



Le **transport urbain**, une question de **santé**

Rapport annuel 2006

sur la santé de la population montréalaise



Une publication de la

**Direction de santé publique
Agence de la santé et des services sociaux de Montréal**

1301, rue Sherbrooke Est
Montréal (Québec) H2L 1M3
Téléphone : 514-528-2400
<http://www.santepub-mtl.qc.ca>

English version available upon request

Crédits

Direction scientifique et coordination

Louis Drouin
Patrick Morency
Norman King

Éditeur

Jean-Luc Moisan

Recherche et rédaction

Norman King
Patrick Morency
François Thérien
Lucie Lapierre (INSPQ)
Céline Gosselin
Louis Drouin

Collaborations

André Bergeron
Marie-Soleil Cloutier
Gilles Lavoie

Relecture

Louis Jacques
Tom Kosatsky
Michel Mongeon
Robert Perreault (CRE Montréal)
Michel Rossignol
Audrey Smargiassi

Conseillère rédaction

Solange Lapierre

Production et diffusion

Jo Anne Simard

Diffusion

Marie Pinard
Sylvie Audet
Johanne Boileau
Manon Girard
Manon Hudson
Blaise Lefebvre
Micheline Tremblay

Graphisme

Paul Cloutier

Infographie

Javier Valdés

Photographie

Javier Valdés
Paul Cloutier
Jean Bruneau
Richard Bergeron
Archives
de la STM
Getty Images
RSQA

Secrétariat

Jocelyne Ayotte

*Dans cette publication, l'emploi du masculin pour désigner
les personnes n'a d'autre fin que d'alléger le texte.*

© Direction de santé publique
Agence de la santé et des services sociaux de Montréal (2006)

Dépôt légal :
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
Bibliothèque et Archives du Canada

ISBN : 2-89494-490-X (version imprimées)
2-89494-491-X (PDF)

Prix : 35\$



TABLE DES MATIÈRES

Abréviations	6
Mot du directeur	7
Chapitre 1 – Évolution des tendances en matière de transport	11
La situation montréalaise	13
La démographie	14
La mobilité à la hausse	15
Chapitre 2 – Le transport : pollution et santé	19
Bref portrait de la qualité de l'air à Montréal	21
L'impact des contaminants provenant du transport	24
La pollution à proximité de voies à grande circulation	25
Les effets nocifs de l'ozone	25
Les effets de la matière particulaire	26
Les impacts à long terme	28
Les enfants plus vulnérables que les adultes	28
Fardeau de la pollution atmosphérique sur la santé	30
Gaz à effet de serre et changements climatiques	33
Les impacts de la canicule	34
Interactions avec les aéroallergènes biologiques	35
La pollution sonore	36



Chapitre 3 – Le bilan de la route, un lourd fardeau	43
Les conséquences des accidents	44
L’une des grandes causes de décès chez les jeunes	45
Des milliers d’hospitalisations	46
Des blessés de la route par dizaines de milliers	47
Les piétons : des usagers très vulnérables	48
Fardeau économique des traumatismes routiers	50
Les facteurs en cause	52
À la base : l’énergie du véhicule	52
Des comportements à risque	52
Des véhicules améliorés... pour qui ?	54
Le volume de la circulation et des déplacements automobiles	55
L’environnement physique, dangereux ou protecteur ?	58
Le rôle de la réglementation	58
Le rôle de l’industrie	59
L’amélioration des services de santé	60
Des tragédies évitables	60
Chapitre 4 – Le transport actif et la sédentarité	67
Impacts de la sédentarité	69
Le fardeau économique	69
Obésité et embonpoint : la moitié des Québécois	69
La pratique d’activité physique	71
L’activité physique de loisir	71
Le transport actif : se déplacer à pied ou à vélo	72
Le transport actif et l’obésité	74
L’aménagement urbain exerce un rôle déterminant	75
D’autres facteurs qui favorisent le transport actif	78
Les distances à parcourir	78
La sécurité sur le trajet	80
Aller à l’école à pied	81
Les bénéfices à long terme du transport actif	82



Chapitre 5 – Transport et exclusion sociale, une problématique méconnue	89
Prédominance de l’automobile.....	91
Une définition de l’exclusion sociale.....	92
Transport et exclusion : une hypothèse étayée.....	92
Les dimensions du déficit d’accessibilité	93
Les conséquences d’un déficit d’accessibilité	94
La situation montréalaise	94
Des questions à explorer	96
Chapitre 6 – Amorcer un virage vraiment durable	101
Réduire la pression de l’automobile.....	102
50 % de transport en commun et de transport actif en 2020.....	103
Financement accru du transport en commun.....	104
Dissuader le recours à l’automobile.....	107
Des mesures fiscales pour améliorer la compétitivité du TEC	107
L’aménagement urbain : intervenir en amont	108
Pour un Montréal qui pédale et qui marche	110
L’apaisement de la circulation	112
Éducation et marketing social.....	112
Miser sur Allégo.....	113
Réduire les émissions polluantes du parc automobile	114
Chapitre 7 – Leadership et mobilisation, des conditions de réussite	119
Un consensus montréalais à bâtir	121
Un leadership politique d’abord montréalais	122
Un rôle central pour le maire de Montréal et les élus municipaux.....	123
Une collaboration à réinventer avec le gouvernement du Québec	124
Un appui concret des autorités fédérales.....	125
Épilogue	127
Liste des figures	131

Pollution

transport urbain

2

Le transport :
pollution et **santé**



transport urbain

santé

CHAPITRE 2

Le transport : pollution et santé

Les trois grandes sources de pollution atmosphérique et de gaz à effet de serre (GES), il importe de le souligner, ce sont l'industrie, le chauffage et le transport. À lui seul, le transport est à l'origine de plusieurs types de contaminants de l'air qui préoccupent les organismes de protection de la santé, en raison de leur impact sur la santé, à savoir les oxydes d'azote (NO_x), les composés organiques volatils (COV) et la matière particulaire (PM), pour ne nommer que les principaux.

La contribution du secteur du transport aux émissions de ces polluants et des GES varie selon le contaminant considéré et selon qu'il s'agit du milieu urbain ou rural. Dans l'ensemble, on constate que le transport constitue une source majeure dans la plupart des cas, mais à un degré plus élevé en milieu urbain (figure 6).

Figure 6

La part du transport dans la pollution atmosphérique

	Québec	Région métropolitaine (1994)
NO_x^*	85 % (2000)	85 %
COV*	39 % (2000)	43 %
PM	17 % (2000)	30 %
GES	37 % (2003)	47 %

* Ces contaminants sont des précurseurs d'ozone.

Source : *Développement durable, Environnement et Parcs Québec, 2006, Regroupement montréalais pour la qualité de l'air, 1998*

Deux de ces contaminants, les NO_x et les COV, sont des précurseurs d'ozone, c'est-à-dire que, réagissant sous l'effet du rayonnement solaire et de la chaleur (par réaction photochimique), ils



produisent de l’ozone. Une large part de ces précurseurs étant attribuable aux transports, ce secteur contribue donc de façon très marquée à la formation de l’ozone. Or, parmi les polluants atmosphériques, l’ozone est particulièrement à surveiller en raison de ses conséquences sur la santé. Quant aux gaz à effet de serre (GES), qui sont en cause dans les changements climatiques, le transport en est aussi l’une des principales sources. Les impacts sur la santé des changements climatiques seront examinés plus loin, de même que les effets du bruit sur la santé, autre problème engendré par le transport.

Bref portrait de la qualité de l’air à Montréal

Premier élément à considérer, le smog, qui se manifeste sous la forme d’une brume, est un mélange de substances nocives qui contaminent l’air. Ses composantes principales ayant un impact sur la santé sont l’ozone et les particules fines d’un diamètre² inférieur à 2,5 µ, aussi nommées PM_{2,5}. Chaque fois qu’Environnement Canada prévoit qu’un de ces contaminants dépassera les critères acceptables, l’organisme émet un avertissement de smog.

Depuis la fin des années 1970, plusieurs mesures visant à diminuer l’émission des polluants ont été prises. Grâce au

contrôle plus strict des émissions des industries et des véhicules, le taux de plusieurs contaminants a fléchi dans la région montréalaise (ex. : NO_x, COV), mais sans toutefois empêcher la concentration de l’ozone d’augmenter.

Pour ce qui est de l’évolution de la concentration des PM_{2,5} dans la région, elle est mal connue, car on ne mesure ces particules que depuis quelques années. Pour combler cette lacune, en partie au moins, on fait appel à des données canadiennes qui démontrent, dans 11 centres urbains, une certaine baisse entre les années 1980 et le milieu des années 1990, suivie d’une stabilisation. Au Québec, toutefois, si l’on compare l’année 2003 avec les quatre années précédentes, on observe une hausse de 13 % de la concentration moyenne annuelle des PM_{2,5}.

Tant pour l’ozone que pour les particules fines, des normes et recommandations ont été fixées par des organismes comme l’OMS, à l’échelle de la planète, et, au Canada, les trois ordres de gouvernement. Ces normes sont établies sur la base de recherches portant sur l’impact sanitaire de ces polluants. Par exemple, le gouvernement canadien a élaboré un standard pancanadien qui fixe des objectifs à atteindre pour 2010. Actuellement, le ministère du Développement durable, de l’Environnement et des Parcs du Québec ainsi que le Réseau de surveillance de

2. Le micron (µ) est une unité de longueur égale à un millionième de mètre.



la qualité de l'air de la ville de Montréal ont recours à un indice de la qualité de l'air (IQA) pour juger la qualité de l'air extérieur.

Dans le cas de l'ozone, il demeure délicat d'établir les concentrations problématiques dans l'air, car il faut aussi tenir compte de la durée de l'exposition. Par exemple, le niveau d'ozone servant à calculer l'IQA au Québec (et à lancer un avertissement du programme Info-Smog par Environnement Canada) est une moyenne de $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 1 h ou 82 parties par milliard (ou ppb). De plus, selon le standard pancanadien, l'objectif à atteindre d'ici 2010 est une concentration moyenne inférieure à $127 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 8 h (ou 65 ppb). Comme l'indique la figure 7, les niveaux d'ozone à Montréal en période estivale dépassent ce standard à 7 des 10 stations d'échantillonnage où ce polluant est mesuré.

D'une année à l'autre, les variations marquées que l'on observe sont influencées par les conditions météorologiques : quand l'été est frais et pluvieux, les avertissements de smog pour l'ozone sont moins fréquents que s'il est chaud et ensoleillé. Par exemple, il n'y en a eu aucun durant l'été 2000, mais 16 durant l'été 2001.

Dans le cas des particules fines, également, des standards et des indices de qualité de l'air pour les $\text{PM}_{2,5}$ permettent de comparer les niveaux mesurés à Montréal. Dans ce cas aussi, les niveaux recommandés varient selon la durée de l'exposition. Comme l'indique la figure 8, les niveaux de particules fines dépassent les normes aux sept stations d'échantillonnage où on les mesure.

Il faut insister sur le fait que les normes sur la qualité de l'air en question constituent des cibles à atteindre pour protéger la majorité de la population. Par contre, la vulnérabilité aux effets des polluants atmosphériques varie beaucoup d'un individu à l'autre ; de fait, un groupe de travail de l'OMS a conclu en 2003 qu'il n'existe pas de seuil d'exposition aux PM et à l'ozone sous lequel il n'y a pas d'effets sur la santé de l'ensemble de la population. En d'autres mots, il y a toujours des personnes à risque, même à des niveaux d'exposition très faibles (voir la section « Fardeau de la pollution atmosphérique sur la santé »).

Figure 7

La qualité de l'air à Montréal à l'égard de l'ozone

	Concentration et durée	
Standard pancanadien (objectif 2010)	$127 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ou 65 ppb) sur 8 h : moyenne des 4 ^e maxima sur 3 années consécutives	En 2002-2004, le standard pancanadien a été dépassé à 7 stations sur 10
IQA ou Info-Smog	$160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ou 82 ppb) sur 1 h	De 1995 à 2004, l'IQA a été dépassé jusqu'à 16 jours par an en période estivale

Source : RSQA, rapport annuel 2002-2004



Figure 8

La qualité de l'air à Montréal à l'égard des PM_{2,5}

	Concentration et durée	
Standard pancanadien (objectif 2010)	30 µg/m ³ sur 24 h : moyenne annuelle du 98 ^e percentile sur 3 années consécutives	En 2002-2004, le standard pancanadien a été dépassé aux 7 stations
IQA	35 µg/m ³ sur 3 h	Nombre de jours où l'IQA a été dépassé : 47 en 2002 (15 a/h ; 32 p/é)* 62 en 2003 (47 a/h ; 15 p/é) 69 en 2004 (42 a/h ; 27 p/é)

* a/h : période automne-hiver, soit janvier à mars et octobre à décembre inclus.

p/é : période printemps-été, soit avril à septembre inclus.

Source : RSQA, rapport annuel 2002-2004

L'exposition à la pollution engendrée par le transport n'est pas uniforme chez tous les habitants d'une ville comme Montréal. En effet, une étude pilote menée par notre direction a évalué la variation temporelle et spatiale de plusieurs polluants liés au transport, dans un périmètre réduit (moins de 2,5 km). Les chercheurs ont choisi quatre sites ayant une intensité de circulation variable : d'une rue résidentielle tranquille avec bruit de fond urbain – soit près de 1 000 véhicules par jour – jusqu'au pire scénario – soit à proximité de l'autoroute métropolitaine, où circulent plus de 150 000 véhicules

chaque jour. Les chercheurs ont mesuré les PM_{2,5} et le bioxyde d'azote (ou NO₂) et ils ont estimé indirectement le niveau de carbone élémentaire³. Les résultats révèlent que les niveaux des PM_{2,5} varient peu selon l'intensité du trafic (ce qui démontre une distribution assez uniforme dans l'île) mais que, par contre, le coefficient d'absorption des filtres et les niveaux de NO₂ augmentent de façon significative avec le trafic. Ces résultats sont similaires à ceux d'études menées à Boston et à New York.

Une autre équipe de chercheurs, qui a elle aussi mesuré la variabilité spatiale des concentrations de NO₂ à Montréal, a démontré que les concentrations augmentent en fonction de plusieurs variables liées à l'intensité du trafic.

L'exposition dans l'habitacle des véhicules

Un autre aspect du problème de la pollution atmosphérique engendrée par le trafic routier est l'exposition dans l'habitacle des automobiles, surtout en cas d'embouteillage. La concentration de polluants, notamment les COV et le monoxyde de carbone, peut atteindre des niveaux jusqu'à 10 fois supérieurs à l'intérieur de l'habitacle que dans l'air ambiant. Ce facteur dépend notamment du degré d'entretien de

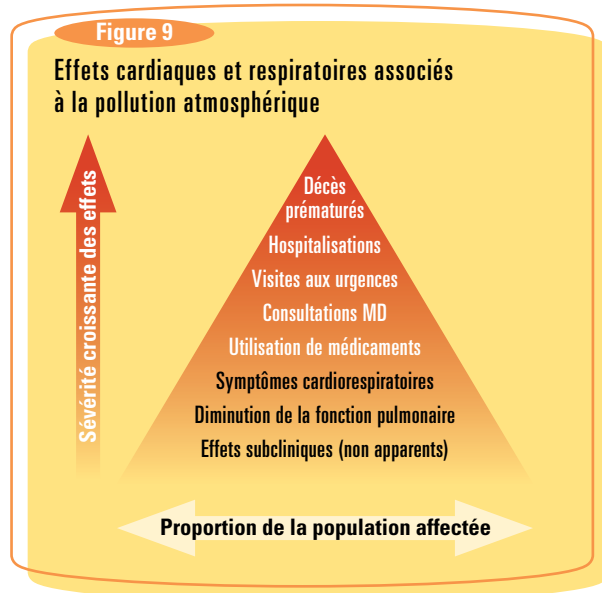
3. À l'aide d'une mesure d'absorption des filtres. Le carbone élémentaire est un constituant majeur des fumées noires provenant de la combustion.



la voiture qui précède : en effet, les véhicules vieux ou mal entretenus émettent davantage de polluants en direction de l'automobile roulant derrière, de même que les véhicules diesel. Au passage, signalons un autre problème, soit l'exposition aux émanations de diesel chez les enfants utilisant les autobus scolaires.

L'impact des contaminants provenant du transport

Ici et ailleurs dans le monde, nombre de chercheurs ont publié des états des connaissances examinant l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé qui mettent le doigt sur les effets nocifs enregistrés. La figure 9 illustre



Les études épidémiologiques : un outil indispensable

Il existe plusieurs façons d'examiner les effets sur la santé des polluants émis par le secteur du transport. D'une part, les études toxicologiques, qui visent à établir les propriétés toxiques des contaminants et, d'autre part, les études épidémiologiques, qui examinent l'impact des polluants sur la santé des populations à l'aide de méthodologies variées, comme les études de série temporelle et les études de cohorte.

Les études de série temporelle suivent, sur une échelle de temps, l'évolution de la morbidité ou de la mortalité dans une population donnée en fonction du niveau des polluants. On recourt plus souvent à ce type d'étude en raison de trois avantages : la population agit comme son propre groupe témoin, car on étudie une même population à des moments différents ; les bases de données nécessaires existent déjà ; et, enfin, les niveaux de pollution pouvant varier fortement dans le temps, cela facilite les comparaisons. Autre critère utile, la puissance statistique de ces études est très forte, le grand nombre d'individus suivis permettant de déceler des risques relativement faibles. Par contre, elles comportent aussi des faiblesses, notamment l'absence de données concernant les niveaux de pollution atmosphérique auxquels chaque individu est réellement exposé.

Certaines études évaluent surtout l'impact des polluants provenant du transport. Elles comparent notamment la santé de populations vivant le long des artères à grand débit à celle de populations vivant plus loin. Ou encore, elles comparent des populations plus exposées aux polluants spécifiques du transport, comme les NO_x ou les fumées noires⁴, à des populations qui le sont moins.

Pour ce qui est des seuils recommandés, grâce à des études menées depuis les années 1990, on sait que des risques de problèmes respiratoires et cardiovasculaires, faibles mais statistiquement significatifs, sont associés à des niveaux de pollution qui respectent pourtant les valeurs limites fixées. À ce sujet, soulignons qu'un risque, même faible, peut avoir un impact notable si la population exposée est très nombreuse.

⁴ Émissions provenant de la combustion et dont la majeure partie est constituée de carbone élémentaire.

Les véhicules vieux ou mal entretenus émettent davantage de polluants en direction de l'automobile roulant derrière, de même que les véhicules diesel.

ces effets ainsi que le lien entre la gravité des effets et la proportion de la population touchée.

La pollution à proximité de voies à grande circulation

Une façon de tenter de comprendre l'impact sanitaire de la pollution liée au transport consiste à étudier des populations qui vivent le long des artères à grand débit. Par exemple, un groupe de chercheurs hollandais a évalué l'impact de la pollution sur la mortalité en fonction du lieu de résidence. Selon leurs résultats, dans l'ensemble de la population, le risque relatif⁵ de décéder le lendemain d'une hausse de 100 µg/m³ dans la concentration de fumées noires atteint 1,38. Mais ce risque augmente à 1,89 – un écart prononcé – pour les citoyens vivant le long d'artères très fréquentées, c'est-à-dire où circulent plus de 10 000 véhicules par jour.

En Hollande toujours, de 1986 à 1994, des chercheurs ont suivi près de 5 000 citoyens âgés de 55 à 69 ans vivant à proximité d'artères à grand débit (c'est-à-dire à moins de 50 m d'une voie urbaine majeure ou à moins de 100 m d'une voie rapide). Ils observent ainsi que le risque relatif de décès par maladie cardiopulmonaire est

de 1,95 (ou près du double) chez ces citoyens par rapport à ceux habitant plus loin⁶.

Les chercheurs de la Direction, après avoir examiné la variation spatiale des polluants liés au transport, ont évalué le risque d'hospitalisation pour problèmes respiratoires des Montréalais âgés de 60 ans et plus habitant le long d'artères à grande circulation : l'étude démontre qu'il est plus élevé que chez les résidents de rues plus calmes. De plus, les chercheurs ont tenu compte de variables comme le statut socioéconomique : quoique celui-ci influe sur le risque d'hospitalisation, il n'en demeure pas moins que le niveau des émissions polluantes des véhicules semble suffisant pour avoir un impact sur la santé respiratoire des personnes âgées.

Les effets nocifs de l'ozone

À forte concentration, l'ozone (O₃) est un puissant irritant pour les yeux, le nez et les voies respiratoires supérieures. De plus, son pouvoir oxydant lui permet de réagir avec une grande variété d'éléments cellulaires de l'organisme, provoquant l'inflammation du tissu pulmonaire, la diminution des mécanismes de défense contre les infections et une altération des fonctions pulmonaires.



5. Risque relatif (RR) : probabilité de développer une maladie parmi les personnes exposées par rapport à celles non exposées. Une valeur supérieure à 1 représente un accroissement du risque ; ex. : RR=1,10 correspond à une hausse de 10 %.

6. Cette étude tient compte de variables confondantes, c'est-à-dire pouvant avoir un impact sur la valeur étudiée et dont il faut donc tenir compte dans une analyse statistique.



En plus de ces effets aigus, une exposition chronique à des niveaux plus faibles d'ozone peut avoir un impact sur la morbidité et la mortalité d'une population. À la fin des années 90, à Montréal, dans leur étude des visites à l'urgence, des chercheurs ont analysé l'impact de la pollution de l'air en tenant compte de variables comme le jour de la semaine, les conditions météorologiques, la présence d'autres polluants... Ils concluent qu'une hausse de la concentration maximale d'ozone, entre juin et septembre, correspond à une élévation de 22 % du nombre de visites à l'urgence le lendemain pour des problèmes respiratoires chez les personnes de 65 ans ou plus.

Dans le même ordre d'idées, des chercheurs ont examiné les hospitalisations pour maladies respiratoires dans 16 villes canadiennes. Considérant la présence d'autres polluants et des variables météorologiques, ils ont observé qu'une hausse de la concentration de l'ozone était associée à 4,3 % d'hospitalisations de plus pour maladies respiratoires entre avril et décembre.

Un élément ressort de ces deux études : les concentrations d'ozone dont il est question sont inférieures aux seuils fixés par plusieurs organismes de santé. Autrement dit, il semble bien que les impacts sur la santé se fassent sentir même à des concentrations inférieures aux niveaux recommandés.

Les effets de la matière particulaire

La matière particulaire (PM) est en réalité un mélange de particules solides et de gouttelettes de composition et de taille variables, en suspension dans l'air. Elles se classent selon leur diamètre : les PM_{10} ont un diamètre inférieur à 10 μm tandis que celui des $PM_{2,5}$ est inférieur à 2,5 μm . Les plus grosses (diamètre de 2,5 à 10 μm) proviennent surtout de sources naturelles (croûte terrestre, pollens, spores de moisissures...) et de procédés mécaniques (travaux de construction...). Les $PM_{2,5}$ – dites particules fines – proviennent surtout de la combustion (chauffage, procédés industriels et transport). Selon leur taille, les particules se déplacent dans l'atmosphère sur des distances plus ou moins grandes : les plus grosses sur des dizaines de kilomètres, et les plus fines, sur des milliers de kilomètres.

Les particules émises directement dans l'atmosphère (appelées polluants primaires), par exemple celles rejetées par les tuyaux d'échappement des véhicules, peuvent subir différentes réactions chimiques au contact des gaz présents dans l'atmosphère (NO_x , SO_2 , l'ammoniac), des COV et d'autres particules, et former ainsi des polluants secondaires.

Les effets toxiques des particules dépendent de leur taille et de leur composition. Celles dont le diamètre



14 août 2002, 10 : 45 AM
 $PM_{2,5}$: 37 $\mu g/m^3$



27 août 2002, 10 : 03 AM
 $PM_{2,5}$: 3 $\mu g/m^3$

Une étude de la Direction démontre que le risque d'hospitalisation pour problèmes respiratoires est plus élevé chez les Montréalais âgés de 60 ans et plus habitant le long d'artères à grande circulation que chez les résidents de rues plus calmes.

se situe entre 2,5 et 10 μm se déposent surtout dans les parties supérieures des voies respiratoires. Les particules fines, elles, pénètrent plus loin, jusqu'aux alvéoles. Récemment, les chercheurs ont commencé à examiner les effets des particules ultrafines (les $\text{PM}_{0,1}$), dont le diamètre encore plus petit⁷ leur permet de passer directement dans le système sanguin, qui les transporte ensuite à travers l'organisme. Quant à la composition des particules, les composantes les plus fréquentes sont les nitrates et les sulfates, les COV, le carbone élémentaire, des agents biologiques et divers métaux (ex. : fer, cuivre, nickel, zinc).

Nombre d'études s'intéressent depuis plusieurs années à l'impact des particules sur la santé. Les effets les plus souvent rapportés sont les effets pulmonaires et cardiovasculaires. On distingue des effets à court terme (ex. : hausse de la morbidité et de la mortalité lors de pics de pollution) et à long terme (ex. : excès de maladies cardiopulmonaires chez les résidents de villes ayant un niveau élevé de pollution).

Du côté des $\text{PM}_{2,5}$, deux études menées à Montréal associent l'évolution temporelle de la mortalité au niveau d'exposition à ces particules⁸ : on observe des excès de mortalité dès le lendemain d'une hausse de leur concentration

dans l'air extérieur. À titre d'exemple, la hausse de mortalité par maladie respiratoire chez les personnes de 65 ans et plus atteint 6,4 % le lendemain d'une élévation de 12,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ des $\text{PM}_{2,5}$.

Si l'on se penche à présent sur les PM_{10} , deux études d'envergure menées aux États-Unis et en Europe révèlent elles aussi des effets nocifs. L'étude américaine a examiné l'association entre la mortalité et la concentration de ces particules dans l'air de 20 grandes villes dénombant au total 50 millions de personnes. Les résultats démontrent une hausse de 0,21 % de mortalité globale, et de 0,31 % par maladie cardiorespiratoire le lendemain de chaque élévation de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ des PM_{10} . De son côté, l'étude européenne portait sur 29 villes comptant au total 43 millions de personnes. Dans ce cas, pour chaque hausse de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} observée la veille ou le même jour, on rapporte une élévation de 0,6 % du taux de mortalité totale et de 0,69 % du taux de mortalité par maladie cardiovasculaire.

Ces deux exemples démontrent clairement à quel point il est pertinent que la santé publique se préoccupe de ces contaminants. En effet, même si l'ampleur du risque peut sembler faible, la population touchée peut être très vaste si l'on considère les milliers de personnes en cause. En outre, à l'appui de ces deux études, il en existe des centaines

7. $\text{PM}_{0,1}$: diamètre égal ou inférieur à 0,1 micron.

8. Compte tenu de variables confondantes, comme des paramètres météorologiques, d'autres polluants...



d'autres, de moindre envergure, mais dont l'analyse globale des résultats révèle une hausse respective de 0,8 % et de 0,7 % des admissions hospitalières pour insuffisance cardiaque ischémique et maladie cardiaque à chaque élévation de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ des PM_{10} .

Les impacts à long terme

En plus des études de série temporelle, des études de cohorte comparent la morbidité ou la mortalité dans des groupes en fonction de leur exposition à un ou plusieurs contaminants. Par exemple, on peut comparer les populations de villes exposées à des niveaux différents de pollution atmosphérique afin d'en évaluer les impacts sur la santé à long terme. C'est ainsi que, depuis une dizaine d'années, des études américaines ont démontré que les résidents de villes plus polluées courent plus de risque, à long terme, de mourir de maladie cardiopulmonaire et de cancer pulmonaire que ceux de villes qui le sont moins. À titre d'exemple, une étude américaine datant de 2002 démontre que chaque hausse de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans la concentration moyenne des particules fines correspond à une élévation du risque de décès par maladie cardiopulmonaire (+6 %) ou par cancer pulmonaire (+8 %).

Les enfants plus vulnérables que les adultes

Au départ, il faut signaler que les enfants sont particulièrement vulnérables aux effets de la pollution

atmosphérique par rapport aux adultes. Trois raisons entrent en jeu : leurs systèmes respiratoire et immunitaire sont encore en développement ; ils inhalent davantage d'air (et donc plus de contaminants) par kilo de poids corporel que les adultes en raison de la structure de leurs poumons et de leur rythme respiratoire ; et enfin, ils passent plus de temps dehors que les adultes (notamment pour jouer) et sont donc plus exposés.

De fait, plusieurs études récentes démontrent les effets de la vulnérabilité accrue du système respiratoire des enfants à la pollution atmosphérique. Par exemple, des chercheurs américains ont comparé deux groupes d'enfants asthmatiques, l'un devant prendre des médicaments pour contrôler l'asthme, et donc considéré comme souffrant d'un asthme plus sévère que le second groupe n'ayant pas à en prendre. Ils constatent que, à un niveau d'ozone plus élevé, la probabilité des symptômes est plus forte dans le premier groupe. Comme plusieurs autres études vont dans le même sens, ces observations pourraient s'expliquer par le fait que l'exposition à l'ozone augmente la réactivité aux allergènes.

Plusieurs études ont porté sur les enfants fréquentant une école à proximité d'artères très fréquentées, ou habitant dans un tel secteur : elles démontrent une hausse des symptômes respiratoires et asthmatiques en rapport avec la densité de la circulation



Des études sur les enfants fréquentant une école à proximité d'artères très fréquentées, ou habitant un tel secteur démontrent une hausse des symptômes respiratoires et asthmatiques en rapport avec la densité de la circulation ou avec la concentration de contaminants liés au transport.

ou avec la concentration de contaminants liés au transport (ex. : NO_x et particules fines).

Un autre impact est à considérer, le développement de l'asthme chez des enfants sans antécédents. De fait, une étude suggère qu'une exposition à des niveaux élevés d'ozone peut aussi jouer un rôle dans le développement de l'asthme. À titre d'exemple, en Californie, des chercheurs ont suivi pendant cinq ans 3 535 enfants sans antécédent d'asthme. Ils concluent que, dans les communautés présentant les concentrations d'ozone les plus fortes, les enfants pratiquant au moins trois sports présentaient 3,3 fois plus de risque de développer de l'asthme que ceux n'en pratiquant pas. Ce résultat, statistiquement significatif, suggère une interaction entre l'activité physique – qui accroît le taux respiratoire – et l'ozone. En outre, le temps passé à l'extérieur était lui aussi associé au développement de l'asthme. Il faut toutefois préciser que la puissance statistique de l'étude n'a pas permis d'éliminer l'effet des autres polluants de façon définitive. Notons cependant, pour comparaison, que les concentrations moyennes d'ozone sur 8 heures dans ces communautés étaient plus de deux fois supérieures à celles mesurées à Montréal.

Un autre facteur encore entrerait en jeu, soit la croissance pulmonaire chez les enfants, car on sait que la pollution atmosphérique peut agir sur ce facteur. Des chercheurs ont donc constitué une cohorte de 1 759 enfants âgés de 10 ans vivant dans 12 communautés du sud de la Californie et les ont suivis jusqu'à l'âge de 18 ans. À partir de tests de fonction respiratoire annuels entre 1993 et 2001 et de données environnementales (sur une base quotidienne ou bihebdomadaire), ils ont calculé les moyennes annuelles de plusieurs polluants (PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$, ozone et oxydes d'azote). Ils ont aussi tenu compte de variables comme l'histoire d'asthme, le tabagisme chez la mère pendant la grossesse et la présence de contaminants dans l'air intérieur. Les résultats démontrent un déficit de la croissance pulmonaire associé aux oxydes d'azote, aux particules (PM_{10} et $\text{PM}_{2,5}$), au carbone élémentaire et à la vapeur d'acide. Par exemple, dans les communautés où les niveaux de particules sont les plus élevés, le volume expiratoire maximal⁹ est inférieur à 80 % de la valeur attendue pour leur âge et leur taille chez 10 % des enfants ; et dans les communautés les moins polluées, cette proportion n'atteint que 1 %. Devant de tels résultats, les chercheurs se disent préoccupés de l'impact à long terme de la pollution atmosphérique et citent à l'appui des



9. Le volume expiratoire maximal après une seconde, ou VEMS, est une mesure du débit pulmonaire.



études démontrant le lien entre une baisse de la fonction pulmonaire et des problèmes de morbidité et de mortalité plus tard dans la vie.

En plus de ces impacts sur les poumons, d'autres types d'effets restent à examiner : en effet, des revues scientifiques datant de 2004 citent des études associant la pollution de l'air aux avortements spontanés, aux naissances avant terme et aux bébés de petit poids. À l'heure actuelle, on ne peut affirmer qu'il existe un lien causal entre ces phénomènes, mais certains chercheurs estiment qu'il faut poursuivre les études. Enfin, eu égard au développement de cancer (leucémie) chez les enfants plus exposés, il n'existe pas suffisamment d'études à ce sujet pour tirer des conclusions.

Fardeau de la pollution atmosphérique sur la santé

Les scientifiques chargés d'aider les organisations à élaborer les politiques publiques saines en matière de transport estiment que, tout d'abord, il leur faut évaluer le fardeau des maladies associées à la pollution atmosphérique. Jusqu'ici un grand nombre d'estimations ont été formulées, mais elles demeurent source d'incertitude pour plusieurs raisons. Tout d'abord, ces estimations peuvent varier selon le

type d'effet mesuré, par exemple, selon qu'il s'agit des effets à court ou à long terme. Un autre facteur d'incertitude vient du fait que le résultat dépend de trois facteurs : le niveau à partir duquel on évalue l'impact du degré croissant de pollution, la relation entre l'exposition et l'effet¹⁰ et l'existence ou non d'un seuil sous lequel il n'y a pas d'effet, comme on l'a vu plus haut. Autre problème, les données environnementales disponibles portent habituellement sur une ville ou un secteur, et non sur des individus. Il faut aussi souligner que, si la pollution amplifie certaines maladies, d'autres facteurs peuvent aussi intervenir dans le parcours de ces maladies. Comme il s'agit de maladies fréquentes et touchant un grand nombre de gens, il est délicat d'identifier la fraction attribuable à la seule pollution. Enfin, extrapoler les résultats d'une étude portant sur diverses villes à d'autres peut aussi être une source d'erreur car les populations ne réagissent pas nécessairement toutes aux mêmes contaminants de la même façon.

La France, la Suisse et l'Autriche ont fait l'objet d'une étude visant à évaluer le fardeau de la morbidité et de la mortalité lié à la pollution de l'air. En 1996, l'année servant à cette évaluation, ces trois pays comptaient près de 73,5 millions d'habitants. Les chercheurs ont



10. Autrement dit, la relation dose-réponse, c'est-à-dire la relation entre la quantité de produit chimique absorbée et la proportion d'individus d'un groupe présentant un effet de nature et d'intensité données.

D'après une étude dans trois pays européens, la pollution de l'air est responsable de 6 % de la mortalité totale, soit 40 000 décès par an.

choisi les PM_{10} comme indicateur de base. À partir d'études épidémiologiques antérieures, ils ont développé une relation mathématique qui décrit l'impact sur la santé de la pollution à long terme selon le niveau d'exposition à ces particules. Puis, en se basant sur des données environnementales, ils ont établi l'exposition moyenne annuelle de la population. Enfin, ils ont évalué l'impact de la pollution de l'air sur la mortalité et sur plusieurs indicateurs de morbidité. Voici leurs conclusions.

- La pollution de l'air est responsable de 6 % de la mortalité totale dans ces trois pays, soit 40 000 décès par an.
- La moitié de ces décès sont dus à la pollution émanant du transport, ce qui représente le double des décès par traumatismes routiers.
- En termes de morbidité, la pollution émanant du transport occasionnerait chaque année :
 - 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 millions de jours-personnes d'activité restreinte.

Il existe une seconde approche pour calculer le fardeau sur la santé de la pollution de l'air : il s'agit d'estimer le nombre de décès évités si le niveau de contaminants baisse. L'Europe a mis sur pied un système de surveillance en santé publique¹¹ qui évalue l'impact des PM_{10} dans 19 villes, soit une population dépassant les 32 millions d'habitants¹². Selon cette seconde étude, une baisse de $5 \mu g/m^3$ dans la concentration de ces particules aurait pu prévenir 3 300 à 7 700 décès prématurés par an. De ce nombre, 500 à 1 000 décès sont associés à des pics d'exposition à court terme, mais la majorité sont associés à des niveaux plus faibles, qui s'observent quotidiennement. C'est pourquoi les chercheurs estiment qu'une baisse de la pollution échelonnée sur toute l'année aurait des bénéfices plus marqués qu'une réduction des pics de pollution.

Plus près de chez nous, à Toronto, le département de santé publique a évalué le fardeau de la pollution atmosphérique sur la santé chez ses 2,5 millions de résidents. Les chercheurs ont évalué les effets à court terme¹³ des gaz (ozone, bioxyde d'azote, bioxyde de soufre et monoxyde de carbone) et les effets à long terme des PM_{10} . Dans l'ensemble,



11. APHEIS, *Air pollution and health : a European information system – programme co-financé par la Commission Européenne et par des institutions municipales, et coordonné par l'Institut de veille sanitaire (InVS, France) et par l'Agencia de Salut Pública de Barcelona (ASP).*

12. L'étude fait appel aux mêmes paramètres que celle menée en France, en Suisse et en Autriche.

13. Toujours en appliquant les données de nature épidémiologique aux données sanitaires et environnementales.



ils estiment que la pollution de l'air est en cause dans plus de 1 700 décès prématurés par an, dont 518 liés aux gaz et 1 268 aux PM_{10} . Mais il faut aussi considérer un autre impact, le nombre d'hospitalisations : en effet, plus de 6 000 hospitalisations par an pour maladies respiratoires et cardiovasculaires seraient attribuables à ces polluants.

Dans huit grandes villes canadiennes dont Montréal, des chercheurs ont esti-

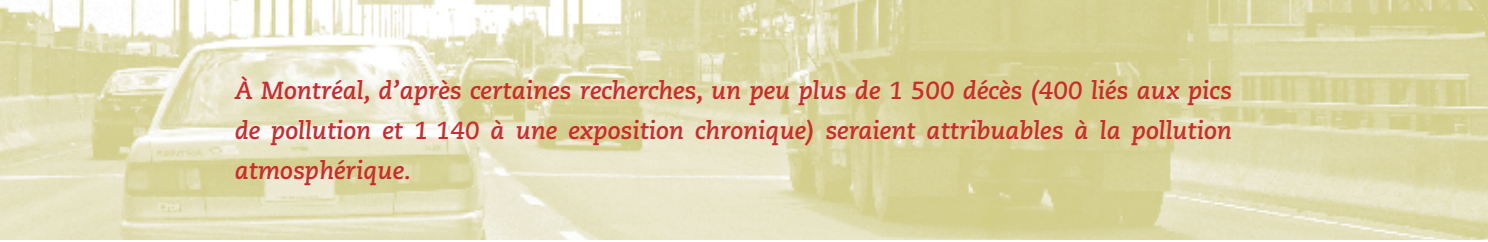
mé récemment la surmortalité liée à la pollution atmosphérique. Ils ont tenu compte des effets à court terme lors de pics de pollution et des effets à long terme chez les citoyens exposés à des niveaux plus faibles. Selon eux, 5 900 décès prématurés par an seraient attribuables à la pollution atmosphérique, dont un peu plus de 1 500 à Montréal (soit 400 liés aux pics de pollution et 1 140 à une exposition chronique).

Figure 10

Principaux impacts sur la santé des deux grands polluants composant le smog

Polluant	Groupes vulnérables	Effets à court terme	Effets à long terme
Ozone	<ul style="list-style-type: none"> • Jeunes enfants • Personnes souffrant de maladies respiratoires chroniques et personnes âgées 	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution temporaire de la fonction pulmonaire • Augmentation de la sévérité et de la fréquence des crises d'asthme • Augmentation des hospitalisations et des visites à l'urgence pour maladies respiratoires • Augmentation de la mortalité respiratoire 	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation possible du développement de l'asthme • Diminution de la croissance pulmonaire chez les enfants
Particules fines ($PM_{2.5}$)	<ul style="list-style-type: none"> • Jeunes enfants • Personnes âgées • Personnes souffrant de maladies cardiaques et respiratoires chroniques ou de diabète (type II) 	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation des infections des voies respiratoires • Augmentation de la sévérité et de la fréquence des crises d'asthme • Augmentation des hospitalisations, des visites à l'urgence pour maladies cardiovasculaires et respiratoires • Augmentation de la mortalité cardiovasculaire et respiratoire 	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution de la croissance pulmonaire chez les enfants • Augmentation de la mortalité par maladies cardiorespiratoires • Augmentation de la mortalité par cancer pulmonaire

Note : Les effets à court terme s'observent chez les personnes vulnérables dans les heures ou les jours suivant un épisode de smog ou pendant un épisode de smog qui perdure. Les effets à long terme s'observent après des mois ou des années d'exposition.



À Montréal, d'après certaines recherches, un peu plus de 1 500 décès (400 liés aux pics de pollution et 1 140 à une exposition chronique) seraient attribuables à la pollution atmosphérique.

Les effets de l'ozone et des particules fines, les deux principaux polluants formant le smog, sont résumés à la figure 10. À noter : ces deux polluants réagissent entre eux et avec les allergènes dans l'air ambiant (pollens et spores qui provoquent des allergies chez les personnes sensibilisées). De plus, les effets de l'ensemble de ces contaminants de l'air extérieur augmentent avec la canicule.

Gaz à effet de serre et changements climatiques

À l'heure actuelle, le monde scientifique s'accorde à dire que le réchauffement planétaire est un phénomène réel qui est largement attribuable aux activités humaines, notamment la présence croissante des gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère. En effet, les données climatiques actuelles démontrent que la dernière décennie a été la plus chaude depuis le milieu du XIX^e siècle, c'est-à-dire depuis que l'on enregistre la température. Cette tendance au réchauffement aura comme impact d'augmenter la fréquence, la durée et l'intensité des canicules.

À cela, il faut ajouter d'autres changements climatiques notables, car la hausse des températures est associée à la quantité et au type des précipitations ainsi qu'à la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes. En effet, des scientifiques croient que cela peut augmenter la fréquence et

l'intensité des ouragans, des orages, des sécheresses et des inondations. Ces phénomènes entraînent bien sûr de nombreux risques pour la santé, notamment des blessures, la détresse psychologique, voire la mort.

Pour réagir à ces phénomènes climatiques, un grand nombre de pays se sont entendus pour adopter en 1997 le Protocole de Kyoto, qui est entré en vigueur le 16 février 2005. Son objectif est de réduire de 5 % les émissions des GES en 2012 par rapport au niveau de 1990. Chaque pays participant fixe son propre objectif. Au Canada, avec l'objectif de 6 %, il reste énormément de progrès à faire pour y arriver car les niveaux actuels sont plus de 25 % supérieurs à ceux de 1990. Autrement dit, les émissions de GES au Canada devront diminuer de plus de 30 % d'ici six ans.

La Conférence des Nations Unies sur les changements climatiques, qui s'est déroulée à Montréal du 28 novembre au 10 décembre 2005, a permis de remettre le protocole à l'avant-scène en adoptant plus de 40 décisions pour mieux encadrer les façons de respecter les engagements. Les discussions sur l'Après-Kyoto, c'est-à-dire les engagements de 2013-2017, se sont amorcées en mai 2006.

On l'a vu, le secteur du transport joue un rôle de premier plan dans les émissions des GES à Montréal et au Québec (figure 6) et sa contribution



est en progression constante. En effet, l'inventaire québécois des émissions de GES en 2003 démontre une hausse de 20 % pour le secteur du transport routier par rapport à 1990 : ce sont les émissions des camions légers (fourgonnettes, camionnettes et véhicules utilitaires sport ou VUS¹⁴) qui ont le plus augmenté. Au Canada, les émissions de GES des camions légers ont progressé de 88 % entre 1990 et 2002 et une tendance semblable s'observe au Québec. À cela, il faut ajouter l'augmentation des GES d'origine internationale.

Deux raisons expliquent cette situation. D'une part, la consommation des véhicules ne s'est que peu améliorée depuis 20 ans. Par exemple, pour les véhicules de tourisme, la consommation moyenne de carburant en 1986 se situait à 8,2 litres aux 100 km ; en 2004, elle a fléchi à 7,6 litres aux 100 km, soit une amélioration de 7,4 %. À l'inverse, pour les camions légers, la consommation aux 100 km, de 10,0 litres en 1986, est passée à 10,7 litres en 2004 (il s'agit d'une estimation), soit une hausse de 0,7 %. Dit plus simplement, les camions légers émettent en moyenne 40 % de plus de GES au kilomètre que les voitures. D'autre part, le nombre de camions légers et de camions lourds en circulation a plus que doublé au Québec entre 1990 et 2003 (figure 11). Il va de soi que la consommation d'essence per capita a donc beaucoup augmenté.

Figure 11

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

	1990	2003
Camions légers	587 575	1 240 576
Camions lourds	99 607	196 479
Total	687 182	1 437 035

Source : *Dév' durable, Envir' et Parcs Québec, 2006*

Dans la région métropolitaine, la part des GES attribuable au transport s'élève à 47 % : on comprend donc aisément que des interventions dans le secteur du transport au Québec pourront contribuer grandement à atteindre les objectifs fixés par le Protocole de Kyoto et ses engagements subséquents.

Les impacts de la canicule

Si l'on aborde à présent la question de la canicule découlant de la hausse des émissions des GES, on constate que ses impacts sur la santé sont de deux types, soit des effets directs et indirects. Le coup de chaleur qui se produit quand le corps perd sa capacité à contrôler sa température (ce qui est rare) est l'effet direct le plus dramatique, car il peut être mortel. De fait, au Québec, en 2002, deux travailleurs ont succombé à un coup de chaleur pendant qu'ils exécutaient des tâches physiquement exigeantes durant une canicule. On

14. VUS : véhicule utilitaire sport, ou véhicule à utilisation sportive (glossaire d'Industrie Canada, 2002).

Durant une canicule, les personnes vivant dans des îlots de chaleur urbains – manque de verdure, forte proportion de surfaces asphaltées et logements mal isolés et mal ventilés – sont particulièrement à risque.

compte aussi d'autres effets directs, à savoir l'épuisement et les crampes.

Il faut y ajouter les problèmes indirectement attribuables à la canicule, qui sont plus fréquents. Ils résultent souvent de l'exacerbation d'un état médical chronique chez les personnes âgées, par exemple des affections cardiovasculaires, cérébrovasculaires, respiratoires, neurologiques et rénales. À cet égard, les personnes vivant dans des îlots de chaleur urbains – manque de verdure, forte proportion de surfaces asphaltées et logements mal isolés et mal ventilés – sont particulièrement à risque. Il faut y ajouter les personnes seules, alitées ou incapables de prendre soin d'elles-mêmes, elles aussi plus à risque que celles vivant avec des personnes en mesure de les aider à s'hydrater.

À titre d'exemple, la canicule qui a frappé l'Europe durant l'été 2003 en a démontré l'effet dévastateur. En effet, selon les autorités françaises de santé publique, on a déploré près de 15 000 décès de plus que la normale du 1^{er} au 20 août 2003. À Paris, les températures maximales ont dépassé 35 °C pendant plusieurs jours et les températures minimales sont restées au-dessus de 23 °C de façon quasi continue du 4 au 12 août. De plus, les 11 et 12 août, la température n'a pas chuté sous le seuil de 25,5 °C.

Rappelons qu'Environnement Canada émet un avertissement de chaleur

et d'humidité accablantes quand il prévoit une température de 30 °C ou plus et un indice Humidex de 40 ou plus. Chaque été, depuis 1996, Environnement Canada en a émis de 0 à 5 dans la région métropolitaine. L'été 2005 a été particulièrement chaud : durant 23 jours, la température maximale a atteint 30 °C ou plus (mais l'indice Humidex n'a pas toujours atteint 40).

Montréal n'a pas connu d'événement aussi extrême que l'Europe en 2003, mais une analyse rétrospective a permis d'identifier trois épisodes de canicule au cours des 20 dernières années où l'on a dénombré 30 à 60 décès de plus par jour (environ le double de la moyenne quotidienne) : pendant trois jours, le maximum moyen a atteint ou a dépassé 33 °C et le minimum moyen a atteint ou dépassé 20 °C. Le *Plan montréalais de prévention et de protection en cas de chaleur accablante* que la Direction de santé publique a mis sur pied, en collaboration avec ses partenaires du réseau de la santé et de la Ville de Montréal, se base sur ces seuils. Ce plan vise à éviter une élévation des décès ou une aggravation des problèmes de santé lors d'une canicule.

Interactions avec les aéroallergènes biologiques

Mis à part l'impact des polluants de l'air et des changements climatiques liés aux GES, on remarque aussi des interactions entre ces contaminants ainsi qu'une influence de la chaleur

De 1994 à 2002, la durée de la saison pollinique de l'herbe à poux s'est accrue de 44 %. De plus, on estime que les températures plus élevées favorisent la croissance fongique, ce qui a des répercussions sur la santé des personnes allergiques aux moisissures.

sur ceux-ci, suivis d'effets sur la santé. À titre d'exemple, des chercheurs affirment que l'exposition à l'ozone peut augmenter la réactivité aux allergènes, ce qui expliquerait l'impact sur l'asthme. D'autres estiment que certaines particules atmosphériques peuvent se fixer aux allergènes, facilitant leur pénétration dans les poumons.

Les changements climatiques jouent aussi un rôle sur la présence d'allergènes d'origine biologique dans l'air, étant donné leur impact sur la croissance et le cycle de la végétation. En effet, avec des printemps plus chauds, la période de floraison de certaines espèces peut être plus hâtive, augmentant ainsi la prolifération de plantes allergènes. Par exemple, la durée de la saison pollinique de l'herbe à poux s'est accrue de 44 % de 1994 à 2002 à Montréal. En outre, selon des chercheurs, les températures plus élevées favorisent la croissance fongique, ce qui a des répercussions sur la santé des personnes allergiques aux moisissures. C'est donc dire que tout effort visant à réduire les niveaux des polluants émis par les automobiles ou l'impact des GES se répercuterait sur le taux des pollens et des spores de moisissures dans l'air et sur leurs effets sur la santé.

À tout cela, il faut encore ajouter la hausse de la concentration de divers polluants atmosphériques liée à la température. Par exemple, l'essence et les solvants se volatilisent davantage

à température élevée, augmentant ainsi le taux de composés organiques volatils (COV) dans l'air. De même, l'élévation de la température favorise la réaction photochimique entre les oxydes d'azote (NO_x) et les COV qui mène à la formation d'ozone, contribuant donc à élever le taux d'ozone.

En d'autres mots, non seulement la hausse des températures est associée à divers problèmes de santé chez des personnes vulnérables, mais elle s'accompagne d'une seconde répercussion : elle contribue à rehausser la concentration des polluants atmosphériques, eux-mêmes associés à des problèmes de santé chez ces personnes.

La pollution sonore

La pollution sonore est un autre type de pollution due au transport, qui a aussi un impact sur la santé des personnes vivant à proximité des voies de circulation, et qui a fait l'objet de nombreuses études. Le bruit se définit comme un son jugé indésirable et l'on distingue le bruit en milieu de travail, dont les effets sur l'ouïe sont bien documentés, et le bruit environnemental. On sait en effet que des niveaux élevés de bruit occasionnent un déplacement temporaire des seuils auditifs, qui peut mener à une perte d'audition permanente si l'exposition perdure, sur plusieurs années par exemple. Nous ne traiterons ici que des impacts autres qu'auditifs du bruit environnemental, qui ont été bien documentés par l'OMS en 1999.



L'une des principales sources de bruit environnemental, c'est le transport – routier, ferroviaire et aérien, dont le niveau s'accroît en fonction du débit et de la vitesse – et on considère que 40 % de la population de l'Union européenne est exposée à un niveau de bruit du trafic routier dépassant 55 dB(A), ce qui représente une gêne modérée.

Le principal effet du bruit environnemental est la perturbation du sommeil, or le sommeil ininterrompu est considéré essentiel au bon fonctionnement physiologique et mental. La perturbation du sommeil due au bruit se manifeste non seulement par de la difficulté à s'endormir, des réveils fréquents et des changements de phase et de profondeur du sommeil, mais on constate en outre certains changements cardiovasculaires (ex. : tension artérielle et fréquence cardiaque plus élevées). Ces effets, dits primaires, peuvent avoir des répercussions (ou effets secondaires) le lendemain, comme une fatigue accrue, un sentiment de dépression et une baisse de performance. Autrement dit, le bruit environnemental nocturne a des effets directs marqués sur le sommeil, dont certains perdurent le lendemain au cours des activités quotidiennes.

Pour ce qui est des effets sur la santé mentale d'une exposition à long terme, ils ne sont pas documentés avec certitude en raison de difficultés méthodologiques. Néanmoins, certaines études suggèrent que le bruit environ-

nemental aurait un impact sur l'usage de tranquillisants et de somnifères, sur les symptômes psychiatriques et sur le nombre d'admissions dans les hôpitaux psychiatriques.

Enfin, sur le plan cognitif, le bruit environnemental peut aussi nuire à la compréhension de la parole et à l'exécution des tâches complexes (ex. : la lecture, l'attention, la résolution des problèmes et la mémorisation), et c'est pourquoi l'OMS recommande de ne pas installer de garderies ni d'écoles à proximité d'autoroutes ou d'autres sources de bruit perturbateur.

Normes et recommandations en vigueur

La mesure du bruit s'exprime en décibels. Le décibel (dB) est l'unité de mesure du niveau sonore, et le décibel A, ou dB(A), est l'unité de mesure pondérée pour tenir compte de la réponse de l'oreille humaine en rapport avec la fréquence sonore. Les normes et les recommandations concernant le bruit environnemental s'expriment donc en dB(A).

Selon l'OMS, des effets mesurables sur la perturbation du sommeil commencent à partir de 30 dB(A) et le seuil à l'extérieur des lieux habités (à 1 m de la façade d'un logement) se situe à 45 dB(A), afin de permettre de dormir la fenêtre ouverte – la différence d'intensité entre l'extérieur et l'intérieur étant de 15 dB(A). En plus du bruit continu, il faut considérer les bruits d'impact,





Le bruit environnemental peut nuire à la compréhension de la parole et à l'exécution des tâches complexes, comme la lecture, l'attention, la résolution des problèmes et la mémorisation.

qui peuvent avoir un effet perturbateur très marqué sur le sommeil.

Le bruit pouvant aussi interférer avec la perception du langage – autant dans une habitation que dans une école ou un bureau –, le niveau de bruit de fond doit se situer à 15 dB(A) de moins que le niveau de la voix, qui est de 50 dB(A) ; autrement dit, il ne devrait pas dépasser 35 dB(A). Enfin, comme le bruit occasionne aussi de la gêne, ou un désagrément, on calcule que les niveaux à l'extérieur des habitations ne devraient pas dépasser 50 dB(A).

Au cours des cinq dernières années, notre Direction a été interpellée à diverses reprises par des citoyens aux

prises avec des problèmes de pollution sonore liée au transport, autant dans des secteurs proches d'autoroutes que dans des quartiers centraux traversés par des rues très fréquentées. Les données actuelles démontrent que les recommandations de l'OMS sont en effet dépassées chez les riverains de grandes artères. Signalons que le Premier plan stratégique de développement durable de la collectivité montréalaise vise à adopter une politique municipale sur le bruit d'ici 2009 dans l'objectif de « garantir aux Montréalais un milieu de vie calme et paisible » et que plusieurs des moyens suggérés ont trait au trafic routier.

RÉFÉRENCES

- American Academy of Pediatrics. 2004. « Policy Statement, Ambient Air Pollution, Health Hazards to Children », *Pediatrics*, vol. 114 (6), p. 1699-1704.
- Andersen, L. B., Schnohr, P., Schroll M. et coll. « All-cause mortality associated with physical activity during leisure time, work, sports, and cycling to work », *Archives of Internal Medicine* 2000, 160 (11), p. 1621-1628.
- Auger, N., Kosatsky, T. 2002. « Chaleur accablante », Direction de santé publique de Montréal, 34 p.
- Bernard, S. M., Samet, J. M., Grambsch, A. et coll. 2001. « The potential impacts of climate variability and change on air pollution-related health effects in the United States », *Environmental Health Perspectives*, vol. 109, suppl. 2, p. 199-209.
- Brauer, M., Hoek, G., Van Vliet, P. et coll., 2002. « Air Pollution from Traffic and the Development of Respiratory Infections and Asthmatic and Allergic Symptoms in Children », *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, vol. 166, p. 1092-1098.
- Breton, M.-C. et coll. « Association entre les concentrations polliniques de l'*Ambrosia s.p.p.* et les consultations pour rhinite chronique à Montréal ». Soumis pour publication.
- Brook, R. D., Franklin B., Cascio, W. et coll. 2004. « Air pollution and cardiovascular disease », *Circulation*, vol. 109, p. 2655-2671.
- Brunekreef, B., Holgate, S. T. 2002. « Air pollution and health », *The Lancet*, vol. 360, p. 1233-1242.
- Burnett, R. T., Brook, J. R., Yung, W. T. et coll. 1997. « Association between ozone and hospitalization for respiratory diseases in 16 Canadian cities », *Environmental Research*, vol. 72, p. 24-31.
- D'Amato, G., Liccardi, G., D'Amato, M. et coll. 2001. « The role of outdoor air pollution and climatic changes on the rising trends in respiratory allergy », *Respiratory Medicine*, vol. 95, p. 606-611.
- Delfino, R., Murphy-Moulton, A., Burnett, R. T. et coll. 1997. « Effects of air pollution on emergency room visits for respiratory illnesses in Montreal, Québec », *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, vol. 155, p. 569-576.
- Environnement Canada, 2005. *Inventaire canadien des gaz à effet de serre*.
- Environnement Canada, 2005. « Les particules fines et l'ozone au Canada. Une perspective des standards pancanadiens », Sommaire national 2003, résumé 32 p.
- Développement durable, Environnement et Parcs Québec. 2006a. *L'ozone et les particules fines : état de la situation au Québec et éléments d'intervention*, 6 p.
- Développement durable, Environnement et Parcs Québec. 2006b. *Inventaire des émissions des gaz à effet de serre en 2003 et évolution depuis 1990*.
- Friedman, M. S., Powell, K. E., Hutwagner, L. et coll. 2001. « Impact of changes in transportation and commuting behaviours during the 1996 summer Olympic Games in Atlanta on air quality and childhood asthma », *Journal of American Medical Association*, vol. 285 (7), p. 897-905.



- Gauderman, W. J., Avol, E., Gilliland, F. et coll. 2004. « The effect of air pollution on lung development from 10 to 18 years of age », *New England Journal of Medicine*, vol. 351 (11), p. 1057-1067.
- Gehring, U., Cyrys, J., Brunekreef, B. et coll. 2002. « Traffic-related air pollution and respiratory health during the first two years of life », *European Respiratory Journal*, vol. 19, p. 690-898.
- Gent, J. F., Triche, E. W., Holford, T. R. et coll. 2003. « Association of low-level ozone and fine particles with respiratory symptoms in children with asthma », *Journal of American Medical Association*, vol. 290 (14), p. 1859-1867.
- Goldberg, M. S., Burnett, R. T., Bailar, J. C. et coll. 2001a. « The association between daily mortality and ambient air particle pollution in Montreal, Québec. Non accidental mortality », *Environmental Research*, A86, p. 12-25.
- Goldberg, M. S., Burnett, R. T., Bailar, J. C. et coll. 2001b. « The association between daily mortality and ambient particle pollution in Montreal, Quebec. Cause-specific mortality », *Environmental Research*, A86, p. 26-36.
- Goldberg, M. S., Burnett, R. T., Yale, J.-F. et coll. 2006. « Associations between ambient air pollution and daily mortality among persons with diabetes and cardiovascular disease », *Environmental Research*, vol. 100, p. 255-267.
- Gilbert, N. L., Goldberg, M. S., Beckerman, B. et coll. 2005. « Assessing Spatial Variability of Ambient Nitrogen Dioxide in Montréal, Canada with a Land-Use Regression Model », *Journal Air & Waste Management Association*, vol. 55, p. 1059-1063.
- Hémon, D., Jouglu, É., Clavel, J. et coll. 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. et coll. 2002. « Association between mortality and indicators of traffic-related air pollution in the Netherlands: a cohort study », *The Lancet*, vol. 360, p. 1203-1209.
- 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. et coll. 2000. « Airborne concentrations of PM_{2,5} and diesel exhaust particles on Harlem sidewalks », *Environmental Health Perspectives*, vol. 108 (3), p. 213-218.
- Kunzli, N., Kaiser, R., Medina, S. et coll. 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 *Pollution atmosphérique et impacts sur la santé et l'environnement dans la grande région de Montréal*, Regroupement montréalais pour la qualité de l'air, p. 178-192.



Levetin, E., Van de Water, P. 2001. « Environmental contributions to allergic disease », *Current Allergy and Asthma Reports*, vol. 1, p. 506-514.

Levy, J., Houseman, E., Spengler, J. D. et coll. 2001. « Fine particulate matter and Polycyclic aromatic hydrocarbon concentration patterns in Roxbury, Massachusetts, a community-based GIS analysis », *Environmental Health Perspectives*, vol. 109 (4), p. 341-347.

McConnell, R., Berhane, K., Gilliland, F. et coll. 2002. « Asthma in exercising children exposed to ozone: a cohort study », *The Lancet*, 359, p. 386-391.

Morris, R. D. 2001. « Airborne particulates and hospital admissions for cardiovascular disease: a quantitative review of the evidence », *Environmental Health Perspectives*, vol. 109, suppl. 4, p. 495-500.

OMS, 1999. Directives de l'OMS relatives au bruit dans l'environnement.

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

Pope, C. A., Burnett, R. T., Thun, M. J. et coll. 2002. « Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution », *Journal of American Medical Association*, 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.

Réseau de surveillance de la qualité de l'air, Ville de Montréal, Rapports annuels 2002-2004.

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

Smargiassi, A., Baldwin, M., Pilger, C. et coll., 2005. « Small scale variability of particle concentrations and traffic levels in Montreal: a pilot study », *The science of the total environment*, vol. 338 (3), p. 243-251.

Smargiassi, A., Berrada, K., Fortier, I. et coll., 2006. « Traffic intensity, dwelling value and hospital admissions for respiratory disease among the elderly in Montreal (Canada): a case-control analysis », *Journal of Epidemiology and Community Health*, 60, p. 507-512.

Thurston, G., Bates, D. 2003. « Air pollution as an underappreciated cause of asthma symptoms », *Journal of American Medical Association*, vol. 290 (14), p. 1915-1917.

World Health Organization (OMS, UNEP, WMO), 2003. *Climate change and human health-risks and responses*.

World Health Organization, 2003. *Health Aspects of Air Pollution with Particulate Matter, Ozone and Nitrogen Dioxide*. Report on a WHO Working Group.

Yaffe, B. 2004. *Air Pollution Burden of Illness in Toronto*, Toronto Public Health.