

## **Impacts sur la santé publique du projet de prolongement de l'autoroute 25 entre l'autoroute 440 et le boulevard Henri-Bourassa et solutions proposées**

**Mémoire présenté au Bureau des audiences publiques sur  
l'environnement par la Direction de santé publique de Montréal**

***Richard Lessard, M.D. – Directeur***

***Louis Drouin, M.D., M.P.H. – Responsable – Environnement  
urbain et santé***

***Norman King, M.Sc., Environnement urbain et santé***

***Patrick Morency, M.D., M.Sc., FRCP – Environnement urbain et  
santé***

***Nadine Sicard, M.D., M.Sc. Environnement urbain et santé***

***Avec la collaboration de Audrey Smargiassi, PhD., INSPQ***

***Lucie Lapierre, M.Sc. INSPQ***

**13 JUIN 2005**

## **Sommaire**

Le rôle de la Direction de santé publique (DSP) de Montréal est de contribuer à l'amélioration de l'état de santé de la population de l'île de Montréal. En raison des impacts négatifs sur la santé associés au transport routier, nous déposons le présent mémoire au Bureau des audiences publiques sur l'environnement (BAPE) concernant le prolongement de l'autoroute 25 afin de fournir un éclairage sur ces impacts et sur les bénéfices sanitaires des solutions alternatives possibles.

Selon l'enquête O-D, le parc automobile a continué de progresser plus rapidement que la population montréalaise. Cette dernière a augmenté de 3 % entre 1998 et 2003, et le parc automobile a augmenté de 10 % pour atteindre 1 839 000 véhicules en 2003. Pendant la même période on a observé une augmentation de 4,7 % du nombre de déplacements en automobile en période de pointe le matin.

Ces chiffres démontrent la place grandissante de l'automobile dans la région montréalaise, et en raison du trafic qui serait induit par le prolongement de l'autoroute 25, nous craignons que le nombre de déplacements en automobile augmente encore plus si ce prolongement est réalisé.

Depuis quelques années maintenant, la DSP de Montréal regarde de plus près les impacts suivants du transport automobile :

- La pollution de l'air tant au niveau local qu'au niveau régional
- Les gaz à effet de serre et les changements climatiques
- Les traumatismes routiers
- L'inactivité physique et ses conséquences sur la santé

Des études effectuées par la Direction de santé publique de Montréal en collaboration avec l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) démontrent que les gens qui vivent le long d'artères achalandées sont plus exposés à certains polluants reliés au transport (NO<sub>2</sub> et carbone élémentaire) et que les personnes âgées de 60 ans et plus vivant le long de ces artères sont plus à risque d'être hospitalisés pour problèmes respiratoires comparativement aux gens demeurant sur les rues plus tranquilles.

D'autres études portant sur l'ozone et les particules fines démontrent que ces polluants également reliés au transport sont responsables de plusieurs effets sanitaires à court terme tels l'augmentation des hospitalisations et des décès par maladie pulmonaire et cardiaque. Les effets d'une exposition à long terme à ces polluants comprennent une diminution de la croissance pulmonaire chez les enfants et l'augmentation de la mortalité par maladie cardiopulmonaire et par cancer pulmonaire. Une étude récente de Santé Canada suggère qu'il y aurait 1500 décès par année attribuable à la pollution atmosphérique à Montréal (400 reliés aux pics de pollution et 1100 reliés à une exposition chronique). En tenant compte des résultats d'études publiées en Europe, il est possible que la moitié de ces décès soit relié aux polluants émis par le secteur du transport.

Le transport est responsable aussi de l'émission de 47 % des gaz à effet de serre (GES) dans la région montréalaise, et les changements climatiques associés aux émissions des GES incluent une fréquence et une gravité accrues des périodes de canicule. De telles périodes sont associées à une augmentation des hospitalisations et des décès, notamment chez les personnes âgées souffrant de maladies chroniques.

Au cours du XXe siècle, les accidents de la route sont devenus une des principales causes de décès et de morbidité dans le monde, tuant ou blessant grièvement plus de 20 millions de personnes chaque année. Au Québec comme dans la région montréalaise, il y a beaucoup plus

de blessés de la route que de décès, et sur l'île de Montréal il y a 220 fois plus de blessés que de décès. Malgré une tendance vers la baisse du nombre de blessés de la route au début des années 1990, ce nombre a recommencé à augmenter plus récemment. De 1998 à 2003, le nombre annuel de blessés de la route a augmenté de 20% au Québec, alors que la population n'a augmenté que de 3 %.

Sur l'île de Montréal, il y a une concentration des collisions avec blessés dans les quartiers centraux de l'île de Montréal. La moitié des blessés de la route surviennent dans six arrondissements centraux. De plus, à Montréal, le quart (23 %) des piétons blessés sont des enfants de moins de 18 ans. Le taux de blessures dues à une collision est quatre fois plus élevé pour les enfants vivant dans les quartiers montréalais les plus pauvres; pour les jeunes piétons, ce taux est six fois plus élevé.

Enfin, l'augmentation du transport automobile se fait au détriment du transport actif et l'inactivité physique augmente le risque de développer de nombreuses maladies telles les maladies cardiovasculaires, l'obésité, le diabète de type II, une tension artérielle élevée et le cancer du colon et du pancréas. L'ajout à la capacité routière, tel que proposé par le prolongement de l'autoroute 25, est souvent associé à l'étalement urbain, et des études récentes suggèrent que l'étalement urbain diminue l'activité physique et augmente la probabilité de devenir obèse.

Il existe un consensus clair entre les acteurs socio-économiques et sanitaires concernant l'importance de diminuer l'impact des activités de transport sur l'environnement et sur la santé publique. Dans un premier temps, il importe de préciser que tout projet de développement en matière de transport devrait s'inscrire dans une approche de développement durable, c'est-à-dire « un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations à venir de répondre à leurs besoins ».

L'objectif principal du transport durable vise à diminuer le nombre de véhicules sur la route et de favoriser les moyens de transport alternatifs notamment le transport en commun et le transport actif. Des expériences vécues ailleurs démontrent les bénéfices qui découlent de l'atteinte de cet objectif (diminution de la pollution et des maladies associées, diminution du nombre de blessés de la route, diminution de la mortalité et de la morbidité chez ceux qui font du transport actif).

Il est clair pour nous que le prolongement de l'autoroute 25 ne nous permettra pas d'atteindre l'objectif visant à réduire le nombre de déplacements en automobile dans la région montréalaise. De plus, ce projet risque d'aggraver les problèmes de santé reliés au transport en raison de l'induction du trafic qui résulterait de ce projet et en raison de ses autres effets non désirés (ex. encouragement de l'étalement urbain).

Nous sommes d'avis qu'il est nécessaire d'examiner les autres alternatives qui s'offrent à nous pour diminuer les problèmes de congestion routière entre la Couronne Nord, Laval et l'île de Montréal. De façon plus spécifique, nous suggérons des alternatives suivantes en cohérence avec le schéma métropolitain d'aménagement :

- la complétion de la voie ferroviaire entre Mascouche, Terrebonne et le métro de Laval (gare inter-modale);
- la complétion de la voie ferroviaire entre L'Annonciation, Repentigny et l'Est de Montréal;
- une densification du Centre-ville de Laval;
- une intensification du développement orienté vers le transport collectif le long de ces nouvelles lignes de chemin de fer;
- l'intégration d'un réseau de pistes cyclables améliorant ainsi la mobilité urbaine
- une politique de covoiturage.

## Table des matières

<b>Sommaire</b> .....	<b>i</b>
<b>Table des matières</b> .....	<b>iii</b>
<b>1. Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Évolution du transport motorisé dans la région montréalaise</b> .....	<b>2</b>
<b>3. Induction des déplacements</b> .....	<b>3</b>
<b>4. Impacts du transport motorisé sur la santé publique</b> .....	<b>4</b>
4.1. La pollution de l'air engendrée par le transport .....	4
4.1.1 L'impact local.....	5
4.1.2 L'impact régional .....	5
4.1.3 Fardeau des maladies causées par la pollution atmosphérique .....	9
4.2 Les gaz à effet de serre et les changements climatiques .....	10
4.2.1 Les canicules.....	10
4.2.2 Autres impacts du réchauffement planétaire.....	11
4.3 Interactions entre les aéroallergènes biologiques, la pollution atmosphérique et les changements climatiques .....	11
4.4 Les traumatismes routiers .....	12
4.4.1 Le fardeau des blessures par accident automobile est très sous-estimé....	12
4.4.2 Le nombre de blessés augmente à nouveau .....	13
4.4.3 Il y a une grande dispersion des collisions et les blessés dans les quartiers centraux.....	14
4.4.4 À Montréal les piétons et les pauvres sont particulièrement touchés.....	16
4.4.5 L'influence de la vitesse et du volume de circulation.....	17
4.5 L'inactivité physique .....	17
4.5.1 L'étalement urbain et activité physique .....	17
<b>5. Les solutions</b> .....	<b>18</b>
5.1 Bref rappel des principes de développement durable en matière de transport... 18	
5.2 Quelles alternatives s'offrent à nous pour améliorer le transport entre la Couronne Nord de Montréal, Laval et Montréal ? .....	19
<b>6. Conclusion</b> .....	<b>20</b>
<b>7. Références</b> .....	<b>21</b>

## **1. Introduction**

Le rôle de la Direction de santé publique (DSP) de Montréal est de contribuer à l'amélioration de l'état de santé de la population de l'île de Montréal. Le directeur de santé publique a la responsabilité :

1. D'informer la population de l'état de santé général des individus qui la composent, des problèmes de santé prioritaires, des groupes les plus vulnérables, des principaux facteurs de risque et des interventions qu'il juge les plus efficaces, d'en suivre l'évolution et, le cas échéant, de conduire des études ou recherches nécessaires à cette fin.
2. D'identifier les situations susceptibles de mettre en danger la santé de la population et de voir à la mise en place des mesures nécessaires à sa protection.

Ces responsabilités amènent la DSP de Montréal à participer activement aux travaux organisés par le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE) concernant le prolongement de l'autoroute 25. Le but du présent mémoire est de partager avec le BAPE et le public nos préoccupations concernant les impacts sur la santé publique du projet de prolongement de l'autoroute 25 et de présenter brièvement quelques solutions alternatives qui se situent dans une perspective de développement durable.

## **2. Évolution du transport motorisé dans la région montréalaise**

Avant de présenter les différents impacts du transport sur la santé publique il est important de regarder l'évolution du transport motorisé dans la région montréalaise et d'évaluer par la suite l'impact prévisible du projet de prolongement de l'autoroute sur le trafic induit dans la région.

L'enquête Origine-Destination (O-D) est réalisée à tous les cinq ans depuis 1970 et elle porte sur les caractéristiques des déplacements, tous modes de transport confondus, qu'effectuent les personnes durant les jours ouvrables de semaine. Selon l'enquête O-D, le parc automobile a continué de progresser plus rapidement que la population montréalaise. Cette dernière a augmenté de 3 % entre 1998 et 2003, et le parc automobile a augmenté de 10 % pour atteindre 1 839 000 véhicules en 2003. Pendant la même période on a observé une augmentation de 4,7% du nombre de déplacements en automobile en période de pointe le matin.

Dans la région montréalaise, plus l'on s'éloigne du centre-ville plus les gens possèdent une automobile. En 2003, le taux de motorisation et la proportion des ménages motorisés sont plus élevés dans les banlieues comparativement aux quartiers centraux, tel qu'illustré au tableau 1.

**Tableau 1 Taux de motorisation et proportion de ménages motorisés; selon les résultats de l'enquête O-D 1998-2003; AMT, 2004**

<b>Secteur</b>	<b>Taux de motorisation par 1000 ménages</b>	<b>Proportion de ménages motorisés</b>
Centre-ville	441	37,1 %
Centre de Montréal	730	58,2 %
Est de Montréal	1013	74,5 %
Ouest de Montréal	1351	84,2 %
Laval	1156	90,4 %
Longueuil	1289	86,4 %
Couronne nord	1593	94,2 %
Couronne sud	1668	94,9 %

Il n'est donc pas surprenant de constater que la part modale des déplacements en transport collectif diminue en s'éloignant du centre de la métropole. Par exemple, alors que 39 % de la population montréalaise utilise les transport collectifs, cette proportion chute à 4 % pour la population des couronnes (AMT, 2003). Selon l'enquête O-D 2003, la majorité des nouveaux déplacements en transports en commun effectués en 2003 sont attribuables aux résidents de l'île de Montréal alors que la majorité des nouveaux déplacements effectués en automobile sont attribuables aux résidents des couronnes.

Ces quelques chiffres illustrent la place grandissante de l'automobile dans la région de Montréal. En raison des impacts sur la santé publique du transport automobile que nous présenterons au chapitre 4, nous croyons qu'il faut renverser ces tendances. En raison du phénomène du trafic induit, nous craignons que le prolongement de l'autoroute 25 irait à l'encontre de cet objectif.

### 3. Induction des déplacements

Le Ministère des Transports du Québec (MTQ) donne la définition suivante de l'induction des déplacements (MTQ, 2002) :

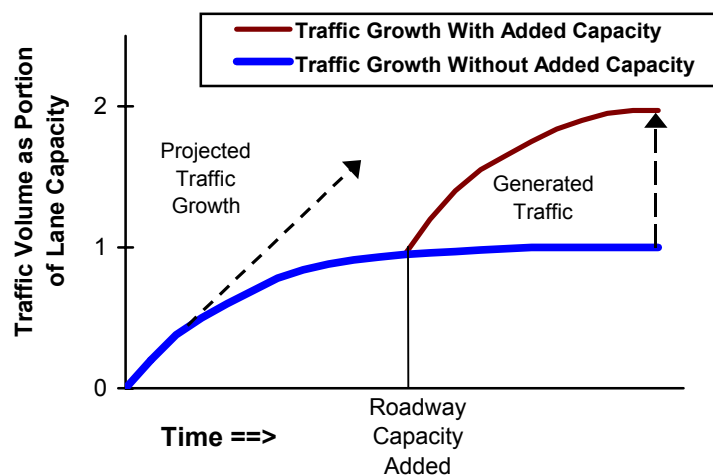
*L'apparition de nouveaux déplacements dans le système de transport résultant d'une amélioration de celui-ci.*

Le MTQ précise aussi que toute une collection de phénomènes entrent en jeu pour expliquer la croissance de la demande en transport, mais il affirme aussi que « *les changements dans l'offre du transport peuvent certainement entraîner des changements dans les schémas d'activités des gens ... et dans leur comportement de transport* ». Il ajoute plus loin que « *il est évident que l'évolution de l'offre de transport conditionne aussi les décisions des développeurs, des institutions et des entreprises quant à la localisation de leurs investissements immobiliers et de leurs places d'affaire, modulant ultimement l'offre de la localisation des activités pour les personnes* ». (MTQ, 2002a)

En raison de l'induction des déplacements qui pourrait résulter de l'amélioration de l'offre du transport automobile par le prolongement de l'autoroute 25, nous avons jugé nécessaire de consulter Monsieur Todd Litman, responsable du Victoria Transport Policy Institute, une organisation spécialisée en matière de recherche de solutions aux problèmes de transport.

Dans son document intitulé « *Induced Travel Impact Evaluation. Evaluating Impacts Of Increasing Roadway Capacity To The Island Of Montreal* », il précise qu'il faut tenir compte de l'impact d'une infrastructure autoroutière sur l'induction des déplacements pour analyser adéquatement ses impacts régionaux à long terme. Il explique que normalement les débits de circulation augmentent jusqu'au moment où la congestion se développe, limitant ainsi l'augmentation des débits. En ajoutant de la capacité routière, le trafic à l'heure de pointe augmente davantage et on constate souvent une augmentation globale des déplacements en automobile. Ce phénomène est illustré dans la figure 1 qui est basée sur la revue de littérature effectuée par Litman à notre demande.

**Figure 1** Induction du trafic (SACTRA, 1994; Litman, 2001, cités dans Litman 2005)



Selon Litman, le prolongement de l'autoroute 25 pourrait avoir plusieurs bénéfices à court terme (diminution de la congestion et du kilométrage parcouru dans la région), mais à long terme ces bénéfices de courte durée seront remplacés par des problèmes causés par l'induction des déplacements, la congestion des artères allant vers la ville centre et l'étalement urbain.

Les données sur des projets passés présentés par le MTQ dans le rapport de justification publié en avril 2001 tendent à confirmer l'évaluation de Litman. Selon ce rapport, la circulation a progressé de façon importante entre 1971 et 1996 sur les ponts de la Rivière des Prairies. Ces débits sont présentés au tableau 2.

**Tableau 2 Évolution des débits de circulation sur les ponts de la Rivière des Prairies, 1971 à 1996 ; MTQ, Rapport de justification, avril 2001**

Pont	Augmentation de débit entre 1971 et 1996
Charles-de-Gaulle (autoroute 40)	7,8 fois plus élevé
Médéric-Martin (autoroute 15)	Presque 3 fois plus élevé
Louis Bisson (autoroute 13)*	3,5 fois plus élevé

\* Pour l'autoroute 13, cette évolution couvre la période entre 1976 et 1996

De plus, le MTQ précise que l'ajout de voies sur les ponts des autoroute 15 et 13 au début des années 1990 a contribué à cette progression (MTQ, Rapport de justification, 2001).

C'est en raison des déplacements accrus en automobile et de l'étalement urbain qui risquent de résulter du prolongement de l'autoroute 25 que nous devons évaluer les impacts de ces phénomènes sur la santé publique afin de fournir notre avis sur ce projet autoroutier.

## **4. Impacts du transport motorisé sur la santé publique**

Le transport motorisé génère actuellement plusieurs impacts sur la santé publique. Depuis quelques années maintenant, la DSP de Montréal regarde de plus près les impacts suivants :

- La pollution de l'air tant au niveau local qu'au niveau régional
- Les gaz à effet de serre et les changements climatiques
- Les blessés de la route
- L'inactivité physique et ses conséquences sur la santé

Nous résumerons ici les connaissances scientifiques disponibles à l'heure actuelle pour ces différents impacts ainsi que les données sanitaires disponibles pour la région de Montréal.

### **4.1. La pollution de l'air engendrée par le transport**

Les principaux contaminants de l'air qui nous préoccupent en lien avec le transport sont les oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ) et les composés organiques volatils (COV) qui sont des précurseurs d'ozone et la matière particulaire, notamment les particules fines ( $\text{PM}_{2,5}$ ). Dans la région montréalaise, le transport est une source importante de ces polluants, étant responsable de 85 % des émissions des  $\text{NO}_x$  et de 43 % des COV (RMQA, 1998). Le bilan des émissions des  $\text{PM}_{2,5}$  n'est pas disponible à l'heure actuelle, mais au niveau du Québec le secteur du transport est responsable pour 17 % des émissions des  $\text{PM}_{2,5}$  d'origine humaine (Ministère de l'environnement 2005). Étant donné la densité de la circulation automobile à Montréal, il est clair que ce pourcentage est plus élevé à Montréal comparativement aux autres régions du Québec. À titre indicatif, le transport est la source de 30 % des particules totales en suspension dans l'air (qui inclut des  $\text{PM}_{2,5}$  et des particules de diamètre supérieur) dans la région montréalaise (RMQA, 1998).



Regardons brièvement les impacts sur la santé de ces polluants au niveau local et régional.

#### **4.1.1 L'impact local**

Une autre façon de tenter de comprendre l'impact de la pollution reliée au transport sur la santé publique est d'étudier la santé des populations qui vivent le long des artères achalandées. Par exemple, Hoek et collègues (2002) ont entrepris une étude de cohorte en Hollande chez près de 5000 personnes âgées entre 55 et 69 ans. Ils ont suivi ce groupe entre 1986 et 1994 et ils ont évalué l'impact de résider près des artères achalandées (moins de 100 mètres d'une voie rapide ou moins de 50 mètres d'une route urbaine majeure). En tenant compte de plusieurs variables confondantes, les auteurs ont observés que le risque relatif pour décès par maladie cardio-pulmonaire chez les personnes vivant à proximité d'une artère achalandée comparativement à celles résidant plus loin était de 1,95 (IC 1,08 à 3,48).

Smargiassi et collègues (2003) ont réalisé une étude pilote dans la région de Montréal afin de vérifier la variation temporelle et spatiale de différents polluants reliés au transport. Les auteurs ont mesuré les PM<sub>2,5</sub> et le NO<sub>2</sub> et ils ont estimé le niveau de carbone élémentaire (qui contiendrait surtout des particules ultrafines) à quatre sites ayant des débits de circulation différents. La concentration des PM<sub>2,5</sub> mesurée était assez uniforme aux quatre sites, mais l'étude a démontré un gradient d'exposition aux polluants reliés au transport, soit le NO<sub>2</sub> et le carbone élémentaire selon l'intensité du trafic. Ces résultats sont similaires à ceux d'autres études effectuées à Boston et à New York (Levy et collègues, 2001; Kinney et collègues, 2000).

Une autre étude effectuée par la même équipe de chercheurs (Smargiassi et collègues, 2005) évalue l'impact de ces niveaux différents de pollution en démontrant que les personnes âgées de 60 ans et plus vivant le long des routes achalandées sont plus souvent hospitalisés pour des problèmes respiratoires que les gens vivant sur des rues plus tranquilles (rapport de cote ajusté de 1,30). Une tel risque n'est pas observé pour d'autres types de problèmes de santé. De plus, les auteurs ont tenu compte de variables confondantes (ex. statut socio-économique) dans leur analyse. Ceci leur permet de conclure qu'à Montréal les niveaux des émissions polluantes provenant des véhicules peuvent être suffisants pour avoir un impact sur la santé respiratoire des personnes âgées.

En date du 23 mai de cette année, McConnell a présenté les résultats d'une nouvelle étude à la deuxième conférence internationale de la Société thoracique américaine. Cette étude démontre que les enfants vivant en proximité des routes achalandées (à 75 mètres ou moins) avaient plus de probabilité d'avoir des symptômes d'asthme que les enfants vivant plus loin (à plus de 300 mètres).

#### **4.1.2 L'impact régional**

Comme nous l'avons vu précédemment, le transport routier est à l'origine de plusieurs polluants atmosphériques, notamment les précurseurs d'ozone et les particules fines. Dans un premier temps, nous résumons les impacts sanitaires de ces polluants au tableau 3, et par la suite nous présentons les résultats de quelques recherches récentes de façon plus détaillée.

**Tableau 3 Impacts sanitaires de la pollution atmosphérique**

<b>Polluant*</b>	<b>Type de toxicité</b>	<b>Effets à court terme</b>	<b>Effets à long terme possibles</b>
Ozone	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Irritation des voies respiratoires</li> <li>• Induit une inflammation des bronches</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminution des fonctions pulmonaires</li> <li>• ↑ de la sévérité et de la fréquence des crises d'asthme</li> <li>• ↑ des hospitalisations et des visites à l'urgence pour maladies respiratoires</li> <li>• ↑ de la mortalité respiratoire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ de la fréquence de l'asthme (cause)</li> <li>• ↓ de la croissance des poumons chez les enfants</li> </ul>
Particules fines (PM <sub>2.5</sub> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toxicité variable selon la grosseur, la forme et la composition chimique</li> <li>• Peuvent agir sur le système cardiovasculaire (arythmies, ↑ de la viscosité sanguine, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ des hospitalisations, des visites à l'urgence pour maladies cardiovasculaires et respiratoires</li> <li>• ↑ de la mortalité cardiovasculaire et respiratoire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ de la mortalité par maladies cardiorespiratoires</li> <li>• ↑ de la mortalité par cancer pulmonaire</li> </ul>

\*Note : Ces polluants réagissent entre eux et avec la chaleur accablante

### Ozone

L'ozone (O<sub>3</sub>) résulte d'une réaction photochimique entre les NO<sub>x</sub> et les COV en la présence de la chaleur, ce qui explique pourquoi les niveaux d'ozone dans l'air sont plus élevés l'été. Ce gaz est un puissant irritant pour les yeux, le nez et les voies respiratoires supérieures lorsque rencontré à forte concentration. De plus, son pouvoir oxydant lui permet de réagir avec une grande variété de composantes cellulaires provoquant l'inflammation du tissu pulmonaire, la diminution des mécanismes de défense contre les infections et une altération des fonctions pulmonaires (Lavigne, RMQA, 1998).

En plus de ces effets toxiques, une exposition à l'ozone en milieu urbain peut avoir un impact sur la morbidité et la mortalité d'une population, tel que démontré par plusieurs études de série chronologique. Ce type d'étude permet d'associer l'évolution temporelle de la mortalité et de la morbidité dans une population urbaine avec le niveau d'exposition aux différents polluants. Elles permettent donc de vérifier les effets à court terme de la pollution atmosphérique.

Différentes études qui présentent des données montréalaises ont démontré des augmentations de 22 % des visites à l'urgence pour des problèmes respiratoires chez les personnes âgées de

65 ans et plus et de 4,3 % des hospitalisations pour problèmes respiratoires lors des périodes de pics des concentrations d'ozone (Delfino et collègues, 1997, Burnett et collègues, 1997).

D'autres études plus récentes démontrent des effets de l'ozone sur la santé respiratoire des enfants. En effet, les enfants sont particulièrement vulnérables aux effets de la pollution atmosphérique pour plusieurs raisons :

- leur système respiratoire et immunitaire sont encore en développement ;
- ils inhalent plus d'air (et donc plus de contaminants) par kg de poids corporel que les adultes, en raison de la structure de leurs poumons et de leur rythme respiratoire;
- ils passent plus de temps à jouer à l'extérieur que les adultes et sont donc plus exposés aux polluants (Schwartz, 2004; AAP, 2004).

Gent et collègues (2003) ont observé que lorsque les niveaux d'ozone étaient plus élevés, les enfants dont l'asthme était plus sévère avaient une plus grande probabilité d'avoir des symptômes. Thurston et Bates (2003) citent plusieurs autres études qui vont dans le même sens. L'exposition à l'ozone augmente la réactivité aux allergènes, ce qui pourrait expliquer ces observations.

Une autre étude suggère qu'une exposition à des niveaux élevés d'ozone peut aussi jouer un rôle dans le développement de l'asthme chez les enfants qui pratiquent des sports à l'extérieur. McConnell et collègues (2002) ont suivi 3535 enfants californiens sans antécédents d'asthme pendant 5 ans. Les enfants qui vivaient dans les communautés où les concentrations d'ozone étaient plus élevées et qui pratiquaient au moins 3 sports à l'extérieur étaient 3,3 fois plus à risque de développer de l'asthme que les enfants qui ne pratiquaient pas de sport. Ce résultat était statistiquement significatif et il suggère une interaction entre l'activité physique - qui augmente le taux respiratoire - et l'ozone. Mentionnons en terminant que les concentrations moyennes d'ozone sur 8 heures mesurées dans ces communautés étaient plus que deux fois plus élevées que les concentrations moyennes actuellement mesurées à Montréal.

### Les particules fines

La matière particulaire (PM) est en réalité un mélange de particules solides et de gouttelettes liquides de composition et de grosseur variables en suspension dans l'air (Brook et collègues, 2004). Elles sont classées selon leur diamètre. Les PM<sub>10</sub> sont des particules dont le diamètre est de 10µm ou moins, tandis que le diamètre des PM<sub>2,5</sub> est de 2,5 µm ou moins. Les particules dont le diamètre se situe entre 2,5 et 10 µm proviennent surtout de sources naturelles (ex. croûte terrestre, pollens, spores de moisissures) et des procédés physiques (ex. divers travaux de construction). Les PM<sub>2,5</sub> - aussi appelées particules fines - proviennent surtout des sources de combustion (chauffage, procédés industriels et transport).

Les effets toxiques des particules dépendent de leur taille. Celles dont le diamètre se situe entre 2,5 et 10 µm se déposent surtout dans les parties supérieures des voies respiratoires. Les PM<sub>2,5</sub> pénètrent plus loin, jusqu'aux alvéoles pulmonaires. Plus récemment, les chercheurs ont commencé à examiner les effets des particules ultrafines, les PM<sub>0,1</sub>, dont le diamètre égal ou inférieur à 0,1 µm permet de passer directement au système sanguin qui les transporte à travers le corps.

Les effets toxiques des particules dépendent aussi de leur composition. Les composantes les plus fréquemment identifiées sont des nitrates et des sulfates, des composés organiques volatils, du carbone élémentaire, des agents biologiques et divers métaux (ex. : fer, cuivre, nickel, zinc, etc.).

Plusieurs études ont été effectuées pour évaluer l'impact des particules sur la santé publique. Les effets les plus fréquemment rapportés sont les effets pulmonaires et cardiovasculaires. Les études examinent les effets à court terme (ex. : augmentation de la morbidité et de la mortalité lors de pics de pollution) et à long terme (ex. : excès de maladies cardiopulmonaires chez des résidents de villes où les niveaux de pollution sont élevés).

Par exemple, deux études de série temporelle de Goldberg et collègues (2001a, 2001b) effectuées à Montréal ont rapporté des excès de mortalité en lien avec une augmentation de la concentration des particules fines dans l'air extérieur.

La première étude (Goldberg, 2001a) évalue qu'une augmentation de concentration de  $100\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{PM}_{2.5}$  dans l'air extérieur serait associée à une augmentation de 12,2 % de mortalité pour toutes causes non accidentelles le lendemain d'une telle augmentation de pollution. Dans la deuxième étude, qui portait sur des causes spécifiques de mortalité, une augmentation de 6,4 % (IC 95 % : 0,97-12,02) de mortalité par maladie respiratoire chez les personnes âgées de 65 ans et plus était associée avec une augmentation de  $12,5\mu\text{g}/\text{m}^3$  des  $\text{PM}_{2.5}$  le jour précédent (Goldberg 2001b). Ces études ont tenu compte dans leur analyse des autres facteurs potentiellement impliqués (ex. : paramètres météorologiques, présence d'autres polluants).

Plusieurs auteurs ont étudié l'impact des particules sur les problèmes cardiovasculaires. Une analyse de l'ensemble des résultats a démontré une augmentation respective de 0,8 % et de 0,7 % des admissions hospitalières pour insuffisance cardiaque et pour maladie cardiaque ischémique pour chaque augmentation de  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{PM}_{10}$ . (Morris, 2001).

D'autres études visent à évaluer les impacts à long terme de la pollution atmosphérique. Des études de cohorte américaines effectuées depuis une dizaine d'années démontrent que les résidents des villes plus polluées sont plus à risque de mourir de maladies cardio-pulmonaire et de cancer pulmonaire comparativement aux résidents des villes moins polluées (Pope et collègues, 2002). Par exemple, l'étude la plus récente a démontré que chaque augmentation de  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  dans la concentration moyenne des particules fines dans l'air extérieur est associée avec une augmentation de 6 % du risque de mourir d'une maladie cardio-pulmonaire et de 8 % du risque de mourir d'un cancer pulmonaire. (Pope et collègues, 2002).

Gauderman et collègues (2004) ont effectué une étude prospective qui évalue la croissance pulmonaire chez les enfants. Ils ont constitué une cohorte de 1759 enfants âgés de 10 ans vivant dans 12 communautés différentes en Californie du sud, et ils les ont suivis jusqu'à l'âge de 18 ans. Les résultats de leur étude ont démontré un déficit dans la croissance pulmonaire associé avec les oxydes d'azote, les particules (10 et 2,5), le carbone élémentaire et la vapeur d'acide. Par exemple, dans les communautés où les niveaux de particules (10 et 2,5) étaient les plus élevés, le volume expiratoire forcé après une seconde ou  $\text{VEF}_1$  (une mesure du débit pulmonaire) était inférieur à 80 % de la valeur prédite pour leur âge et leur taille chez 10 % des enfants. Dans les communautés les moins polluées, seulement 1 % des enfants démontraient de telles baisses. Les auteurs sont particulièrement préoccupés par ces résultats en raison de l'impact à long terme. En effet, ils citent d'autres études qui démontrent qu'une baisse de la fonction pulmonaire est reliée à des problèmes de morbidité et de mortalité plus tard dans la vie.

#### **4.1.3 Fardeau des maladies causées par la pollution atmosphérique**

Afin d'aider les organisations responsables de l'élaboration de politiques publiques saines en matière de transport, les scientifiques doivent fournir des estimés du fardeau des maladies associées à la pollution atmosphérique (Kunzli et collègues, 2000, Yaffe, 2004). Il existe plusieurs estimés visant à quantifier ce fardeau. De tels estimés impliquent plusieurs sources d'incertitudes. Par exemple, les estimés peuvent varier selon le type d'effet mesuré (effets à court terme ou les effets à long terme). Le fardeau calculé dépendra aussi du niveau de pollution à partir duquel on fera les estimés de l'impact des augmentations, du type de relation dose-réponse (relation linéaire) et l'existence ou non d'un seuil en bas duquel il n'y pas d'effet sanitaire (Brunekreef et Holgate, 2002). Les données environnementales disponibles concernent habituellement une ville ou un secteur entier; des données personnalisées ne sont pas disponibles, ce qui constitue une autre faiblesse méthodologique. Aussi, les maladies affectées par la pollution ne sont pas spécifiques à la pollution, elles sont des conditions fréquentes touchant un grand nombre de personnes, l'identification de la fraction attribuable à la pollution n'est pas toujours évidente. Enfin, l'extrapolation de résultats d'une étude concernant une population précise à une population différente peut aussi être une source d'erreur (Yaffe, 2004).

Kunzli et collègues (2000) ont évalué le fardeau de la morbidité et de la mortalité relié à la pollution de l'air en France, en Suisse et en Autriche. La population de ces trois pays en 1996, l'année utilisée pour faire cette évaluation, se situait à 73 400 000 personnes. Tel qu'expliqué précédemment, la pollution de l'air est un mélange de plusieurs polluants, et les auteurs ont choisi les PM<sub>10</sub> comme indicateur de base pour faire leur analyse. À partir d'études épidémiologiques publiées dans la littérature scientifique ils ont développé une relation mathématique qui décrit l'impact sanitaire de la pollution à long terme selon le niveau d'exposition aux PM<sub>10</sub>. Ensuite, ils ont pris les données environnementales pour déterminer l'exposition moyenne annuelle de la population aux PM<sub>10</sub>. Enfin, ils ont évalué l'impact de la pollution de l'air sur la mortalité et plusieurs indicateurs de morbidité, ce qui a donné les résultats suivants :

- La pollution de l'air est responsable de 6 % de la mortalité totale pour ces 3 pays, soit 40 000 décès par année.
- De ce nombre, 20 000 décès sont attribués à la pollution générée par le transport, ce qui est le double des décès par traumatismes routiers dans ces 3 pays.
- En termes de morbidité, la pollution générée par le transport occasionnerait :
  - 25 000 nouveaux cas de bronchite chronique chez les adultes ;
  - plus de 290 000 épisodes de bronchite chez les enfants ;
  - plus de 500 000 crises d'asthme
  - plus de 16 000 000 journées-personnes d'activité restreinte.

Plus près de chez nous, le département de santé publique de la Ville de Toronto a évalué le fardeau sanitaire de la pollution atmosphérique chez les 2,5 millions de résidents de cette ville (Campbell et collègues, 2004). Toujours en appliquant les données provenant de la littérature épidémiologique aux données sanitaires et environnementales, les auteurs ont évalué les effets à court terme des gaz (ozone, bioxyde d'azote, bioxyde de soufre et monoxyde de carbone) et les effets à long terme des PM<sub>10</sub>. En tout, les auteurs estiment que la pollution de l'air est associée à plus de 1700 décès prématurés à chaque année, dont 518 reliés aux gaz (court terme) et 1268 aux PM<sub>10</sub> (long terme). De plus, ces polluants seraient responsables de plus de 6000 hospitalisations pour maladies respiratoires et cardiovasculaires à chaque année. Selon Pengelly

et collègues (2005), ces tendances iront en augmentant avec les années en raison de l'interaction entre la pollution photochimique et l'augmentation des températures associée aux changements climatiques.

Judek et collègues (2005) ont estimé la surmortalité liée à la pollution atmosphérique dans 8 villes canadiennes. Ils ont tenu compte des effets à court terme lors de pics de pollution, et des effets à long terme chez les gens exposés à la pollution atmosphérique sur une plus longue période. Selon ces auteurs, il y aurait 5900 décès par année attribuable à la pollution atmosphérique dans ces huit villes, dont un peu plus que 1500 à Montréal (400 reliés aux pics de pollution et 1100 reliés à une exposition chronique).

## **4.2 Les gaz à effet de serre et les changements climatiques**

Il existe maintenant un consensus dans le monde scientifique qui confirme que le réchauffement planétaire est un phénomène réel qui est largement attribuable aux activités humaines, notamment celles qui sont responsables de l'augmentation des gaz à effet de serre (GES) émis dans l'atmosphère (WHO, 2003). Dans la région de Montréal, le secteur du transport est responsable de 47 % des GES (RMQA, 1998), et les émissions de GES reliées au secteur du transport ont augmenté de près de 18 % entre 1990 et 2000 (Environnement Québec, 2004).

### **4.2.1 Les canicules**

Les données climatiques disponibles à l'heure actuelle démontrent que la dernière décennie a été la plus chaude depuis le milieu du 19<sup>e</sup> siècle, moment à partir duquel nous avons commencé à enregistrer les températures (WHO, 2003). Cette tendance vers le réchauffement aura comme impact une augmentation de la fréquence, de la durée et de l'intensité des canicules et pourrait être associée avec d'autres types de problèmes également.

La chaleur accablante peut avoir deux types de conséquences sur la santé, les effets directs et les effets indirects. Le coup de chaleur qui se produit quand le corps perd sa capacité de contrôler sa température (événement rare) est l'effet direct le plus dramatique, car il peut être mortel. Par exemple, en 2002 deux travailleurs ont été victimes de coup de chaleur mortel en faisant des tâches physiquement exigeantes en période de canicule. Les autres effets directs sont l'épuisement dû à la chaleur et les crampes de chaleur (Auger et Kosatsky, 2002).

Les problèmes indirectement attribuables à la chaleur sont plus fréquents. Ces problèmes résultent habituellement de l'exacerbation d'un état médical chronique chez les personnes âgées en période de canicule, notamment les affections cardiovasculaires, cérébrovasculaires, respiratoires, neurologiques et rénales. Les personnes vivant dans des îlots thermiques urbains où il y a peu de verdure et où les logements ne sont pas climatisés sont particulièrement à risque. Les personnes seules qui sont alitées ou incapables de prendre soin d'elles-mêmes sont aussi plus à risque que celles qui vivent avec d'autres personnes en mesure de les aider à s'hydrater en période de canicule (Auger et Kosatsky, 2002).

Mentionnons en terminant que la canicule importante en Europe à l'été 2003 a démontré l'effet dévastateur des périodes de chaleur accablantes. En effet, les autorités françaises de santé publique ont estimé que pour la période entre le 1 août et le 20 août 2003 il y a eu près de 15 000 décès de plus que le nombre normalement attendu pour cette période (Hémon et collègues, 2003). Les températures maximales à Paris ont dépassé les 35°C pendant plusieurs jours, et les températures minimales sont demeurées au-dessus de 23°C de façon quasi continue entre le 4

et le 12 août. La température minimale pour les 11 et 12 août n'a pas diminué en dessous de 25.5°C (Hémon et collègues, 2003).

#### **4.2.2 Autres impacts du réchauffement planétaire**

Les températures plus chaudes pourront accroître la distribution géographique de certains parasites (ex. des virus) transmis par les insectes. Ainsi, des vecteurs tels que des tiques, des moustiques et autres organismes pourraient atteindre le Québec en étendant vers le nord leur actuelle répartition géographique, ce qui veut dire que la transmission des virus qu'ils portent peut également atteindre le Québec.

Des scientifiques croient aussi que les températures plus chaudes peuvent augmenter la fréquence et l'intensité des phénomènes météorologiques violents comme les ouragans, les orages, les sécheresses et les inondations. La tempête du verglas au Québec est considérée comme un exemple de ce type de phénomène qui comporte de nombreux risques pour la santé, notamment des risques de blessures, de détresse psychologique et de mort.

#### **4.3 Interactions entre les aéroallergènes biologiques, la pollution atmosphérique et les changements climatiques**

Nous venons de voir l'impact sanitaire des polluants de l'air et des changements climatiques reliés aux GES. Plusieurs interactions sont possibles également. Par exemple, Thurston et Bates (2003) expliquent que l'exposition à l'ozone peut augmenter la réactivité aux allergènes, ce qui expliquerait l'impact d'une telle exposition sur l'asthme. D'autres auteurs suggèrent que les polluants atmosphériques réagissent avec les allergènes, les rendant encore plus allergènes (D'Amato et collègues, 2001). Enfin, Levetin et Van de Water (2001) mentionnent que des particules dans l'air peuvent s'attacher aux allergènes, facilitant leur pénétration pulmonaire.

Les changements climatiques peuvent aussi avoir un impact sur les concentrations d'allergènes dans l'air en raison de leur impact sur la croissance et le cycle reproducteur de la végétation, ce qui peut augmenter la prolifération de mauvaises herbes. En raison des printemps plus chauds la période de floraison de certaines espèces de plantes peut arriver plus tôt (D'Amato et collègues, 2001; Bernard et collègues, 2001) mentionnent aussi que la croissance fongique est favorisée à des températures plus élevées.

Tout effort visant à réduire les niveaux des polluants émis par les automobiles ou à diminuer l'impact des gaz à effet de serre sur les changements climatiques pourrait donc diminuer en même temps l'impact allergène des pollens et des spores de moisissures.

Enfin, l'augmentation des températures contribue également à l'augmentation de la concentration de plusieurs polluants atmosphériques. Par exemple, l'essence et les solvants se volatilisent davantage à des températures élevées augmentant ainsi la concentrations des composés organiques volatils (COV) dans l'air. La réaction photochimique entre les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) et les COV qui mène à la formation d'ozone est favorisée également par des températures élevées.

En d'autres mots, non seulement l'augmentation des températures est associée avec plusieurs problèmes de santé chez des personnes vulnérables; cette augmentation des températures contribue à l'augmentation de la concentration des polluants atmosphériques qui sont également associés avec des problèmes de santé chez ces mêmes personnes vulnérables.

#### 4.4 Les traumatismes routiers

Au cours du XXe siècle, les accidents de la route sont devenus une des principales causes de décès et de morbidité dans le monde, tuant ou blessant grièvement plus de 20 millions de personnes chaque année (OMS, 2003). Au Québec, le bilan routier dénombre environ 50 000 blessés par an, parmi lesquels environ 600 à 700 décèdent (SAAQ, 2001 ; SAAQ, 2003).

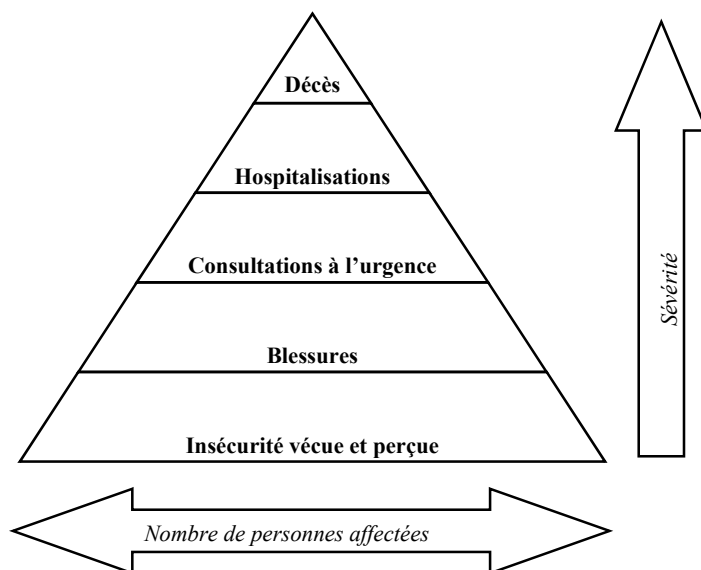
La planification en transport doit tenir compte des collisions routières et de la morbidité qui en résulte (Litman, 2003). Or, le fardeau des blessures par accident automobile est souvent très sous-estimé. Depuis quelques années, le nombre de blessés augmente à nouveau dans la région montréalaise. La situation dans les quartiers centraux, qui subissent une importante circulation de transit est particulièrement préoccupante. Chaque jour, en moyenne, 5 piétons sont blessés sur l'île de Montréal, ce qui représente près de la moitié (46 %) des piétons blessés sur les routes du Québec (SAAQ, 2003).

##### 4.4.1 Le fardeau des blessures par accident automobile est très sous-estimé

Il y a eu un déclin de la mortalité routière depuis une trentaine d'années malgré un accroissement concomitant des déplacements motorisés, ce qui constitue certes un certain succès (CDC, 1999 ; Richter et collègues, 2001). Par contre, un bilan qui se base uniquement sur la mortalité sous-estime grandement l'ampleur du problème car il ne reflète que la pointe de l'iceberg (figure 2) (Segui-Gomez, 2003).

Aujourd'hui, grâce aux progrès réalisés au niveau des soins médicaux, seule une minorité des personnes blessées dans une collision routière décèdent par suite des blessures, même parmi les personnes blessées gravement (Sampalis et collègues, 1999 ; Liberman et collègues, 2004). Sur l'île de Montréal, seulement 0.4 % des personnes blessées de 2001 à 2003 sont décédées (SAAQ, 2003).

**Figure 2 :** Pyramide des problèmes directement liés à la sécurité routière\*



\* Adapté de Segui-Gomez M, MacKenzie E.J. (2003). Measuring the public health impact of injuries; *Epidemiol Rev*, 25, 3-19.



#### 4.4.2 Le nombre de blessés augmente à nouveau

Au Québec comme dans la région montréalaise, il y a beaucoup plus de blessés de la route que de décès ; sur l'île de Montréal il y a 220 fois plus de blessés que de décès (SAAQ, 2003). Malgré une tendance vers la baisse du nombre de blessés de la route au début des années 1990, ce nombre a recommencé à augmenter plus récemment. De 1998 à 2003, le nombre annuel de blessés de la route a augmenté de 20 % au Québec, alors que la population n'a augmenté que de 3 %. Le tableau 4 démontre la grande augmentation du nombre de véhicules et de blessés de la route dans chacune des cinq régions administratives de la région montréalaise. La figure 3 illustre la plus grande augmentation du nombre de blessés dans les deux régions ayant connu la plus grande augmentation du nombre de véhicules, Laurentides et Lanaudière.

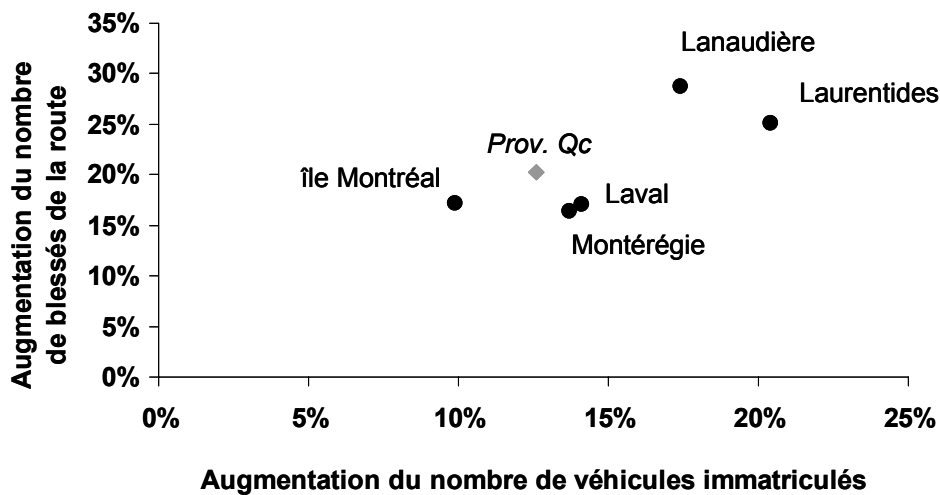
Tableau 4

Augmentation du nombre de véhicules et de blessés de la route (1998 à 2003)

<b>RÉGION</b>	<b>VÉHICULES</b>	<b>BLESSÉS</b>
<b>Montréal</b>	+ 76 267 (+10%)	+ 1 880 (+17%)
<b>Laval</b>	+ 27 939 (+14%)	+ 365 (+17%)
<b>Laurentides</b>	+ 63 530 (+ 20%)	+ 827 (+25%)
<b>Lanaudière</b>	+ 45 871 (+17%)	+ 802 (+29%)
<b>Province de Québec</b>	+ 567 073 (+13%)	+ 9 500 (+20%)

Source : SAAQ, 2003.

**Figure 3 :** Augmentation des véhicules et des blessés de 1998 à 2003.



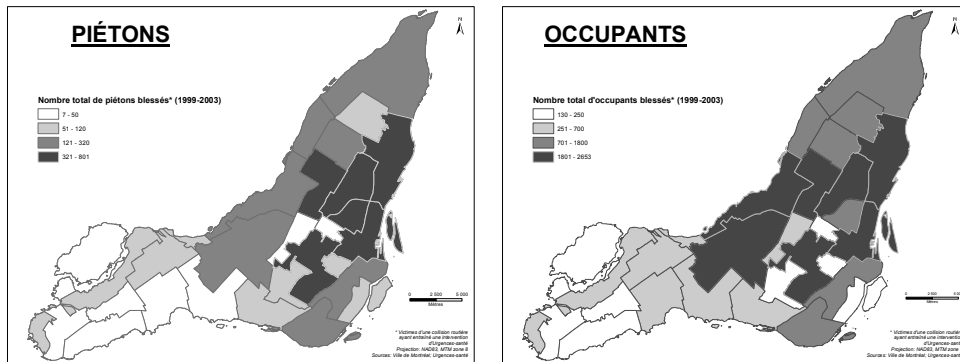
Source : SAAQ, 2003.

#### **4.4.3 Il y a une grande dispersion des collisions et les blessés dans les quartiers centraux**

Sur l'île de Montréal, il y a une concentration des collisions avec blessés dans les quartiers centraux de l'île de Montréal (figure 4). La moitié des blessés de la route surviennent dans six arrondissements centraux : Ville-Marie, Villeray, Hochelaga-Maisonneuve, Ahuntsic, Rosemont, Côte-des-neiges (Morency et collègues, sous presse).

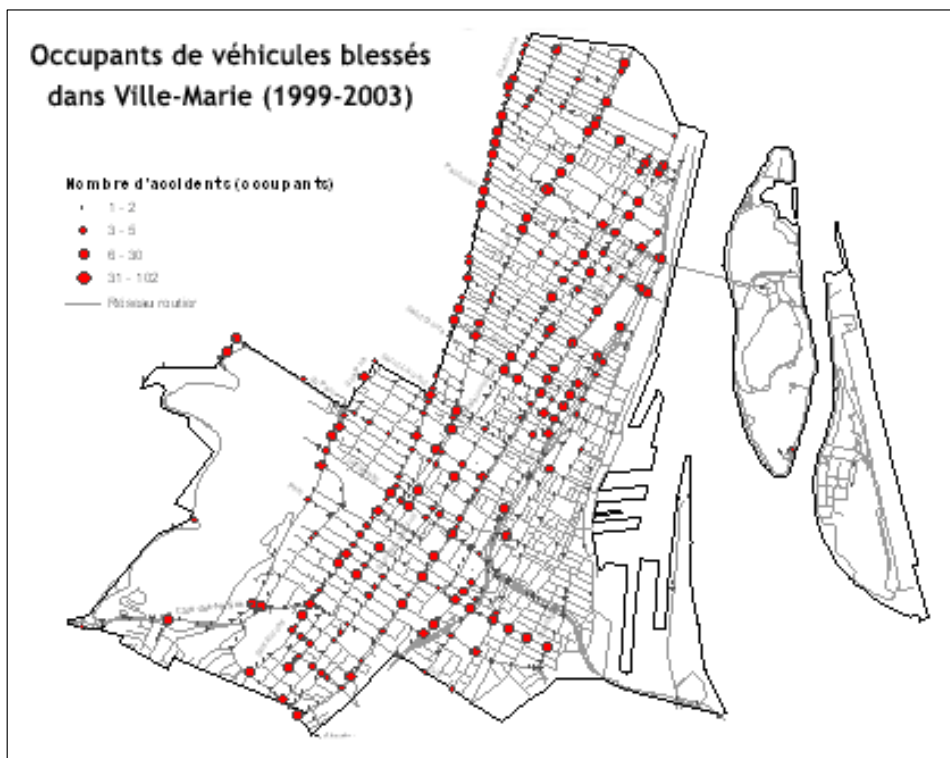
Dans chaque arrondissement, il y a une très grande dispersion des blessés de la route, puisque la majorité des blessés surviennent à des sites ne comptant que peu de blessés sur une période de cinq années (figure 5). Dans certains arrondissements, jusqu'à un quart des intersections comptent au moins un piéton blessé (Plateau Mont-Royal, 26 % ; Rosemont, 23 % ; Ville-Marie, 24 %, etc.), et jusqu'à un tiers des intersections comptent au moins un cycliste blessé (Plateau Mont-Royal, 35 % ; Ville-Marie, 27 % ; Rosemont, 23 %, etc.) (1999-2003) (Morency et collègues, sous presse).

**Figure 4 :** Répartition des piétons et des occupants blessés selon l'arrondissement (Montréal, 1999-2003).



Source : Morency et Cloutier, 2005.

**Figure 5 :** Dispersion géographique des occupants de véhicules à moteur blessés dans l'arrondissement Ville-Marie (1999-2003).



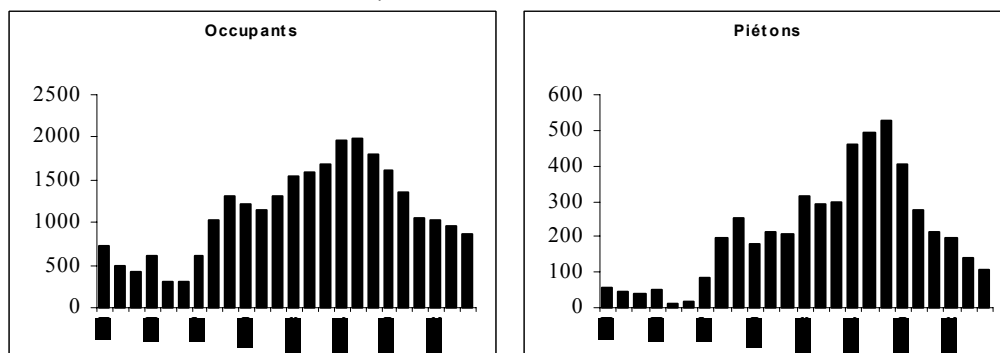
Source : Morency et Cloutier, 2005.

#### 4.4.4 À Montréal les piétons et les pauvres sont particulièrement touchés

Comme pour la majorité des problèmes de santé, la répartition des blessés de la route est liée à celle de la pauvreté. À Montréal, le quart (23 %) des piétons blessés sont des enfants de moins de 18 ans (Morency et collègues, sous presse). Le taux de blessures dues à une collision est quatre fois plus élevé pour les enfants vivant dans les quartiers montréalais les plus pauvres; pour les jeunes piétons, ce taux est six fois plus élevé (Dougherty et collègues, 1990). Les pauvres dépendent davantage de la marche et des transports en commun pour se déplacer (Chapleau, 1994), mais ils habitent davantage dans des quartiers et sur des rues à fort débit de circulation automobile, dans des zones où les limites de vitesse sont plus élevées, etc. (Gunier et collègues, 2003).

Dans les quartiers centraux de Montréal, près de la moitié des résidents ne possèdent pas de voiture (AMT, 2000). Les aménagements piétons y sont tout de même subordonnés au maintien de la fluidité de la circulation automobile de transit, particulièrement sur les artères principales et secondaires. Or, à Montréal plus de la moitié (56 %) des piétons sont victimes d'une collision sur une artère principale ou secondaire (respectivement 3 %, 28 %, 28 %, 23 % et 19 % sur les autoroutes, artères principales, secondaires, collectrices et les rues locales) (Morency, 2005). Pour les piétons, le risque d'être victime d'une collision est clairement associé à l'ampleur de la circulation automobile (Joly et coll., 1991a; Joly et coll., 1991b), ce qui est notamment illustré à Montréal par la distribution géographique des sites de collisions impliquant des piétons (Morency et collègues, sous presse). Sur l'île de Montréal, les « heures de pointes » liées à la fin de la journée de travail produisent le plus grand nombre de blessés, tant pour les piétons et les cyclistes que pour les motocyclistes et les occupants de véhicule à moteur (Figure 6; Morency et collègues, sous presse).

**Figure 6** : Répartition des blessés de la route, selon l'heure de la journée  
Montréal, 1999-2003).



#### **4.4.5 L'influence de la vitesse et du volume de circulation**

Le premier facteur impliqué dans l'occurrence des blessés de la route est le volume de déplacements effectués par les usagers de la route; selon l'OMS, pour améliorer le bilan routier il faut réduire l'exposition aux risques en diminuant le volume de la circulation automobile (Reden et collègues, 2004). Or, le parachèvement de l'autoroute 25 ne contribue en rien à cet objectif, bien au contraire. S'il devait y avoir un accroissement subséquent des déplacements automobiles, le parachèvement de l'autoroute 25 contribuerait à la détérioration du bilan routier à Montréal. Il faut aussi noter que la vitesse plus élevée sur une autoroute pourrait contribuer à augmenter le nombre de blessés sévères, par exemple à la jonction de l'autoroute avec les artères principales et secondaires (Marret, 1994).

#### **4.5 L'inactivité physique**

Tel que mentionné par Litman (2005), un des effets de l'augmentation de la capacité routière est une augmentation de l'étalement urbain, ce qui augmente l'utilisation de l'automobile comme moyen de transport au détriment des moyens de transport actif. Or, l'inactivité physique augmente le risque de développer de nombreuses maladies. Les personnes inactives ont presque deux fois le risque de souffrir de maladies cardiovasculaires, d'embonpoint ou d'obésité, elles sont plus susceptibles de développer un diabète de type II, une tension artérielle élevée, un cancer du colon ou du pancréas (USDHHS, 1996; WHO, 2002; Ewing et al., 2003). Dans les pays industrialisés, l'inactivité physique est, après le tabagisme, le facteur de risque causant le plus grand nombre d'années de vie perdues corrigées pour l'invalidité (AVCI); l'inactivité physique serait donc le deuxième facteur de risque le plus important pour la santé, après le tabagisme (Murray et Lopez, 1996)

En 2003, au Québec, 33 % des personnes âgées de 18 ans et plus faisaient de l'embonpoint alors que 14 % étaient considérées obèses avec un indice de masse corporelle  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup>. En somme, c'est 47 % de la population québécoise qui affiche un excès de poids (Mongeau et collègues, 2005)

Il est intéressant de remarquer que les pays où la part modale du transport actif est faible (États-Unis, Canada, Angleterre) sont les pays où les taux d'obésité sont les plus élevés, appuyant encore le lien entre l'inactivité physique et l'obésité. Le climat, la topographie des lieux et la culture peuvent certainement influencer l'utilisation de ce mode de transport mais il est probable que les politiques de transport et d'aménagement de ces pays, conjuguées au prix de l'essence, soient des facteurs d'explication très puissants (Lucie Lapierre, INSPQ, communication personnelle).

##### **4.5.1 L'étalement urbain et activité physique**

La relation entre l'étalement urbain et l'activité physique est un nouveau domaine d'étude, et selon Frumkin, Frank et Jackson (2004) les preuves disponibles à l'heure actuelle appuient l'existence d'une association entre l'étalement urbain et plus de conduite automobile, moins de marche et moins d'utilisation des transports collectifs.

Par exemple, Ewing et collègues (2003) ont étudié l'association entre l'étalement urbain et l'activité physique. Cette étude a démontré que le nombre de minutes consacrées à la marche en tant qu'activité physique de loisir varie directement selon l'indice d'étalement du comté. Les résidents des endroits plus compacts marchent davantage durant leurs loisirs que les résidents d'endroits moins compacts. La différence observée n'est pas très grande mais elle est néanmoins statistiquement significative. Par exemple, les résidents du comté le plus compact des États-Unis marchent 79 minutes de plus chaque mois que les résidents du comté le moins compact.

Frank et collègues (2004) ont effectué une étude pour évaluer l'impact de l'étalement urbain sur l'activité physique liée au transport et l'impact de cette dernière sur l'obésité. Les résultats de cette étude effectuée aux États-Unis ont démontré que la distance parcourue à pied, pour des déplacements de nature utilitaire, est associée de façon positive avec les trois variables de forme urbaine retenues pour l'étude (connectivité, densité résidentielle nette et mixité de fonctions) pour les personnes de race blanche. Les résultats de cette étude démontrent également que :

- chaque kilomètre marché diminue de 4,8 % la probabilité d'obésité;
- chaque heure passée dans un automobile par jour augmente la probabilité d'obésité de 6 %

## **5. Les solutions**

### **5.1 Bref rappel des principes de développement durable en matière de transport**

Il existe un consensus clair entre les acteurs socio-économiques et sanitaires concernant l'importance de diminuer l'impact des activités de transport sur l'environnement et sur la santé publique.

Dans un premier temps, il importe de préciser que tout projet de développement en matière de transport devrait s'inscrire dans une approche de développement durable, c'est-à-dire « un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations à venir de répondre à leurs besoins » (Commission des Nations Unies sur l'environnement et le développement; *Notre avenir à tous*; 1987).

Plus récemment, les ministres et représentants des États membres européens de l'OMS chargés de transports, d'environnement et de santé ont souligné l'importance de renforcer les efforts visant à réaliser un développement durable des transports en incorporant pleinement les impératifs sanitaires (Bureau régional de l'OMS pour l'Europe; *Charte sur les Transports, l'Environnement et la Santé*; 1999).

Pour Transports Canada et le Ministère des transports du Québec, le transport durable doit intégrer des principes sociaux ainsi que des facteurs économiques et environnementaux (Transports Canada; *Pour un réseau de transport durable*; mai 2000, Ministère des transports du Québec; *Des Transports au service du développement du Québec, Une perspective économique, sociale et environnementale*; avril 2000).

Enfin, en juin 2001, le gouvernement du Québec a rendu public le *Cadre d'aménagement et les orientations gouvernementales pour la région métropolitaine de Montréal 2001-2021* qui vise à entraîner l'agglomération montréalaise sur la voie d'un développement durable. Parmi les choix d'aménagement privilégiés par le gouvernement du Québec, mentionnons :

- une préférence pour le transport en commun pour le déplacement des personnes;
- une volonté d'infléchir une urbanisation mal contrôlée;
- une volonté d'infléchir l'augmentation des gaz à effet de serre.

L'objectif principal du transport durable vise à diminuer le nombre de véhicules sur la route et de favoriser les moyens de transport alternatifs notamment le transport en commun et le transport actif. En effet, l'atteinte de cet objectif aura un impact positif sur l'ensemble des impacts sanitaires du transport discutés dans le présent mémoire ainsi que sur la congestion. Ce dernier impact aura des retombées économiques positives et laissera plus de temps au gens pour vaquer aux activités nécessaires à leur santé et leur bien-être.

Certaines expériences vécues ailleurs démontrent clairement les effets bénéfiques sur la santé publique des mesures visant à diminuer le nombre de véhicules qui circulent sur les routes. Par exemple, pendant les Jeux Olympiques d'Atlanta en 1996, la municipalité a pris des mesures pour empêcher les véhicules de circuler vers le centre-ville. Les niveaux de plusieurs polluants, notamment l'ozone et les oxydes d'azote ont diminué de 7 % à 20 % par rapport aux niveaux habituellement rencontrés. En même temps, des chercheurs ont constaté une diminution de 42 % des visites à l'urgence et des hospitalisations pour asthme chez les enfants (Friedman et collègues, 2001).

Une panoplie de mesures environnementales visant à réduire le volume et la vitesse des voitures dans les quartiers résidentiels, regroupées sous le terme de mesures d'apaisement de la circulation (« traffic calming »), ont été démontrées efficaces pour réduire la fréquence des collisions et le nombre de blessés (Elvik, 2001, Association des transports du Canada, 2001). À l'origine, ces mesures ne visaient le plus souvent qu'une intersection ou un segment de rue en particulier mais les nouvelles générations de mesures visent plutôt à réduire globalement le volume et la vitesse de la circulation automobile (Ewing, 1999), ce qui correspond à l'objectif principal du transport durable mentionné précédemment.

Les bénéfices du transport actif ont également été démontrés dans d'autres pays. Anderssen et collègues (2000) au Danemark ont comparé le taux de mortalité entre ceux qui se rendaient au travail en bicyclette et ceux qui ne le faisaient pas. Ceux qui se rendent au travail en vélo ont un taux de mortalité générale de 0,72 comparativement à ceux qui ne le font pas, après ajustement pour l'âge, le sexe, le niveau d'éducation et d'autres facteurs physiologiques.

En Chine, on a démontré que les hommes et les femmes qui utilisent un mode de transport actif ont un plus faible taux de cholestérol total, LDL, concentration de triglycérides dans le sang et un taux plus élevé de HDL que les personnes qui se rendent au travail en autobus (Hu et al., 2002).

La marche demeure l'activité physique la plus accessible pour la population, car elle n'exige ni argent ni habiletés particulières. Une étude menée au Japon a évalué que les coûts médicaux diminuent de 13 % chez les personnes âgées entre 40 et 79 ans qui marchaient plus d'une heure par jour comparativement à celles qui marchent trente minutes et moins par jour (Tsuji et collègues, 2003). Le transport actif peut contribuer aux nombre de minutes de marche dans une journée.

## **5.2 Quelles alternatives s'offrent à nous pour améliorer le transport entre la Couronne Nord de Montréal, Laval et Montréal ?**

Les analyses effectuées par le Ministère des Transports du Québec démontrent qu'il existe un problème de congestion routière sur les ponts qui traversent la Rivière des Prairies. Ceci cause beaucoup de pertes de temps et engendre de la pollution atmosphérique et des GES. En conséquence, des solutions s'imposent.

Selon le MTQ, (Réponses aux questions, 2002b), le prolongement de l'autoroute 25 amènera une légère amélioration de la congestion automobile dans la région montréalaise et une légère diminution de la part modale du transport collectif pour la région. Ce dernier résultat escompté va à l'encontre des objectifs à atteindre selon les principes de développement durable présentés précédemment. Nous croyons aussi qu'il faut examiner des alternatives au prolongement de l'autoroute 25 qui auront des impacts positifs plus marqués sur la congestion des ponts enjambant la Rivière des Prairies et dans la région montréalaise en général, tout en étant bénéfiques pour la santé publique.

Litman (2005) nous encourage à considérer d'autres options également. Selon cet expert, il faut se demander si l'argent qui serait investi sur ce projet serait mieux utilisé dans le cadre d'autres projets qui tiennent compte des objectifs globaux de transport et d'aménagement urbain. De façon générale, les alternatives à la construction d'une nouvelle structure autoroutière sont (Litman, 2005) :

- amélioration du transport en commun, pour le rendre plus attrayant pour les usagers (voies prioritaires, service et confort accrus, diminution des tarifs, meilleure accessibilité aux arrêts d'autobus et aux stations du Métro, etc.)
- aménagement urbain orienté vers le transport collectif (ou transit oriented development, TOD)
- améliorations des pistes cyclables et piétonnes (accessibilité, sécurité, etc.)
- covoiturage et programmes employeurs
- campagnes de marketing
- politiques de stationnement et autres mesures fiscales.

De façon plus spécifique, nous suggérons des alternatives suivantes pour diminuer le problème de congestion sur les ponts qui traversent la Rivière des Prairies, et ce en cohérence avec le schéma métropolitain d'aménagement :

- La complétion de la voie ferroviaire entre Mascouche, Terrebonne et le métro de Laval (gare inter-modale);
- la complétion de la voie ferroviaire entre L'Annonciation, Repentigny et l'Est de Montréal;
- une densification du Centre-ville de Laval;
- une intensification du « Transit Oriented Development » le long de ces nouvelles lignes de chemin de fer;
- l'intégration d'un réseau de pistes cyclables améliorant la mobilité urbaine
- une politique de covoiturage.

## **6. Conclusion**

Le transport routier a plusieurs effets négatifs sur la santé publique, et selon nous le prolongement de l'autoroute 25 n'est pas la solution indiquée pour diminuer ces effets. Premièrement, un tel projet ne réduira pas le nombre de véhicules qui circulent sur les routes dans la région montréalaise, ce qui est un objectif important partagé par la DSP de Montréal et plusieurs de ses partenaires. De plus, ce projet risque d'aggraver les problèmes de santé liés au transport en raison de l'induction du trafic qui résulterait de ce projet et en raison de ses autres effets non désirés (ex. : encouragement de l'étalement urbain).

Nous sommes d'avis qu'il est nécessaire d'examiner les autres alternatives qui s'offrent à nous pour diminuer les problèmes de congestion routière entre la Couronne Nord, Laval et l'île de Montréal, et nous croyons que les investissements du gouvernement devraient favoriser ces alternatives.



## 7. Références

Agence métropolitaine du transport. 2004. *Enquête Origine-Destination 2003. Faits saillants*; 26 p.

Agence métropolitaine du transport. 2003. *Kyoto, une stratégie en transport des personnes pour la région métropolitaine de Montréal*, 31 p.

Agence métropolitaine de transport. 2000. *Enquête Origine-Destination 1998, la mobilité des personnes dans la région de Montréal*, 174 p.

American Academy of Pediatrics. 2004. Policy Statement, Ambient Air Pollution: Health hazards to Children; *Pediatrics*; vol. 114 (6), p. 1699-1704.

Andersen LB, Schnor P, Schroll M, Hein HO. 2000. All-cause mortality associated with physical activity during leisure time, work sports and cycling to work; *Arch. Intern Med*; vol. 160; p. 1621-1628.

Association des transports du Canada. 2001. *Guide canadien d'aménagement des rues conviviales*.

Auger N, Kosatsky T. 2002. *Chaleur accablante*; Direction de santé publique de Montréal; 34 p.

Bernard SM, Samet JM, Grambsch A, Ebi KL, Romieur I. 2001. The potential impacts of climate variability and change on air pollution-related health effects in the United States; *Env. Health Perspectives*, vol. 109, suppl. 2; p. 199-209.

Brook RD, Franklin B, Cascio W, Hong Y, Howard G, Lipsett M et collègues. 2004. Air pollution and cardiovascular Disease; *Circulation*; vol. 109; p. 2655-2671.

Brunekreef B, Holgate ST. 2002. Air pollution and health; *The Lancet*; vol. 360, p. 1233-1242.

Bureau régional de l'OMS pour l'Europe; 1999; *Charte sur les Transports, l'Environnement et la Santé*.

Burnett RT, Brook JR, Yung WT, Dales RE, Krewski D. 1997. Association between ozone and hospitalization for respiratory diseases in 16 Canadian cities; *Env. Res*; vol. 72; p. 24-31.

CDC. 1999. Motor-vehicle safety: a 20th century public health achievement. *MMWR*, vol. 48 (18), 1-369-373.

Chapleau R. 1994. Les pieds, les pauvres et le métro. *Routes et transports*, 24, 35-46.

D'Amato G, Liccardi G, D'Amato M, Cazzola M. 2001. The role of outdoor air pollution and climatic changes on the rising trends in respiratory allergy; *Resp. Med.*; vol. 95; p. 606-611.

Delfino R, Murphy-Moulton A, Burnett RT, Brook JR, Becklake MR. 1997. Effects of air pollution on emergency room visits for respiratory illnesses in Montreal, Québec, *Amer. J. Respir. Crit. Care Med*; vol. 155, p. 569-576.

Dougherty G, Pless B, Wilkins R. 1990. Social Class and the Occurrence of Traffic Injuries and Deaths in Urban Children. *Can.J.Public Health* 81, p204-209.

Elvik R. 2001. Area-wide urban traffic calming schemes: a meta-analysis of safety effects. *Accid Anal Prev*, 33, p. 327-336.

Environnement Québec. 2004. *Inventaire des émissions des gaz à effet de serre au Québec- 1990-2000* ; 11 pages.

Ewing R, Schmid TL, Killingsworth RE, Zlot A, Raudenbush S. 2003. Relationship between urban sprawl and physical activity, obesity, and morbidity. *American Journal of Health Promotion*; vol.18(1), p. 47-57.

Ewing R. 1999. *Traffic calming ; state of the practice*. Institute of transportation engineers, Federal highway administration.

Frank L, Andersen MA, Scmid TL. 2004. Obesity relationships with community design, physical activity and time spent in cars; *Am.J. Prev. Med*.

Friedman MS, Powell KE, Hutwagner L, Graham LM, Teague WG. 2001. Impact of changes in transportation and commuting behaviours during the 1996 summer Olympic Games in Atlanta on air quality and childhood asthma; *JAMA*, Vol. 285 (7); p. 897-905.

Frumkin H, Frank L, Jackson R. 2004. *Urban sprawl and public health*; Island Press

Gauderman WJ, Avol E, Gilliland F, Vora H, Thomas D, Berhane K et collègues. 2004. The effect of air pollution on lung development from 10 to 18 years of age. *N Engl J Med*. Vol.;351(11); p. 1057-67.

Gent JF, Triche EW, Holford TR, Belanger K, Bracken MB, Leaderer BP. 2003. Association of low-level ozone and fine particles with respiratory symptoms in children with asthma; *JAMA*, Vol. 290 (14); p. 1859-1867.

Goldberg MS, Burnett RT, Bailar JC, Brook J, Bonvalot Y, Tamblin R et collègues. 2001a. The association between daily mortality and ambient air particle pollution in Montreal, Québec, Non accidental mortality; *Env. Res*; A86; p. 12-25.

Goldberg MS, Burnett RT, Bailar JC, Brook J, Bonvalot Y, Tamblin R et collègues. 2001b. The association between daily mortality and ambient particle pollution in Montreal, Quebec. Cause-specific mortality; *Env. Research* A86; p. 26-36.

Gunier RB, Hertz A, Von Behren J, Reynolds P. 2003. Traffic density in California: socioeconomic and ethnic differences among potentially exposed children. *Journal of exposure analysis and environmental epidemiology*, vol. 13, p. 240-246.

Hémon D, Jouglé É, Clavel J, Laurent F, Bellec S, Pavillon G. 2003 . Surmortalité liée à la canicule d'août 2003 en France ; Bulletin d'épidémiologie hebdomadaire ; Vol. 45-46 ; p. 221-225.

Hoek G, Brunekreef B, Goldbohm S, Fischer P, Van der Brandt P. 2002. Association between mortality and indicators of traffic-related air pollution in the Netherlands: a cohort study; *The Lancet*; Vol. 360; p. 1203-1209.

Hu G, Pekkarinen H, Hanninen O, Tian H, Guo Z. . 2002 . Relation between commuting, leisure time physical activity and serum lipids in a Chinese urban population. *Annals of Human Biology*; Vol. 28(4), p: 412-21.

Joly MF, Foggin PM, Pless IB. 1991a. Geographical and socio-ecological variations of traffic accidents among children. *Soc Sci Med*, 33(7):765-769.

Joly MF, Foggin P, Pless I. 1991b. [Socioecological determinants of the risk of accidents in young pedestrians]. *Rev Epidemiol Sante Publique*, 39(4):345-351.

Judek S, Jessiman B, Steib D. 2005. *Estimation de la surmortalité causée par la pollution atmosphérique au Canada* ; Santé Canada ; 10 p.

Kinney P, Aggarwal M, Northbridge M, Janssen N, Shepard P. 2000. Airborne concentrations of PM<sub>2,5</sub> and diesel exhaust particles on Harlem sidewalks; *Env. Health perspectives*; vol. 108 (3), p. 213-218.

Kunzli N, Kaiser R, Medina S, Studnicka M, Chanel O, Filliger P et collègues. 2000. Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. *The Lancet*. 356(9232) p. 795-801.

Lavigne J. 1998. Ozone. Dans Regroupement montréalais pour la qualité de l'air, 1998; *Pollution atmosphérique et impacts sur la santé et l'environnement dans la grande région de Montréal*; p. 178-192.

Levetin E, Vande Water P. 2001. Environmental contributions to allergic disease; *Curr. Allergy and Asthma Reports*; vol. 1; p. 506-514.

Levy J, Houseman E, Spengler JD, Loh P, Ryan L. 2001. Fine particulate matter and Polycyclic aromatic hydrocarbon concentration patterns in Roxbury, Massachusetts: A community- based GIS analysis; *Env. Health Perspectives*, vol. 109 (4); p. 341-347.

Liberman M, Mulder DS, Lavoie A, Sampalis JS. 2004 . Implementation of a trauma care system: evolution through evaluation. *J Trauma* ; 56(6), p. 1330-1335.

Litman T. 2005. *Induced Travel Impact Evaluation. Evaluating Impacts of Increasing Roadway Capacity to the Island of Montreal*; 13 p.

Litman T. 2003. Integrating public health objectives in transportation decision-making. *Am J Health Promot*, 18(1):103-108.

Marret JL. 1994. *En vitesse ... ou en sécurité? Éléments de compréhension et pistes de réflexion..* Société de l'assurance automobile du Québec.

McConnell R, Berhane K, Gilliland F, London S, Islam T, Gauderman W, Avol E, Margolis H, Peters J. 2002. Asthma in exercising children exposed to ozone: a cohort study; *The Lancet*; vol. 359, p. 386-391.

Ministère des transports du Québec. 2002a. *L'induction des déplacements et le modèle de transport de la région de Montréal*; 27 p.

Ministère des transports du Québec. 2002b. *Prolongement de l'autoroute 25; Réponses aux questions et commentaires transmis par le ministère de l'Environnement*, 36 p.

Ministère des transports du Québec. 2001. *Prolongement de l'autoroute 25. Rapport de justification* ; 62 p.

Ministère des transports du Québec. 2000. *Des Transports au service du développement du Québec, Une perspective économique, sociale et environnementale*.

Ministère de l'environnement, du développement durable et des parcs. 2005. Le chauffage au bois. <http://www.menv.gouv.qc.ca/air/chauf-bois/index.htm>

Mongeau L, Aubin J, Odet N, Baraldi R, INSPQ et Institut de la statistique du Québec. 2005. *Le poids des Québécois 1987 à 2003*. En préparation.

Morency P. 2005. [Analyses de la répartition des blessés de la route sur le réseau routier montréalais]. Unpublished raw data.

Morency P, Cloutier MS. 2005. Distribution géographique des blessés de la route sur l'île de Montréal; cartographie pour les 27 arrondissements. Direction de santé publique de Montréal (*in press*).

Morris RD. 2001. Airborne particulates and hospital admissions for cardiovascular disease: a quantitative review of the evidence; *Env. Health Perspectives*; Vol. 109, suppl. 4, p. 495-500.

Murray C et Lopez A. 1996. *The global burden of disease : a comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries and risk factors in 1990 and projected to 2020*. Cambridge, Harvard University Press, (Global Burden of Disease and Injury Series, Volume 1).

Organisation mondiale de la santé. 2003. *Rapport sur la santé dans le monde 2003*.

Peden M, Scurfield R, Sleet D et collègues. 2004. *Rapport mondial sur la prévention des traumatismes dus aux accidents de la circulation*. Organisation mondiale de la santé, Genève.

Pengelly D, Cheng C, Campbell M. 2005. *Toronto public health: Influence of weather and air pollution on mortality in Toronto*; 30 p.

Pope CA, Burnett RT, Thun MJ, Calle EF, Krewski D, Ito D, Thurston RD. 2002. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution; *JAMA*, vol. 287 (9), p: 1132-1141.

Regroupement montréalais pour la qualité de l'air. 1998. *Pollution atmosphérique et impacts sur la santé et l'environnement dans la grande région de Montréal*, 355 p.

Richter ED, Barach P, Ben Michael E, Berman T. 2001. Death and injury from motor vehicle crashes: a public health failure, not an achievement. *Inj Prev* ; 7(3), p. 176-178.

Sampalis JS, Denis R, Lavoie A, Frechette P, Boukas S, Nikolis A, Benoit D, Fleischer D, Brown R, Churchill-Smith M, Mulder D. 1999. Trauma care regionalization: a process-outcome evaluation. *J Trauma*.;46(4):565-79; discussion p. 579-81.

Schwartz J. 2004. Air pollution and children's health; *Pediatrics*, vol. 113 (4), p. 1037-1043.

Segui-Gomez M, MacKenzie EJ. 2003. Measuring the public health impact of injuries. *Epidemiol Rev*, 25, p. 3-19.

Smargiassi A et collègues. 2005. Traffic intensity, dwelling value and hospital admissions among the elderly for respiratory diagnoses in Montreal (Canada): a case control study. Soumis pour publication.

Smargiassi A, Baldwin M, Berrada K. 2003. *Étude pilote de la variation spatiale des niveaux de particules associés au transport routier à une échelle locale à Montréal* ; Direction de santé publique de Montréal 30 p. et annexes.

Société de l'assurance-automobile du Québec. 2002. *Dossiers statistiques - accidents, parc automobile, permis de conduire : bilan 2001*.

Société de l'assurance-automobile du Québec. 2004. *Dossiers statistiques - accidents, parc automobile, permis de conduire : bilan 2003*.

Thurston G, Bates D. 2003. Air pollution as an underappreciated cause of asthma symptoms. *JAMA*, vol. 290 (14); p. 1915-1917.

Transports Canada. 2000. *Pour un réseau de transport durable*.

Tsuji I, Takahashi K, Nishino Y, Ohkubo T, Kuriyama S, Watanabe Y et collègues. 2003. Impact of walking upon medical care expenditure in Japan: the Ohsaki cohort study; *Int. J. Epi*; vol. 32; p. 809-814.

U.S. Department of Health and Human Services. 1996. *Physical Activity and Health: A Report of the Surgeon General*. Ed. Centers for Disease Control and Prevention Department of Health and Human Services. Atlanta, GA: U.S.: National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, 1-278.

WHO, UNEP, WMO. 2003. *Climate change and human health-Risks and responses*, 37 p.

World Health Organization (WHO). 2002. *A physically active life through everyday transport with a special focus on children and older people and examples and approaches from Europe*.

Yaffe B, Acting medical officer of health. 2004. *Air Pollution Burden of Illness in Toronto*; Toronto Public Health.