Tableau 4.1 du présent document les données de demande 1998 (voir page 29 du rapport de 2004), pour constater que la demande réellement chargée sur le réseau 2003 passe de :

◆ Auto-conducteur :	970 000 à 1 144 200	(+17 %)
◆ Auto-passager :	240 000 à 262 800	(+9,4 %)
◆ Camion régulier :	31 000 à 50 200	(+60 %)
◆ Camion lourd :	14 000 à 16 000	(+14 %)
◆ Total véhicules :	1 015 k à 1 210 k	(+19 %)

L'analyse comparative produite ici doit donc prendre en compte que cette croissance de 19 % de la demande en transport routier n'est pas entièrement naturelle. Elle s'explique tout au plus à moitié par la croissance des déplacements automobiles personnels et, pour le reste, par une estimation plus raffinée des déplacements de nature commerciale qui étaient auparavant sous-représentés.

Tableau 5.1 Évolution du nombre de déplacements auto-conducteur (personnels) produits et attirés, par sous-région, durant la période de pointe du matin (6 h à 9 h), de 1998 à 2003

Sous-région	1998				2003				Évolution	
	Attirés	%	Produits	%	Attirés	%	Produits	%	Attirés	Produits
Montréal	528 270	60 %	392 015	44 %	552 590	58 %	409 155	43 %	5 %	4 %
Laval	72 995	8 %	98 130	11 %	83 815	9 %	110 420	12 %	15 %	13 %
Rive-Sud	82 860	9 %	90 115	10 %	97 385	10 %	102 745	11 %	18 %	14 %
Couronne nord	93 880	11 %	145 570	17 %	109 370	11 %	162 990	17 %	17 %	12 %
Couronne sud	102 955	12 %	155 130	18 %	108 560	11 %	166 415	17 %	5 %	7 %
TOTAL	880 960	100 %	880 960	100 %	951 720	100 %	951 725	100 %	8 %	

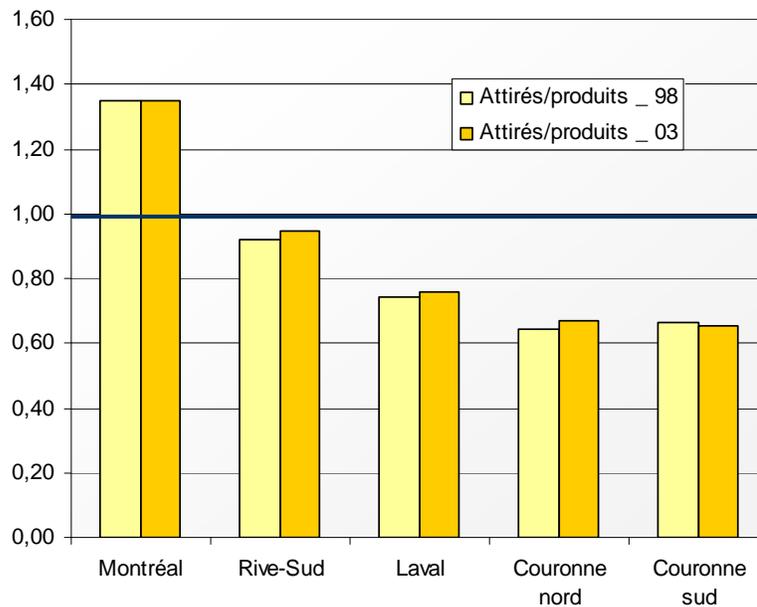
Source : AMT, Document de consultation des enquêtes Origine-Destination par région de 1998 et 2003 de la région de Montréal, valeurs arrondies, [En ligne], [<http://www.cimtu.qc.ca/EnqOD/2003/Resultats/Index.asp>].

À l'extérieur de Montréal et de la couronne sud, l'accroissement du nombre de déplacements attirés est beaucoup plus important que l'augmentation du nombre de déplacements produits, ce qui témoigne de l'activité économique croissante de ces sous-régions.

Dans une étude antérieure, une croissance de 17,3 % du nombre de déplacements auto-conducteur avait été observée pour la période 1993-1998⁵³. Or cette fois-ci, de 1998 à 2003, la croissance observée est deux fois plus faible, soit de 8 %.

La Figure 5.1 présente l'évolution du ratio déplacements attirés/déplacements produits de 1998 à 2003. Montréal est la seule région qui a un excédent (1,35 attirés pour 1 produit). Toutes les autres régions sont déficitaires, mais la Rive-Sud, Laval et la couronne nord progressent vers une plus grande autonomie de 1998 à 2003.

Figure 5.1 Évolution du ratio des déplacements auto-conducteur attirés sur les déplacements auto-conducteur produits, durant la période de pointe du matin, de 1998 à 2003



5.3 Évolution du niveau de congestion de 1998 à 2003

Les tableaux suivants montrent la variation des différents paramètres traduisant l'évolution du niveau de congestion pour chacune des cinq sous-régions du territoire d'étude et pour les deux catégories de route, de 1998 à 2003, durant la période de pointe du matin. Les résultats s'appliquent sur le territoire de l'enquête O-D 1998, qui est légèrement plus petit que celui de 2003. C'est pourquoi les valeurs présentées ici, pour l'année 2003, sont légèrement en deçà des valeurs présentées pour l'ensemble du territoire de 2003 au chapitre 4.

⁵³ MTQ, *Évaluation de la congestion routière dans la région de Montréal*, Collection Études et recherches en transport — RTQ-04-01, ministère des Transports du Québec, 2004, p. 53.

Tableau 5.2 Nombre de voies-km totales et congestionnées par sous-région, période de pointe du matin, en 1998 et 2003

Sous-région	Pointe du matin	1998	2003	Taux de croissance annuel 98-03	Variation 98-03
Montréal	Total	3 435	3 646	1,2 %	6 %
	Congestion	930	1 209	5,4 %	30 %
Laval	Total	1 108	1 197	1,6 %	8 %
	Congestion	157	234	3,2 %	0 %
Rive-Sud immédiate	Total	1 078	1 215	2,4 %	13 %
	Congestion	133	155	3,2 %	17 %
Couronne nord	Total	2 194	2 222	0,3 %	1 %
	Congestion	121	191	9,7 %	59 %
Couronne sud	Total	2 670	3 093	3,0 %	16 %
	Congestion	108	214	14,6 %	98 %
Total	Total	10 485	11 373	1,6 %	8 %
	Congestion	1 449	2 004	6,7 %	38 %

L'accroissement du nombre de kilomètres de voies congestionnées est important de 1998 à 2003 (38 % pour l'ensemble de la région). Cette progression est particulièrement importante sur la couronne sud, où le taux de croissance annuel a atteint 14,6 %.

Le Tableau 5.3 présente, pour sa part, la variation des véhicules-heures et des véhicules-km totaux de 1998 à 2003, à territoire comparable pour la période de pointe du matin. Le nombre total de véhicules-heures a augmenté de 28 % sur l'ensemble du territoire, alors que le nombre de véhicules-kilomètres n'augmentait que de 16 %. Le temps consacré aux déplacements a crû davantage sur les artères (+35 %) que sur les autoroutes (+22 %).

Dans l'ensemble du territoire, la croissance de la demande (exprimée en véh.-km) observée sur le réseau artériel a été significativement supérieure (+22 %) à celle observée sur le réseau autoroutier (+12 %).

Tableau 5.3 Variation 1998-2003 des véhicules-km (milliers) et des véhicules-heures totaux, territoire comparable, pointe du matin

	Véhicules-km			Véhicules-heures		
	1998	2003	%	1998	2003	%
Artère	4 610	5 630	22 %	133 800	180 300	35 %
Autoroute	9 220	10 370	12 %	152 200	185 600	22 %
Total	13 820	16 010	16 %	285 800	366 000	28 %

En matière de voies-km congestionnées, l'évolution de 1998 à 2003 est importante : la congestion s'est étendue considérablement sur les artères (+45 %) et sur les autoroutes (+19 %). En nombre absolu, cette augmentation représente 482 (1556 - 1074) voies-km pour les artères et 72 (447 - 375) voies-km pour les autoroutes (Tableau 5.4).

Tableau 5.4 Variation 1998-2003 du nombre de voies-km congestionnées, par type de route, territoire comparable, pointe du matin

	Voies-km congestionnées					
	Montréal		Laval		Rive-Sud immédiate	
	1998	2003	1998	2003	1998	2003
Artère	722	968	90	162	81	97
Autoroute	208	241	67	72	52	59
Total	930	1 209	157	234	133	155
VARIATION						
Artère		34 %		80 %		20 %
Autoroute		16 %		8 %		13 %
Total		30 %		49 %		17 %
	Couronne nord		Couronne sud		Total	
	1998	2003	1998	2003	1998	2003
Artère	84	144	98	186	1 074	1 556
Autoroute	37	47	11	29	375	447
Total	121	191	108	214	1 449	2 004
VARIATION						
Artère		72 %		90 %		45 %
Autoroute		28 %		170 %		19 %
Total		59 %		98 %		38 %

Le nombre de véhicules-kilomètres congestionnés sur le réseau a augmenté de façon significative dans l'ensemble des sous-régions (+31 %, dans le Tableau 5.5), pour atteindre 4,46 millions de véhicules-kilomètres durant la période de pointe du matin (autoroutes et artères). L'augmentation la plus faible a été enregistrée sur le réseau de la Rive-Sud immédiate (+9 %, pour atteindre 480 000 véhicules-km). La couronne sud est la sous-région qui a enregistré l'augmentation relative la plus importante du nombre de véhicules-kilomètres

congestionnés, soit 124 %, mais elle demeure peu touchée par la congestion : seulement 13 % des déplacements exprimés en véhicules-kilomètres y étaient effectués en situation de congestion en 2003, durant la période de pointe du matin. À l’opposé, Montréal, qui n’a accumulé que 26 % de croissance relative, totalise à elle seule :

- ◆ la moitié (50,5 %) du 1,05 million de véhicules-kilomètres (M véh.-km) congestionnés supplémentaires en 2003;
- ◆ plus de la moitié (57 %) du total régional de véhicules-kilomètres congestionnés en 2003 (2,540/4,460 M véh.-km);
- ◆ 41 % de l’ensemble de ses déplacements (exprimés en M véh.-km) effectués en situation de congestion (2,540/6,200 M véh.-km).

Tableau 5.5 Variation 1998-2003 des véhicules-km congestionnés, territoire comparable, pointe du matin

Véhicules-km congestionnés (milliers)						
	Montréal		Laval		Rive-Sud-immédiate	
	1998	2003	1998	2003	1998	2003
Artère	920	1 280	130	230	150	170
Autoroute	1 090	1 260	360	390	290	310
Total	2 010	2 540	490	620	440	480
VARIATION						
Artère		39 %		77 %		13 %
Autoroute		16 %		8 %		7 %
Total		26 %		27 %		9 %
	Couronne nord		Couronne sud		Total	
	1998	2003	1998	2003	1998	2003
Artère	100	190	120	240	1 420	2 110
Autoroute	200	250	50	140	1 990	2 350
Total	300	440	170	380	3 410	4 460
VARIATION						
Artère		90 %		100 %		49 %
Autoroute		25 %		180 %		18 %
Total		47 %		124 %		31 %

Les évolutions sont donc très différenciées, les sous-régions initialement peu touchées par la congestion subissant de très importantes augmentations. Dans l’ensemble du territoire, la croissance de la demande (véh.-km) observée sur le réseau artériel a été significativement supérieure (+22 %) à celle observée sur le réseau autoroutier (+12 %) (voir l’annexe A pour les tableaux détaillés).

Le nombre de véhicules-heures total a augmenté de 28 %⁵⁴ sur l'ensemble du territoire, alors que le nombre de véhicules-kilomètres totaux n'augmentait que de 16 %, ajoutant davantage à la congestion sur les artères (+49 %) que sur les autoroutes (+18 %). Cette situation laisse présager que les usagers doivent composer avec des vitesses plus faibles.

Tableau 5.6 Variation 1998-2003 des véhicules–heures de retard, territoire comparable, pointe du matin

Véhicules-heures						
	Montréal		Laval		Rive-Sud-immédiate	
	1998	2003	1998	2003	1998	2003
Artère	18 700	27 700	3 600	6 800	6 300	8 300
Autoroute	18 600	25 700	6 900	12 100	10 300	12 200
Total	37 300	53 400	10 500	18 900	16 600	20 500
VARIATION						
Artère		48 %		89 %		32 %
Autoroute		38 %		75 %		18 %
Total		43 %		80 %		24 %
	Couronne nord		Couronne sud		Total	
	1998	2003	1998	2003	1998	2003
Artère	1 500	3 800	2 000	4 200	32 100	50 800
Autoroute	2 300	4 200	3 000	3 900	41 100	58 100
Total	3 800	8 000	5 000	8 100	73 200	108 900
VARIATION						
Artère		153 %		110 %		58 %
Autoroute		83 %		30 %		41 %
Total		111 %		62 %		49 %

C'est Laval qui a enregistré la plus forte augmentation relative du nombre total de véhicules-heures (+46 %), suivi de la couronne nord avec 35% (Tableau A-4 de l'annexe A). Cependant, en termes absolus, c'est la sous-région de Montréal qui affiche le plus important accroissement, soit 32 400 de véhicules-heures, dont 21 000 sur son réseau artériel (65 %). Dans l'ensemble du territoire, l'augmentation du nombre de véhicules-heures de retard, résumée dans le Tableau 5.7, est de 49 % (+35 700), ce qui est considérable. On note une croissance relativement très importante sur la couronne nord (+111 %), mais pour seulement 4 200 véhicules-heures de retard de plus.

Rappelons que les deux couronnes demeurent moins touchées par la congestion puisque les retards n'y représentent que 16 % (CN) et 17 % (CS) des véhicules-heures totaux pour les deux sous-régions. Par type de

⁵⁴ En 1998, la demande se chiffrait à 285 000 véhicules-heures, alors qu'en 2003, à territoire comparable, elle se chiffre à 366 000 véhicules-heures, ce qui représente une croissance de 80 200 véh.-h ou 28 %.

route, l'augmentation de la congestion s'est davantage manifestée sur les artères (+18 700 de véhicules-heures) que sur les autoroutes (+17 000 véhicules-heures). Le réseau de Montréal a récolté 16 000 des 35 800 véhicules-heures de retard supplémentaires (45 %), comme le montre le Tableau A.2.

En résumé, la demande exprimée en nombre de déplacements de véhicules, tel qu'elle a été chargée sur le réseau de simulation, a augmenté de 19 % durant la période de pointe du matin, de 1998 à 2003. Le nombre de véhicules-kilomètres a pour sa part augmenté de 16 %, ce qui indique que la distance moyenne parcourue aurait légèrement diminué (cette comparaison demeure toutefois biaisée par la nouvelle synthétisation des déplacements de nature commerciale qui sont généralement plus courts — ex. : livraisons).

En termes absolus, c'est le réseau routier de l'île de Montréal qui a subi le gros de l'augmentation du nombre de véhicules-heures de retard de 1998 à 2003, soit 16 100 véhicules-heures de retard de plus, ou 45 % du total. Montréal a continué à assumer la majorité du fardeau de la congestion (51 % des véhicules-heures de retard en 1998, 49 % en 2003), bien que sa part des véhicules-kilomètres ait diminué, passant de 51 % à 49 %. Toutes les autres sous-régions ont subi des augmentations de la congestion, mais les couronnes ont conservé leur position privilégiée avec peu de congestion et une part de la congestion largement inférieure à leur part des véhicules-kilomètres.

En fonction du type de lien routier, la congestion a crû plus rapidement sur le réseau artériel (+45 % — voir Tableau 5.4) que sur le réseau autoroutier (+19 %), ce qui reflète la localisation de celui-ci. Il semble toutefois ne pas y avoir eu de modification significative de la répartition du fardeau de la congestion entre les autoroutes et les artères au cours de la période 1998-2003. La sous-région de Montréal se distingue toujours par une proportion plus élevée de la congestion sur son réseau artériel (51 %), alors que cette proportion n'atteint que 47 % pour l'ensemble de la région.

5.4 Évolution des coûts de la congestion récurrente

Les coûts de la congestion 1998 et 2003 sont présentés au Tableau 5.7.

Tableau 5.7 Coûts socio-économiques attribuables à la congestion récurrente sur les autoroutes et les artères (M\$) en 1998 et 2003

Composante	Total 1998 (M\$ 1998)	Total 2003 (M\$ 2003)
Retards	704	1 120
Coûts d'utilisation des véhicules (excluant le carburant)	55	105
Coûts des carburants	11	37
Émissions polluantes	6	14
Émissions de gaz à effet de serre	3	7
Coût total pour la société	779	1 284

Afin de les comparer sur une même base, nous avons procédé comme suit :

- ◆ Les coûts relatifs aux autobus ont été soustraits de l'évaluation de 2003;
- ◆ Ensuite, comme en 1998, les coûts de la pointe de l'après-midi n'ont pas été calculés; les valeurs de la période de pointe du matin, obtenues pour 2003, ont été multipliées par deux;
- ◆ Les coûts associés aux émissions polluantes et de gaz à effet de serre sont exclus des coûts, car ils ne sont pas disponibles par type de véhicule.

Sur la base des coûts de 2003 ajustés, nous avons calculé rétroactivement le coût de la congestion sur la base de l'augmentation des passagers-heures de retard de 1998 à 2003. Comme la répartition des passagers-heures de retard entre les automobiles et les camions a évolué de 1998 à 2003, le calcul a été effectué en tenant compte des augmentations respectives des passagers-heures de retard des automobiles et des camions qui se sont élevées respectivement à 49,3 % et à 57,9 % :

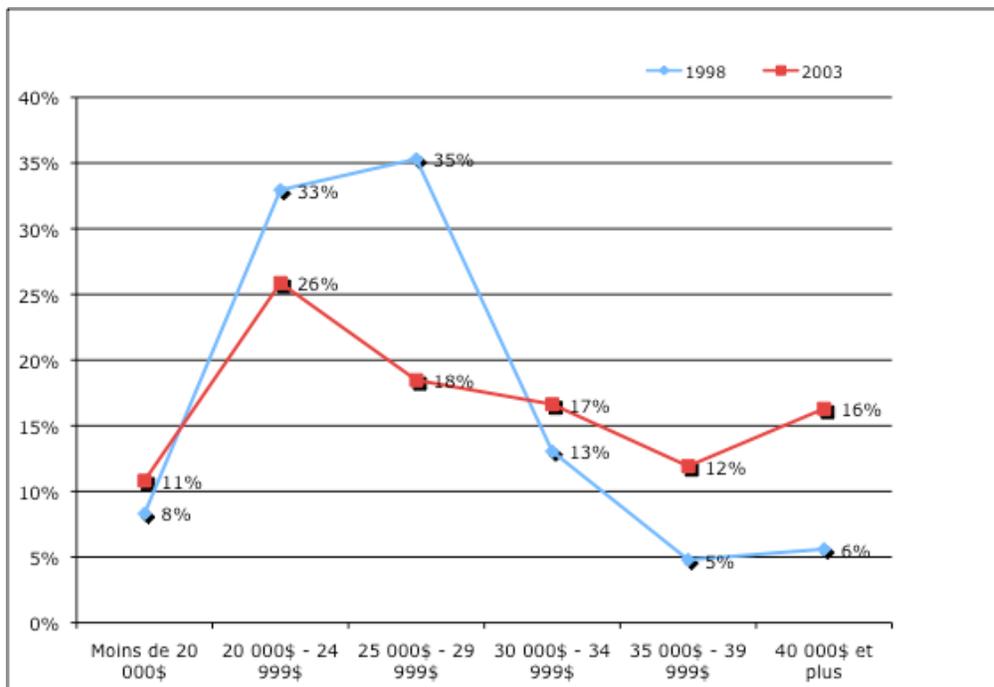
Automobiles : $1\,183,00 \text{ M\$ en } 2003 / (1+0,4976) = 789,93 \text{ M\$}$

Camions : $80,60 \text{ M\$ en } 2003 / (1+0,5789) = 51,05 \text{ M\$}$

Cela fait un total de 840,97 M\$ en 1998, en dollars de 2003, pour un retard annuel de 65,4 million de passagers-heures. Puisque le total des coûts de la congestion ajustés pour 2003 atteint 1 263,6 M\$, on peut conclure que le coût socio-économique de la congestion aurait crû de 50% de 1998 à 2003.

Comme les retards constituent encore l'élément le plus important dans l'évaluation des coûts socio-économiques de la congestion, nous avons illustré, dans la Figure 5.2, la distribution cumulative des déplacements par classe de revenu pour 1998 et 2003. On remarque un changement dans la répartition des déplacements par classe de revenus de 1998 à 2003. En effet, en 1998, les deux classes de revenu de 20 000 \$ à 24 999 \$ et de 25 000 \$ à 29 999 \$ regroupaient près de 70 % des déplacements. En 2003, les écarts entre les classes se sont estompés. Le nombre de déplacements effectués par des personnes dont le revenu individuel est inférieur à 30 000 \$ a diminué, alors que celui des personnes dont le revenu dépasse 30 000 \$ s'est accru. Ce phénomène est en partie dû à l'augmentation de l'activité économique, en hausse de 8,5 % par rapport à 1998⁵⁵, et au vieillissement de la population.

Figure 5.2 Comparaison de la proportion des déplacements en auto par classes de revenu individuel (\$ de 2003)



Il en va de même pour la distribution des déplacements automobile par motif : on observe une légère augmentation de la valeur moyenne du temps des automobilistes en raison de la croissance du nombre de

⁵⁵ Agence métropolitaine de transport (AMT), *Enquête origine-destination (O-D) 2003 Faits Saillants*, réalisée conjointement avec le ministère des Transports du Québec, les sociétés de transport de la RMR de Montréal et l'École Polytechnique, 2003., p. 17, [En ligne], http://www.cimtu.qc.ca/EnqOD/2003/Faits_saillants/Index.asp].

personnes en déplacement aux fins de travail. Le Tableau 5.8 présente la valeur moyenne d'une heure de retard pour une personne dont le revenu moyen atteindrait 29 247 \$ en 2003⁵⁶.

Tableau 5.8 Valeur d'une heure de retard pondérée selon les motifs de déplacement, en 1998 et 2003 (\$ de 2003)

Motif	1998	2003
Domicile-travail	65 %	78 %
Affaires	6 %	3 %
Études	14 %	12 %
Autres	15 %	8 %
Total	100 %	100 %

Les valeurs horaires sont basées sur un revenu individuel moyen de 29 247 \$/an.

⁵⁶ Il est à noter que ces valeurs ont été estimées pour les automobilistes, car les usagers du transport en commun ne sont pas directement pris en charge sous le volet routier du Motrem 2003.

6 Conclusion

Depuis plus de dix ans, la congestion ne cesse d'augmenter dans la grande région de Montréal. Cette congestion entraîne des coûts socio-économiques de plus en plus importants. Lors des études antérieures, ils ont été évalués, en 1993 à 596 millions, en 1998 à 779 millions et, en 2003, ils atteignent 1,4 milliard de dollars.

Un calcul rétroactif des coûts de la congestion de 1998 à l'aide des paramètres de 2003 et de l'évolution des passagers-heures de retard a permis de conclure que, sur une même base, le coût socio-économique de la congestion aurait crû de 50 % de 1998 à 2003.

Les retards, ou temps additionnels de déplacement, représentaient 87,5 % des coûts de la congestion en 2003, ou 1 246 M\$. De ce montant, 906 M\$, soit 63,6 % du coût total de la congestion, étaient attribuables aux personnes qui font la navette entre leur domicile et leur lieu de travail ou d'étude. Ce montant de 906 M\$ correspond à la valeur du temps supplémentaire que ces personnes auraient pu consacrer à d'autres activités personnelles plutôt qu'à se déplacer.

La part du coût de la congestion directement attribuable à la charge des entreprises est beaucoup plus modeste, soit 106 M\$. Il s'agit pour l'essentiel des retards subis par les camionneurs et les automobilistes en situation de travail. Ce montant (106 M\$) ne représente qu'un très faible pourcentage de la valeur globale des biens et services produits dans la région de Montréal, soit à peine 0,1 % du produit intérieur brut régional de 2003, estimé à 112 G\$.

Les pertes socio-économiques dues à la congestion étaient aussi constituées, en \$ de 2003 :

- ◆ De frais additionnels d'utilisation des véhicules : 114 M\$;
- ◆ De dépenses additionnelles en carburant : 40 M\$ et 105,9 millions de litres de carburant;
- ◆ De coûts d'émissions additionnelles de polluants : 15 M\$ (5 976 tonnes de CO, 960 tonnes d'hydrocarbures et 324 tonnes de NO_x);
- ◆ De coûts d'émissions additionnelles de GES (257 kt d'équivalent CO₂).

La présente étude a permis d'établir que la période de pointe de l'après-midi a une incidence plus importante que celle du matin sur le coût de la congestion. Elle est en effet responsable de 53 % des coûts socio-économiques de la congestion.

Bibliographie

- AGENCE MÉTROPOLITAINE DE TRANSPORT (AMT). *Enquête origine-destination (O-D) 2003*, réalisée conjointement avec le ministère des Transports du Québec, les sociétés de transport de la RMR de Montréal et l'École Polytechnique, 2003, [En ligne], [<http://www.cimtu.qc.ca/EnqOD/2003/Index.asp>].
- BEIN, Peter *et al.* *British Columbia Vehicle Operating Costs*, Highway Planning and Policy Branch, British Columbia Ministry of Transportation and Highways, December 1996, 55 p.
- BELL, Kevin. *Valuing Emissions from Germiston Generating Project*, Convergence Research, Seattle, 1994.
- BOARDMAN, Anthony E., David H. Greenberg, Aidan R. Vining and David L. Weimer. *Cost-Benefit Analysis: Concepts and practice*, Third edition, Pearson Prentice Hall, 2006, 560 p.
- BOITEUX, Marcel. *Transports : choix des investissements et coût des nuisances*, Commissariat général du plan, 2001, 323 p., [En ligne], [www.ladocumentationfrancaise.fr/rapports-publics/014000434/index.shtml].
- BUREAU OF TRANSPORT AND REGIONAL ECONOMICS (BTRE). *Estimating urban traffic and congestion cost trends for Australian cities*, Working paper 71, BTRE, Canberra ACT., 2007, 161 p.
- CONFÉRENCE EUROPÉENNE DES MINISTRES DES TRANSPORTS (CEMT). *Managing Urban Traffic Congestion: Summary Document*, [En ligne], [www.forumvaleo.com/files/CongestionSummary.pdf].
- COMMITTEE ON URBAN TRANSPORTATION ECONOMICS AND POLICY (CUTEP). *Guide to Transportation Benefit-Cost Analysis*, American Society of Civil Engineers, 2001, [En ligne], [http://ceenve.calpoly.edu/sullivan/cutep/cutep_bc_outline_main.html].
- DE LAPPARENT, Matthieu. *De la valeur du temps à la valeur du risque de perte en temps dans les transports : le cas des déplacements domicile-travail*, Thèse de doctorat, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 2004, 191 p., [En ligne], [www.ajd.umontreal.ca/source-pdf/AJD-81%20Lapparent%20October%202004.pdf].
- Delcan, iTrans et ADEC. *Costs of Congestion in Canada's Transportation Sector*, prepared for Transport Canada, Sustainable Development Branch, 2005, 139 p.

DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT, FOOD AND RURAL AFFAIRS (DEFRA). *Air Quality Damage Cost Guidance*, Interdepartmental Group on Costs and Benefits, Interim Guidance, 2006, 16 p., [En ligne], [www.defra.gov.uk/environment/airquality/panels/igcb/guidance/pdf/damagecost-guidance.pdf].

DIRECTION DE LA SANTÉ PUBLIQUE. Agence de la santé et des services sociaux de Montréal, Rapport annuel 2006 sur la santé de la population montréalaise, *Le transport urbain, une question de santé*, ISBN 2-89494-491-X (PDF), 133 p.

FANG, Bingson and Xiaoli Han. *Relating Transportation to GDP: Concepts, Measures and Data*. MacroSys Research and Technology, 2000, [En ligne], [www.ajd.umontreal.ca/source-pdf/nouveau/AJD-41-Fang-Han-4-December-2000.pdf].

FERLAND, Anne-Marie. *Guide de l'analyse Avantages-Coûts des projets publics en transport*, Service de l'économie et du Plan directeur en transport, Direction de la planification, MTQ, 2007, 3 parties. [http://www1.mtq.gouv.qc.ca/fr/banque_pub/requetedetail.asp?nodoc_=3065]

FOUR, Sylvain, Céline Guivarch et Xavier Lafon. *Marché des déplacements interrégionaux et internationaux des voyageurs : La valeur du temps*, École nationale des ponts et chaussées, 2004.

Global Change Strategies International (GCSI) and RWDI West Inc. *Air Quality and Greenhouse Gas Emission Benefits of the Richmond Airport Vancouver Rapid Transit Project*, 2003, 46 p, [En ligne], [www.llbc.leg.bc.ca/public/PubDocs/bcdocs/406939/Air_qualityandgreenhouse_gas.pdf].

HATZOPOULOU, Marianne, Bruno Santos and Eric J. Miller. *Developing Regional 24-hour Profiles for Link Based, Speed-Development Vehicle Emissions and Zone-Based Soaks*, 87th Annual Meeting of Transportation Research Board, January 13-17 2008, Washington DC, on the topic of Transportation and Air Quality (ADC20), Annual Meeting TRB2008, [CD-ROM], 22 p.

HENSHER, David A. "Measurement of the Valuation of Travel Time Savings", *Journal of Transport Economics and Policy*, Volume 35, Part 1, January 2001, p.71-98.

HIGHWAY ECONOMIC REQUIREMENTS SYSTEM (HERS). [En ligne], [<http://www.fhwa.dot.gov/infrastructure/asstmgmt/hersindex.cfm>].

HOROWITZ, Alan J. and A. Nick Thompson. *Evaluation of Intermodal Passenger Transfer Facilities*, Center for Urban Transportation Studies, 1994, [En ligne], [<http://www.uwm.edu/~horowitz/intermodal.html>].

- JONES, Joseph Konrad *et al.* *Modèle d'évaluation des impacts des travaux routiers sur les coûts aux usagers de la route*, École Polytechnique, Laboratoire de circulation et de sécurité, 2002.
- Les Conseillers ADEC inc. *Évaluation des coûts de la congestion dans la grande région de Montréal*, Rapport final, 22 novembre 1997, 63 p.
- LITMAN, Todd. "Land Use Impact Costs of Transportation", in *World Transport Policy & Practice*, Vol. 1, N° 4, 1995, p. 9-16.
- LITMAN, Todd. 2007. *Transportation Cost and Benefit Analysis – Air Pollution*, Victoria Transportation Policy Institute, 22 p., [En ligne], [www.vtpi.org/tca/tca0510.pdf].
- MACKIE, P.J., M. Wardman, A.S. Fowkes, G. Whelan, J. Nellthorp and J. Bates. *Values of Travel Time Savings in the UK – Summary Report*. Institute for Transportation Studies, University of Leeds in Association with John Bates Service, ITS working paper, January 2003, p. 561-566.
- MARTIN, Fernand. *La vie humaine a-t-elle une valeur économique?* Département de sciences économiques, Université de Montréal, 2003, 22 p., [En ligne], [www.sceco.umontreal.ca/liste_personnel/files/vie_humaine.pdf].
- MASSIANI Didier Jérôme. « La valeur du temps en transport de marchandises », revue *La recherche*, Janvier 2004.
- MCKEAN, John, Donn M, Johnson, Richard G. Walsh. "Valuing Time in Travel Cost Demand Analysis: an Empirical Investigation", *Land Economics*, Vol. 71, N° 1, February 1995, p. 96-105.
- MILLER, T. *The Value of Time and the Benefits of Time Savings: A literature Synthesis and Recommendations of Values for Use in New Zealand*, The Urban Institute, Mars 1989.
- MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC (MTQ). *Évaluation de la congestion routière dans la région de Montréal*, rédigé par Louis Gourvil et Fannie Joubert, Collection Études et recherches en transport — RQ-04-01, ministère des Transports du Québec, 2004, 123 p.
[http://www1.mtq.gouv.qc.ca/fr/banque_pub/requetedetail.asp?nodoc_=2608]
- MINISTÈRE DU REVENU DU QUÉBEC. *Table des retenues à la source d'impôt du Québec*, document en vigueur le 1^{er} janvier 2004, [En ligne], [<http://www.revenu.gouv.qc.ca/fr/ministere/index.asp>].

MINISTÈRE DU REVENU DU QUÉBEC. *Guide de l'employeur : Retenues à la source et cotisations*, 2003, 71 p., [En ligne], [http://www.revenu.gouv.qc.ca/fr/formulaires/tp/tp-1015_g.asp].

NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM (NCHRP). *Report 463 – Economic Implications of Congestion*, Transportation Research Board, Nation Academy Press, Washington D.C., 2001, 55 p.

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE (OCDE). *Le temps et les transports : Table Ronde 127, 3-4 décembre 2003*, [En ligne], [<http://www.cemt.org/JTRC/EconomicResearch/RoundTables/Conclusions/indexfr.htm>].

RÉGIE DE L'ÉNERGIE. [En ligne], [http://www.regie-energie.qc.ca/energie/petrole_tarifs.html].

ROTHENGATTER, W. *Evaluation of infrastructure investments in Germany*, Institute for Economic Policy and Research, University of Karlsruhe, Germany Transport Policy, July 2000, p. 17-25.

SCHIPPER, Lee, Maria Cordeiro, Wei-Shiuen NG. *Measuring the Carbon Dioxide Impacts of Urban Transport Projects in Developing Countries*, 2007, 87th Annual Meeting of Transportation Research Board, January 13-17 2008, Washington DC, on the topic of Transportation and Air Quality (ADC20), Annual Meeting, TRB2008 Annual Meeting, [CD-ROM], 17 p.

SMALL, Kenneth A. "Urban Transportation economics", in *Fundamentals of Pure and Applied Economics*, Vol. 5., Chur, Switzerland, Harwood Academic Publishers, 1992, p. 43-45.

SPIESS, Heinz and Dieter Suter. *Modeling the daily traffic flows on an hourly basis*, Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal, Septembre 1990, 11 p.

STATISTIQUE CANADA. *Indice des prix à la consommation annuel*, Montréal, Série V41695174.

STATISTIQUE CANADA. SCIAN 484 : *Rémunération totale moyenne annuelle pour le Québec*, Série 72-002-XIB 2001.

STERN, Sir Nicholas. *Review on the Economics of Climate Change*, HM Treasury, 2006, [En ligne], [www.sternreview.org.uk].

TABLE MÉTROPOLITAINE DE MONTRÉAL — EMPLOI-QUÉBEC. *Les industries du transport par camion (RMR de Montréal)*, 12 p., [En ligne], [www.table-metropolitaine.org/docs/Transportcamion_20040326.pdf].

TEXAS TRANSPORTATION INSTITUTE (TTI). *The 2007 Urban Mobility Report*, 2007, 49 p., [En ligne], [<http://mobility.tamu.edu/ums/report/>].

The Sheltair Group. *Greater Vancouver and Fraser Valley Air Quality Management Plan, Phase 2 Final report: Harmonized Measures for Reducing Greenhouse Gases and Air Pollution in the LFV*, prepared for GVRD, FVRD, BC Ministry of Water, Land and Air Protection, and Environment Canada, 2001.

US DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. *Memorandum: Revised Departmental Guidance, Valuation of Travel Time in Economic Analysis*, 1997, 12 p., [En ligne], [http://regs.dot.gov/docs/VOT_Guidance_Revision_1.pdf].

VICHERMAN, R. *Evaluation methodologies for transportation projects in the United Kingdom*, Center for European Regional and Transportation, University of Kent at Canterbury, Canterbury UK, Transport Policy, 7 January 2000, p. 7-16.

WATERS II, W. G., C. Wong, J. Evans, K. Megale, M. Imhof and P. Bein. *The Value of Time Savings for the Economic Evaluation of Highway Investments in British Columbia*, prepared for the BC Ministry of Transportation and Highways, 1992, 96 p.

WATKISS, Paul, Mike Holland, Fintan Hurley and Steve Pye. *Damage Costs for Air Pollution*, 2006, 34 p., [En ligne], [www.defra.gov.uk/environment/airquality/publications/stratreview-analysis/damagecosts.pdf].

ZAHAVI, Y, J.M. Ryan. "Stability of travel components over time", *Transportation research record*, n° 750, 1980a, p. 19-26.

ZAMPARINI, L., A. Reggiani. "Meta-Analysis and the Value of Travel Time Savings: A Transatlantic Perspective in Passenger Transport", in *New Spatial Economics*, 2007, p. 377-396.

Acronymes

ASCE	American Society of Civil Engineers
B	Bénéfices
BTRE	Bureau des transports et de l'économie régionale (gouvernement de l'Australie)
DOT	US Department of Transportation
GTA	Greater Toronto Area
HERS	Highway Economic Requirement System
HPMS	Highway Performance Monitoring System
MOTREM	Modèle de transport régional de Montréal
MTQ	Ministère des Transports du Québec
NCHRP	National Cooperative Highway Research Program
O-D	Origine-destination
PM	Matière particulaire
SMST	Service de la modélisation des systèmes de transport
TTI	Texas Transportation Institute
W	Rémunération horaire

Annexe

A. Évolution de l'encombrement 1998-2003 comparable

Tableau A.1 Véhicules-km (milliers) et véhicules heures 1998 par type de route, pointe du matin

	Montréal		Laval		Rive-Sud		Couronne nord		Couronne sud		Total	
	total	cong.	total	cong.	total	cong.	total	cong.	total	cong.	total	cong.
Véhicules-kilomètres (milliers)												
Autoroute	3 340	1 090	1 120	360	1 310	290	1 820	200	1 630	50	9 220	1 990
Artère	2 230	920	400	130	420	150	710	100	850	120	4 610	1 420
Total	5 570	2 010	1 520	490	1 720	430	2 530	300	2 480	170	13 820	3 400
Véhicules-heures												
Autoroute	62 900	18 600	21 500	6 900	26 000	10 300	22 100	2 300	19 700	3 000	152 200	41 100
Artère	73 800	18 700	13 100	3 600	15 300	6 300	14 500	1 500	17 100	2 000	133 800	32 100
Total	136 600	37 300	34 500	10 500	41 300	16 500	36 600	3 800	36 800	5 000	285 800	73 100

Tableau A.2 Variation des véhicules-km (milliers) et des véhicules heures de 1998 à 2003 comparable, par type de route, pointe du matin

	Montréal		Laval		Rive-Sud		Couronne nord		Couronne sud		Total	
	total	cong.	total	cong.	total	cong.	total	cong.	total	cong.	total	cong.
Véhicules-kilomètres (milliers)												
Autoroute	250	170	200	30	80	20	360	50	260	90	1 150	360
Artère	380	360	150	100	90	20	190	90	210	120	1 020	690
Total	630	530	350	130	180	40	560	140	470	210	2 190	1 050
Véhicules-heures												
Autoroute	11 200	7 100	8 500	5 200	3 300	1 900	6 300	1 900	4 100	900	33 400	17 000
Artère	21 100	9 000	7 100	3 200	4 200	2 000	6 600	2 300	7 500	2 200	46 500	18 700
Total	32 400	16 100	15 800	8 400	7 500	4 000	12 900	4 200	11 600	3 100	80 200	35 800

Tableau A.3 Véhicules-km (milliers) totaux, 1998 et 2003 comparable

	Montréal	Laval	Rive-Sud	Courette nord	Courette sud	Total
am98	5 570	1 520	1 720	2 530	2 480	13 820
am2003C	6 200	1 870	1 900	3 090	2 950	16 010
Variation totale 1998/2003	630	350	180	560	470	2190
Variation sur les artères	380	90	150	210	190	1020
2003/1998	11 %	23 %	10 %	22 %	19 %	16 %

Tableau A.4 Véhicules-heures totaux, 1998 et 2003 comparable

	Montréal	Laval	Rive-Sud	Courette nord	Courette sud	Total
am98	136 600	34 500	41 300	36 600	36 800	285 800
am2003C	169 000	50 300	48 800	49 500	48 400	366 000
Variation totale 1998/2003	32 400	15 800	7 500	12 900	11 600	80 200
Variation sur les artères	21 100	4 200	7 100	7 500	6 600	46 500
2003/1998	24 %	46 %	18 %	35 %	32 %	28 %