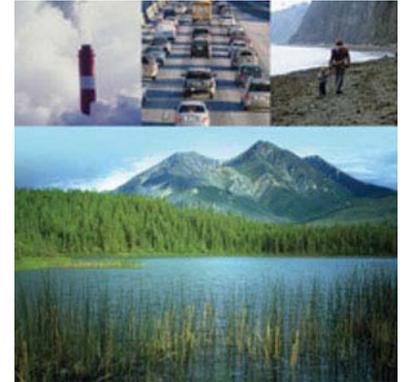




N° 16-254-XIF au catalogue

# Indicateurs canadiens de durabilité de l'environnement : Indicateurs de la qualité de l'air : sources des données et méthodes

2006



 Statistique  
Canada    Statistics  
Canada

Canada

## Comment obtenir d'autres renseignements

Toute demande de renseignements au sujet du présent produit ou au sujet de statistiques ou de services connexes doit être adressée à : Division des comptes et de la statistique de l'environnement, Statistique Canada, Ottawa, Ontario, K1A 0T6 (téléphone : 613-951-0297; télécopieur : 613-951-0634 ou par courriel : [environ@statcan.ca](mailto:environ@statcan.ca)) et/ou doit être adressée à : Informathèque, Environnement Canada, Gatineau (Québec) K1A 0H3 (téléphone : 1-800-668-6767; télécopieur : 819-994-1412 ou par courriel : [enviroinfo@ec.gc.ca](mailto:enviroinfo@ec.gc.ca)).

Pour toute demande de renseignements au sujet de ce produit ou sur l'ensemble des données et des services de Statistique Canada, visiter notre site Web à [www.statcan.ca](http://www.statcan.ca). Vous pouvez également communiquer avec nous par courriel à [infostat@statcan.ca](mailto:infostat@statcan.ca) ou par téléphone entre 8h30 et 16h30 du lundi au vendredi aux numéros suivants :

### Numéros sans frais (Canada et États-Unis) :

Service de renseignements	1-800-263-1136
Service national d'appareils de télécommunications pour les malentendants	1-800-363-7629
Télécopieur	1-877-287-4369
Renseignements concernant le Programme des services de dépôt	1-800-635-7943
Télécopieur pour le Programme des services de dépôt	1-800-565-7757

### Centre de renseignements de Statistique Canada :

Télécopieur 1-613-951-8116

Téléphone 1-613-951-0581

## Renseignements pour accéder au produit

Le produit n° 16-254-XIF au catalogue est disponible gratuitement sous format électronique. Pour obtenir un exemplaire, il suffit de visiter notre site Web à [www.statcan.ca](http://www.statcan.ca) et de choisir la rubrique Publications.

## Normes de service à la clientèle

Statistique Canada s'engage à fournir à ses clients des services rapides, fiables et courtois. À cet égard, notre organisme s'est doté de normes de service à la clientèle qui sont observées par les employés lorsqu'ils offrent des services à la clientèle. Pour obtenir une copie de ces normes de service, veuillez communiquer avec Statistique Canada au numéro sans frais 1-800-263-1136. Les normes de service sont aussi publiées sur le site [www.statcan.ca](http://www.statcan.ca) sous À propos de nous > Offrir des services aux Canadiens.

# Indicateurs canadiens de durabilité de l'environnement : Indicateurs de la qualité de l'air : sources des données et méthodes

2006

Environnement Canada	Environment Canada
Statistique Canada	Statistics Canada
Santé Canada	Health Canada

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada 2007.

Tous droits réservés. Le contenu de la présente publication électronique peut être reproduit en tout ou en partie, et par quelque moyen que ce soit, sans autre permission du Gouvernement du Canada, sous réserve que la reproduction soit effectuée uniquement à des fins d'étude privée, de recherche, de critique, de compte rendu ou en vue d'en préparer un résumé destiné aux journaux, et/ou à des fins non commerciales. Le Gouvernement du Canada doit être cité comme suit : Source (ou « Adapté de », s'il y a lieu) : Gouvernement du Canada, année de publication, nom du produit, numéro au catalogue, volume et numéro, période de référence et page(s). Autrement, il est interdit de reproduire le contenu de la présente publication, ou de l'emmagasiner dans un système d'extraction, ou de le transmettre sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit, reproduction électronique, mécanique, photographique, pour quelque fin que ce soit, sans l'autorisation écrite préalable du Ministre des Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, Ottawa, Ontario K1A 0S5, et des Services d'octroi de licences, Division des services à la clientèle, Statistique Canada, Ottawa, Ontario, Canada K1A 0T6.

Août 2007

N° 16-254-XIF au catalogue  
ISSN 1911-6721

Périodicité : annuel

Ottawa

This publication is available in English upon request (catalogue no. 16-255-XIE).

---

## Note de reconnaissance

Le succès du système statistique du Canada repose sur un partenariat bien établi entre Statistique Canada et la population, les entreprises, les administrations canadiennes et les autres organismes. Sans cette collaboration et cette bonne volonté, il serait impossible de produire des statistiques précises et actuelles.

## Table des matières

<b>1. Introduction .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Description des indicateurs .....</b>	<b>5</b>
<b>3. Comment les indicateurs sont utilisés .....</b>	<b>6</b>
<b>4. Comment les indicateurs sont calculés .....</b>	<b>6</b>
4.1 Moyennes quotidiennes.....	8
4.2 Période.....	8
4.3 Pondération en fonction de la population.....	9
<b>5. Sources des données .....</b>	<b>11</b>
5.1 Techniques de surveillance physique .....	11
5.2 Couverture spatiale des données .....	12
5.3 Qualité et exhaustivité des données .....	16
5.4 Disponibilité des résultats en temps opportun.....	18
<b>6. Analyse statistique.....</b>	<b>18</b>
6.1 Résumé des résultats.....	19
<b>7. Mises en garde et limites des indicateurs et des données .....</b>	<b>20</b>
<b>8. Améliorations prévues.....</b>	<b>20</b>
<b>Références .....</b>	<b>22</b>

# 1. Introduction

La santé des Canadiens ainsi que leur bien-être social et économique sont intimement liés à la qualité de leur environnement. Devant ce constat, le gouvernement du Canada s'est engagé en 2004 à établir des indicateurs nationaux de la qualité de l'air, des émissions de gaz à effet de serre et de la qualité de l'eau douce. L'objectif des indicateurs est de fournir aux Canadiens une information plus régulière et plus fiable sur l'état de leur environnement et sur les liens entre celui-ci et l'activité humaine. Environnement Canada, Statistique Canada et Santé Canada travaillent de concert en vue d'élaborer et de diffuser ces indicateurs. Cette initiative, qui témoigne de la responsabilité partagée de la gestion de l'environnement au Canada, a profité de la collaboration et de diverses contributions des provinces et des territoires.

Le présent rapport fait partie d'une série de documents publiés en vertu de l'initiative des Indicateurs canadiens de durabilité de l'environnement (ICDE).<sup>1</sup> Chaque indicateur publié au cours d'une année donnée en vertu de l'ICDE comporte un rapport connexe sur les « sources de données et méthodes », qui fournit des précisions techniques et d'autres éclairages destinés à faciliter l'interprétation de l'indicateur et à permettre à d'autres d'effectuer des analyses plus poussées à partir des données et des méthodes de l'ICDE.

Ce rapport porte sur les méthodes et données qui ont servi à l'élaboration des indicateurs de la qualité de l'air, tels que publiés dans le rapport sur les ICDE 2006.

## 2. Description des indicateurs

Une mauvaise qualité de l'air a des impacts négatifs importants sur l'environnement naturel, la santé humaine et la productivité. L'exposition humaine à l'ozone troposphérique et aux particules fines ( $P_{2,5}$ ) est particulièrement préoccupante puisqu'il n'existe pas de seuil déterminé sous lequel les concentrations de ces polluants seraient sécuritaires et n'entraîneraient pas de risques pour la santé humaine. Les indicateurs de la qualité de l'air des ICDE 2006 évaluent l'impact potentiel sur les Canadiens d'une exposition à l'ozone troposphérique et aux  $P_{2,5}$ . Ces polluants sont parmi les principales composantes du smog et comptent parmi les polluants atmosphériques extérieurs les plus communs et les plus nocifs.

Les indicateurs de la qualité de l'air sont des estimés pondérés en fonction de la population basés sur les concentrations moyennes saisonnières d'ozone troposphérique et de  $P_{2,5}$  (du 1<sup>er</sup> avril au 30 septembre). L'indicateur d'ozone troposphérique est basé sur les plus fortes concentrations moyennes de huit heures, alors que l'indicateur de  $P_{2,5}$  est basé sur la concentration quotidienne moyenne sur une période de 24 heures.

Les indicateurs ne sont pas axés uniquement sur les observations maximales ou de pointe. Ils sont conçus pour refléter les impacts potentiels à plus long terme sur la santé attribuables aux concentrations d'ozone troposphérique et de  $P_{2,5}$ . Les indicateurs sont pondérés en fonction de la population et déclarés en supposant que les concentrations d'ozone troposphérique et de  $P_{2,5}$  sont constantes dans un rayon de 40 km autour de chaque station de surveillance.

---

1 [www.environmentandresources.gc.ca/indicators](http://www.environmentandresources.gc.ca/indicators) et [www.statcan.ca](http://www.statcan.ca)

### 3. Comment les indicateurs sont utilisés

L'objectif des indicateurs est de fournir aux Canadiens une information plus régulière et plus fiable sur l'état de leur environnement et sur les liens entre celui-ci et l'activité humaine. Les indicateurs de la qualité de l'air des ICDE évaluent l'impact potentiel moyen sur les Canadiens d'une exposition à l'ozone troposphérique et aux  $P_{2,5}$ . Ils sont destinés à servir d'indicateur général d'état afin de permettre aux analystes de politiques et aux décideurs de déterminer si des progrès suffisants sont accomplis en matière de qualité de l'air, mesurée en termes d'une réduction de l'exposition de la population à l'ozone troposphérique et aux  $P_{2,5}$  à plus long terme.

### 4. Comment les indicateurs sont calculés

#### **Calcul de la concentration quotidienne maximum de l'ozone troposphérique sur une période de huit heures**

On peut calculer 24 moyennes sur huit heures (périodes de huit heures en rotation) par jour. La concentration quotidienne maximum sur une période de huit heures pour une journée donnée est la moyenne sur huit heures la plus élevée des 24 moyennes possibles calculées pour cette journée. Consultez le tableau explicatif 1 pour une illustration des moyennes de huit heures.

#### **Calcul de la concentration moyenne de l'ozone troposphérique en saison chaude**

La concentration moyenne d'ozone troposphérique en saison chaude est la moyenne des plus fortes concentrations moyennes sur une période de huit heures durant la période du 1<sup>er</sup> avril au 30 septembre. C'est au cours de ces mois de l'année que les concentrations d'ozone troposphérique sont normalement les plus élevées.

#### **Calcul de la concentration moyenne de $P_{2,5}$ sur une période de 24 heures**

L'indicateur de la qualité de l'air pour les  $P_{2,5}$  est calculé exactement de la même manière que celui de l'ozone troposphérique, mais utilise une seule période de calcul — une concentration moyenne sur une période de 24 heures. La valeur quotidienne des  $P_{2,5}$  fait référence à la concentration moyenne de  $P_{2,5}$  sur une période de 24 heures, de minuit à minuit.

#### **Calcul de la concentration moyenne de $P_{2,5}$ en saison chaude**

La valeur moyenne d'un indicateur de  $P_{2,5}$  donné en saison chaude est la moyenne des concentrations moyennes sur une période de 24 heures durant la période du 1<sup>er</sup> avril au 30 septembre.

**Tableau explicatif 1 Représentation graphique du calcul de la moyenne maximum sur huit heures de la concentration d'ozone troposphérique pour chaque journée (parties par milliard)**

Jour	Heure	Lecture horaire (ppb)	Moyennes mobiles de huit heures (ppb)	Valeur maximale quotidienne (ppb)
1	00:00	44	46	46
	01:00	45		
	02:00	46		
	03:00	47		
	04:00	47		
	05:00	47		
	06:00	46		
	07:00	44	46	
	08:00	41	45	
	09:00	36	44	
	10:00	34	43	
	11:00	33	41	
	12:00	35	40	
	13:00	33	38	
	14:00	30	36	
	15:00	29	34	
	16:00	29	32	
	17:00	32	32	
	18:00	33	32	
	19:00	32	32	
	20:00	32	31	
	21:00	34	31	
	22:00	32	32	
	23:00	30	32	
2	00:00	31	32	
	01:00	35	32	
	02:00	36	33	
	03:00	35	33	
	04:00	34	33	
	05:00	32	33	
	06:00	30	33	

## 4.1 Moyennes quotidiennes

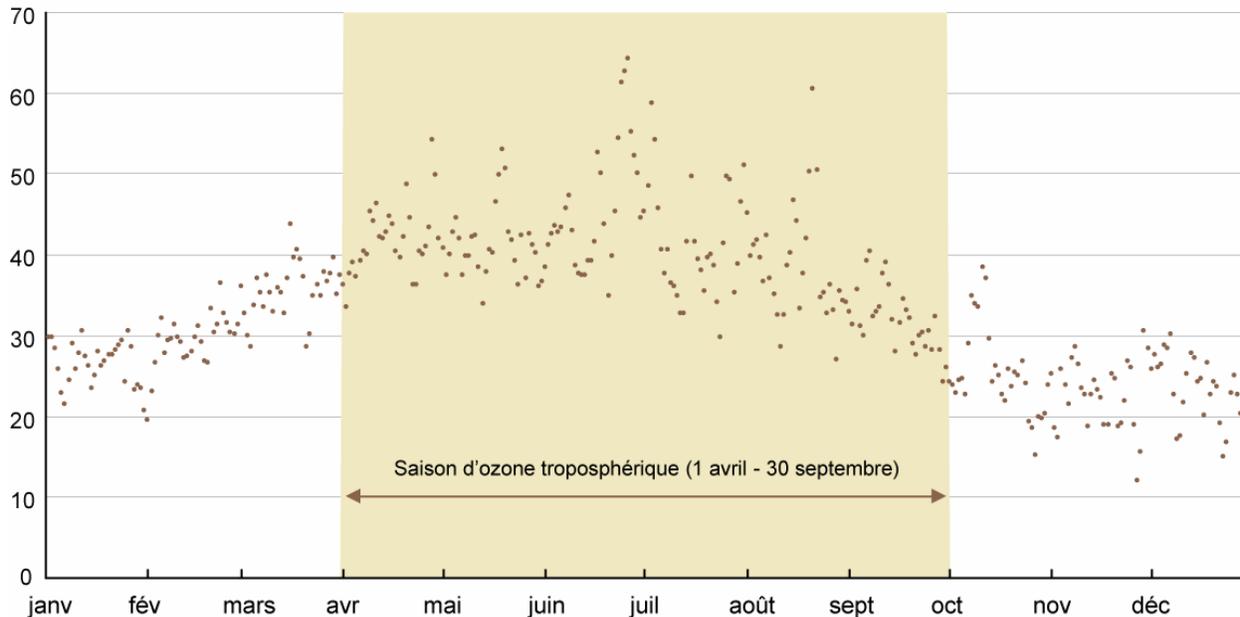
La pollution atmosphérique peut avoir des effets nocifs sur la santé, même avec un faible niveau d'exposition, en particulier en ce qui concerne l'ozone troposphérique et les P<sub>2,5</sub>. Pour cette raison, les indicateurs de la qualité de l'air sont basés sur des concentrations moyennes quotidiennes plutôt que sur des maximums quotidiens ou des concentrations de pointe. Dans le cours d'une année, on enregistre rarement des concentrations de pointe, alors que les valeurs moyennes reflètent plus adéquatement l'exposition quotidienne des Canadiens aux polluants atmosphériques.

## 4.2 Période

Les indicateurs de la qualité de l'air tiennent compte des concentrations quotidiennes d'ozone troposphérique et de P<sub>2,5</sub> durant la saison chaude (du 1<sup>er</sup> avril au 30 septembre), ce qui constitue également la période où les Canadiens font le plus d'activités extérieures<sup>2</sup>. Au cours de ces mois, les conditions météorologiques sont plus propices à la formation d'ozone troposphérique. La figure 1 illustre un exemple des schémas saisonniers des concentrations d'ozone troposphérique au cours d'une année. Bien que les matières particulaires soient préoccupantes en hiver, la variabilité induite par les instruments par temps froid présente un défi pour les méthodes actuelles de surveillance; les données sur les P<sub>2,5</sub> en saison chaude seront donc utilisées dans le rapport sur les ICDE 2006.

**Figure 1 Concentrations quotidiennes maximum d'ozone troposphérique par périodes de huit heures, moyenne de 79 stations de surveillance au Canada**

parties par milliards (ppb)



Remarque : Cette moyenne n'est pas pondérée en fonction de la population.

Source : Environnement Canada – Base de données du Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique

2. Leech, J.A., W.C. Nelson, R.T. Burnett, S. Aaron, and M. Raizenne. 2002. "It's about time: a comparison of Canadian and American time-activity patterns." *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, 12: 427–432.

### 4.3 Pondération en fonction de la population

Dans les rapports sur les ICDE 2005 et 2006, les indicateurs de la qualité de l'air ont été calculés en utilisant les données des stations de surveillance, pondérées en fonction de la population. Il est nécessaire de pondérer en fonction de la population parce que les stations de surveillance du Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique (RNSPA) sont situées principalement dans des régions (urbaines) plus peuplées, mais les stations ne sont pas situées en proportion directe de la population totale de chaque région. Ainsi, l'ajustement proportionnel par la pondération de la population permet de donner un estimé plus pertinent de l'exposition humaine potentielle à l'ozone troposphérique et aux P<sub>2,5</sub>.<sup>3</sup>

La concentration pondérée en fonction de la population est calculée en estimant le nombre de personnes habitant dans un rayon de 40 km autour de chaque station de surveillance, donnant ainsi à chaque station de surveillance un poids relatif à sa population (P). La concentration pondérée en fonction de la population (P) est multipliée par les niveaux ambiants (C) d'ozone troposphérique ou de P<sub>2,5</sub> mesurés à cette station (p. ex., P\*C). Les produits obtenus pour chaque station de surveillance sont alors additionnés et divisés par la somme de la population totale dans tous les cercles (la somme des décomptes de population de toutes les stations de surveillance).

$$\text{Indicateur d'exposition} = \frac{P_1 * C_1 + P_2 * C_2 + P_3 * C_3 + \dots + P_n * C_n}{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}$$

P<sub>n</sub> désigne la population dans un rayon de 40 km autour de la station de surveillance et C<sub>n</sub> désigne le niveau ambiant d'ozone (pour l'indicateur d'ozone) ou de P<sub>2,5</sub> (pour l'indicateur de P<sub>2,5</sub>) mesuré à la station de surveillance n. Pour l'ozone, le niveau ambiant considéré (C) est le maximum quotidien de toutes les concentrations moyennes sur une période de huit heures enregistrées au cours de la journée et pour les P<sub>2,5</sub> le niveau ambiant considéré est la moyenne sur une période de 24 heures (minuit à minuit).

Cette méthode permet d'accorder un poids supérieur aux concentrations d'ozone et de P<sub>2,5</sub> dans les régions urbaines plus peuplées. Une réduction du rayon de 40 km à 20 km n'a eu aucun impact sur les pondérations relatives et par le fait même sur les indicateurs de la qualité de l'air.

La méthodologie de calcul des moyennes pondérées en fonction de la population des indicateurs ICDE correspond tout à fait aux recommandations de la Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie (TRNEE) selon lesquelles les indicateurs de la qualité de l'air devraient ajouter une dimension population aux données brutes sur la qualité de l'air disponibles par le RNSPA.

#### Estimation de la pondération de la population

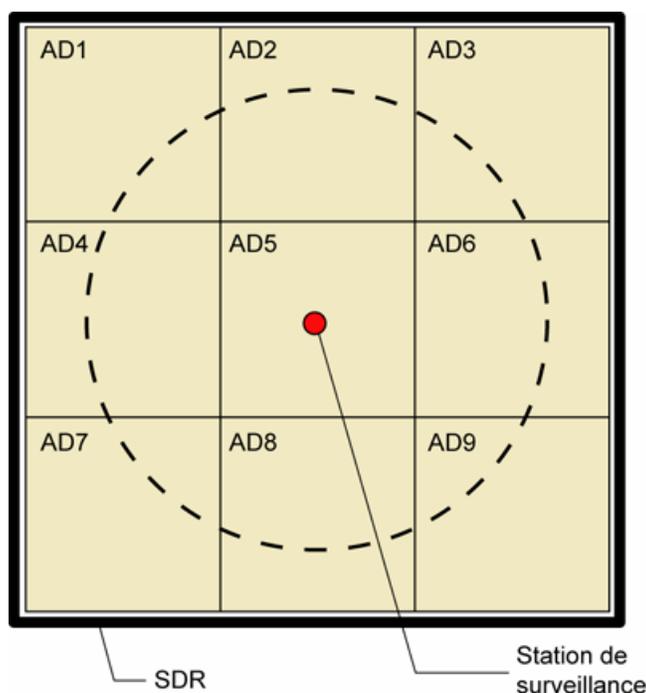
La pondération de la population pour chaque station de surveillance est basée sur les données du recensement. Les données du recensement sont recueillies uniquement tous les cinq ans, lors de l'année de recensement. Dans les années où il n'y a pas de recensement, Statistique Canada effectue des estimations de la population pour chaque subdivision de recensement

3. Cette approche est semblable à celle de la méthode pilote (quoique plus générale) utilisée dans le document de travail sur les indicateurs du développement durable et de l'environnement de la Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie (2003) préparé par Statistique Canada.

(SDR). Il existe près de 5 600 SDR qui couvrent tout le territoire du Canada. Chaque SDR est constituée de plusieurs aires de diffusion, soit des aires géographiques normalisées composées de pâtés de maisons d'un même voisinage, d'une population de 400 à 700 personnes. Lors des années de recensement, la population de chaque aire de diffusion est disponible dans les données du recensement. Dans les années où il n'y a pas de recensement, la population de chaque aire de diffusion est calculée à partir de l'estimation de population susmentionnée dans chaque SDR correspondant.

Étant donné que les limites des aires de diffusion ne correspondent pas toujours précisément aux limites des cercles concentriques de 40 km autour des stations de surveillance utilisés pour les indicateurs, la population de chaque cercle est calculée à partir de la proportion de la région représentée par les aires de diffusion. La figure 2 présente un cadre conceptuel d'estimation de la population dans une région concentrique autour d'une station de surveillance.

**Figure 2 Diagramme conceptuel pour évaluer la pondération de la population pour une station de surveillance.**



Remarque : Le grand carré délimité par une ligne foncée représente une subdivision de recensement (SDR) comprenant neuf aires de diffusion (AD1 à AD9) représentées par des petits carrés. Le cercle hachuré représente une région circulaire autour d'une station de surveillance. La contribution de chaque aire de diffusion à la population du « cercle » est basée sur la proportion de l'aire, c'est-à-dire le pourcentage de chaque aire de diffusion compris dans le cercle. Par exemple, toute la population de DA5 est comprise dans le cercle, alors que seulement la moitié de la population de DA2 fait partie du cercle. Ces aires de diffusion et leurs pourcentages sont constants pendant toute la période utilisée pour le calcul des indicateurs de la qualité de l'air pondérés en fonction de la population. Toutefois, le pourcentage de contribution de chaque aire de diffusion fille à la population de sa SDR mère change à chaque année de recensement, selon un cycle de cinq ans. La proportion de la population entre les aires de diffusion d'une SDR lors d'une année de recensement est utilisée pour déduire la population de l'aire de diffusion pour les années suivantes, où il n'y a pas de recensement.

## 5. Sources des données

Les stations de surveillance de la qualité de l'air sont situées dans tout le Canada et sont gérées par les provinces, les municipalités, les territoires et Environnement Canada. Presque toutes les stations qui recueillent des données sur l'ozone troposphérique et les  $P_{2,5}$  font partie du programme du Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique (RNSPA), une entente de coopération entre le gouvernement fédéral, les provinces et les territoires qui existe depuis 1970. Le but du RNSPA est de fournir des données exactes sur la qualité de l'air à long terme, obtenues selon des méthodes normalisées pour l'ensemble du Canada. Les données du RNSPA sont conservées dans la base de données canadienne sur la qualité de l'air et sont diffusées chaque année dans un rapport sommaire sur la qualité de l'air.<sup>4</sup> Cette base de données comprend également des données sur l'ozone troposphérique du Réseau canadien de surveillance de l'air et des précipitations, géré par Environnement Canada. Les stations du Réseau canadien de surveillance de l'air et des précipitations ont été mises en place à des fins de recherche et pour surveiller la pollution atmosphérique à l'extérieur des milieux urbains.

### 5.1 Techniques de surveillance physique

Figure 3 Station de surveillance de la qualité de l'air



En 2004, le RNSPA comprenait 259 stations de surveillance situées dans des collectivités de l'ensemble du pays. Au total, les stations étaient équipées de 664 appareils de surveillance en continu pour mesurer l'ozone troposphérique, les particules, le dioxyde de soufre, le monoxyde de carbone et le dioxyde d'azote ainsi que de 106 échantillonneurs d'air pour mesurer des composantes de particules, divers composés organiques volatils et d'autres substances toxiques (figure 3).

Il existe des normes et des procédures pour la sélection et le positionnement des stations et de leur équipement d'échantillonnage. Par exemple, on choisit l'emplacement des sondes qui mesurent l'ozone et d'autres polluants en fonction d'un ensemble de critères qui permettent de déterminer la hauteur de la sonde, sa distance des routes et d'autres sources, ainsi que sa distance des arbres et des obstacles qui limitent la circulation de l'air.<sup>5</sup> Ces méthodes sont régies strictement par des manuels d'exploitation ou d'instructions, ainsi que par des procédures appropriées d'assurance de la qualité. Les normes utilisées pour la calibration de l'ozone troposphérique sont certifiées par le United States National Institute of Standards and Technology.<sup>6</sup> Les appareils d'analyse de l'air utilisés pour échantillonner l'ozone troposphérique sont conformes aux exigences du U.S. Environmental Protection Agency.<sup>7</sup> Environnement Canada a documenté

4. [www.etc-cte.ec.gc.ca/publications/napsreports\\_e.html](http://www.etc-cte.ec.gc.ca/publications/napsreports_e.html)

5. Environnement Canada. 2004. *Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique. Directives en matière d'assurance et de contrôle de la qualité*. Division des analyses et de la qualité de l'air, Centre des sciences et technologies environnementales (CSTE), Environnement Canada, Ottawa.

6. National Institute of Standards and Technology, USA; voir Environnement Canada. 2005. *Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique—Sommaire des données annuelles pour 2003*. Ottawa (Rapport EPS 7/AP/37)

7. U.S. Environmental Protection Agency

le processus de collecte et de traitement des données dans le cadre du programme du RNSPA.<sup>8</sup> Les particules fines sont mesurées à l'aide d'appareils de surveillance continue, les échantillonneurs à microbalance (TEOM) permettant de mesurer les particules fines.

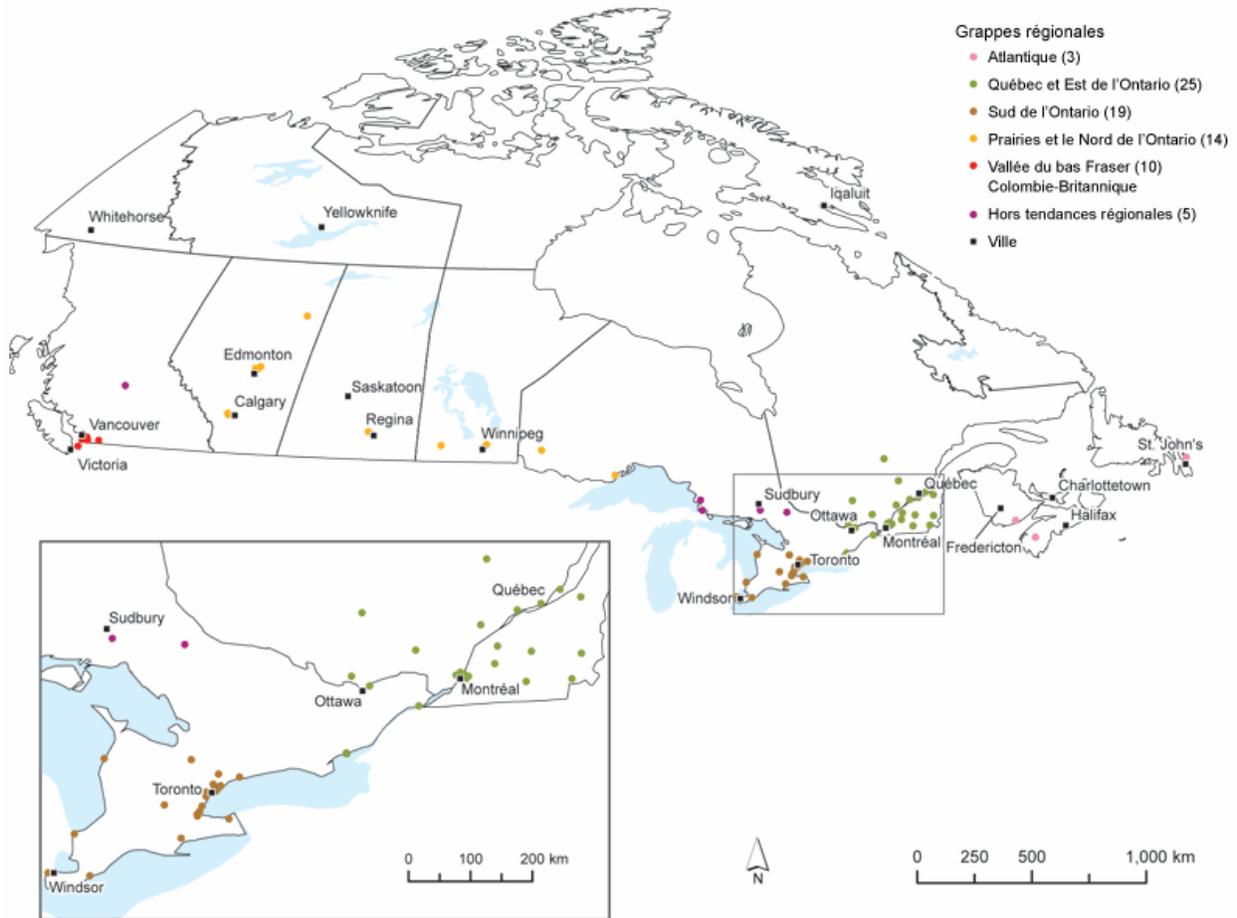
## ***5.2 Couverture spatiale des données***

Les stations de surveillance de la qualité de l'air sont réparties dans l'ensemble du pays, avec une plus grande concentration dans les régions urbaines. Les stations de surveillance utilisées pour le rapport 2006 couvrent les zones habitées par environ 65 % de la population du Canada. Étant donné que le RNSPA comporte des stations qui ont été mises sur pied en réponse à différents besoins, leur répartition dans le réseau n'est pas systématique. En effet, chaque partenaire du RNSPA a établi ses propres réseaux et regroupements de stations de surveillance afin de surveiller les conditions régionales ou urbaines. Malgré certaines différences régionales de priorités en termes de couverture spatiale, le RNSPA offre une couverture nationale et régionale représentative pour la surveillance de l'ozone troposphérique.

---

8. [www.etc-cte.ec.gc.ca/publications/naps/NAPSQAQC.pdf](http://www.etc-cte.ec.gc.ca/publications/naps/NAPSQAQC.pdf) Consulté le 2 avril 2006

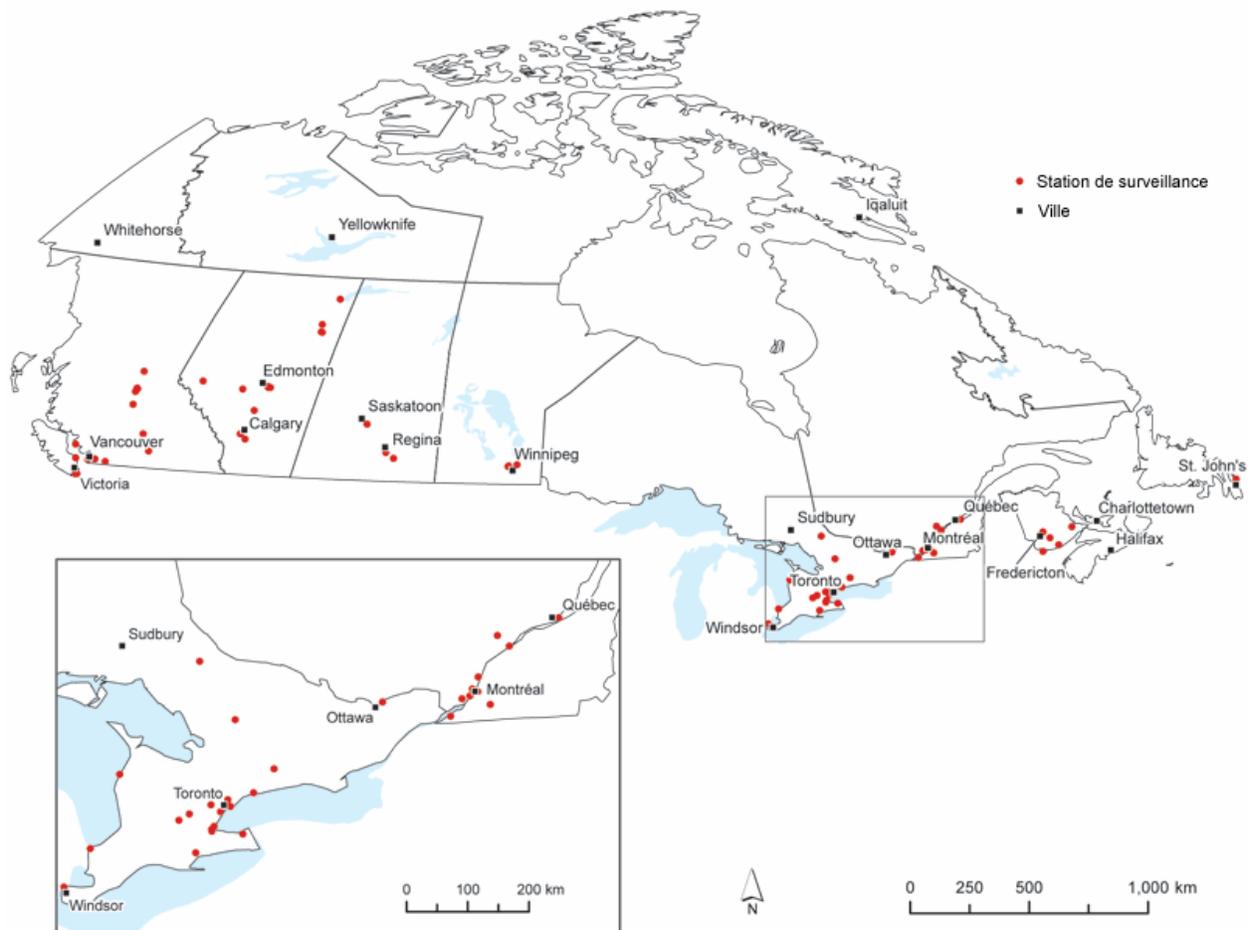
**Figure 4 Emplacement des stations de surveillance utilisées pour calculer les tendances de l'indicateur d'ozone troposphérique**



Notes : Le nombre total de stations de surveillance est 76. Les grappes régionales ont été définies par Environnement Canada.

Sources : Base de données du Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique (RNSPA), Environnement Canada; Division des comptes et de la statistique de l'environnement, Statistique Canada.

**Figure 5 Emplacement des stations de surveillance utilisées pour calculer les tendances de l'indicateur de P<sub>2,5</sub>**



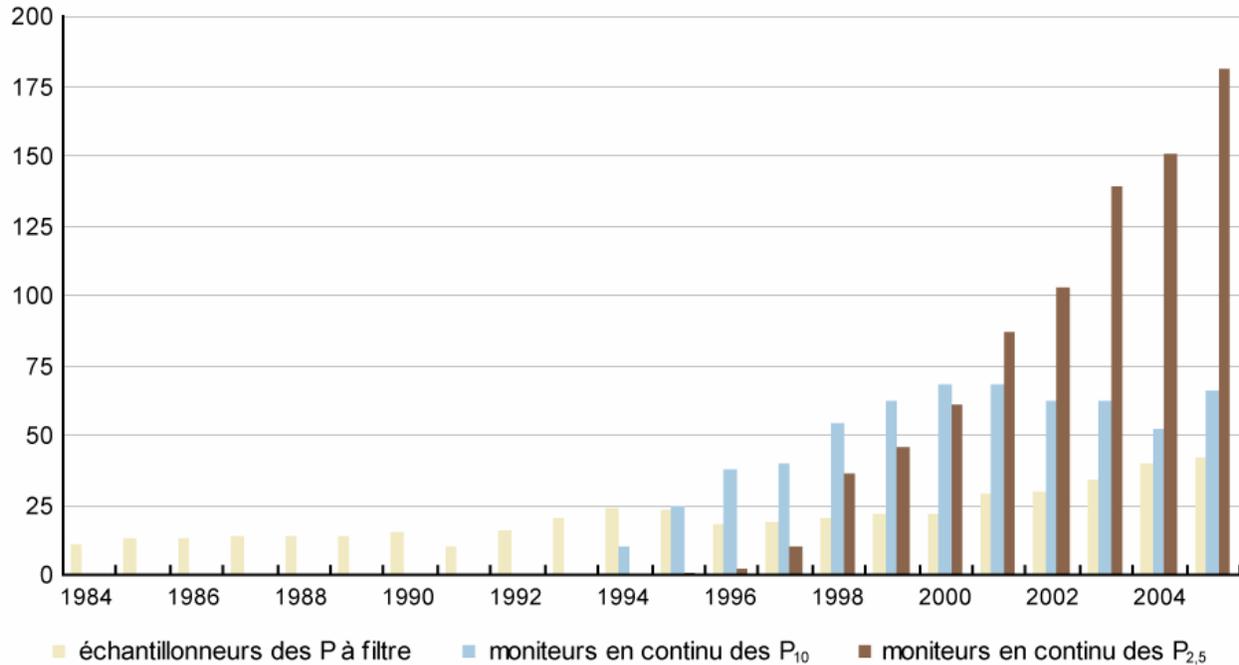
Notes : Le nombre total de stations de surveillance est 63. Les grappes régionales ont été définies par Environnement Canada.

Sources : Base de données du Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique (RNSPA), Environnement Canada; Division des comptes et de la statistique de l'environnement, Statistique Canada.

En ce qui concerne les P<sub>2,5</sub>, le nombre de stations de surveillance disposant d'appareils de surveillance continue a augmenté depuis l'an 2000 et les données provenant de ces stations ont été utilisées dans le rapport des ICDE 2006. Le réseau original de pesée de filtre à la main mis sur pied en 1984 est toujours en exploitation à des fins de validation dans plus de 40 sites à travers le Canada, mais aucune donnée n'a été utilisée pour le rapport des ICDE 2006. La figure 6 présente la croissance du nombre de moniteurs de particules au Canada.

**Figure 6 Croissance du nombre de moniteurs de particules au Canada.**

nombre d'échantillonneurs et moniteurs en continu des P



Étant donné que les stations de surveillance servent à faire le suivi d'un grand nombre de polluants, leur emplacement n'est pas toujours idéal à des fins de surveillance de l'ozone troposphérique et/ou des P<sub>2,5</sub>. Certaines stations ont été implantées dans des régions particulières pour mesurer les effets de sources fixes et/ou mobiles, notamment les émissions des usines et de la circulation automobile. Ces stations ne reflètent pas la qualité de l'air normale pour la région. Quatre stations de surveillance du RNSPA considérées comme non représentatives de la qualité de l'air de la région ont été exclues du calcul des indicateurs (tableau explicatif 2). D'autres stations auraient pu être exclues pour des raisons semblables, mais elles l'ont plutôt été parce qu'elles ne satisfaisaient pas aux exigences des critères d'intégralité.

## Tableau explicatif 2 Les quatre stations de surveillance qui satisfaisaient aux exigences des critères d'intégralité mais qui n'étaient pas représentatives de la qualité de l'air de la région.

Station (code d'identification RNSPA et emplacement)	Motif d'exclusion
50115, Montréal (Québec)	Forts taux d'élimination par les NO <sub>x</sub>
60101, Ottawa (Ontario)	Forts taux d'élimination par les NO <sub>x</sub>
100112, District régional du grand Vancouver (Colombie-Britannique)	Forts taux d'élimination par les NO <sub>x</sub>
91201, Hightower Ridge (Alberta)	Trop grande altitude de la station

Note : Le terme « NO<sub>x</sub> » désigne la famille chimique formée par la somme de l'oxyde nitrique et du dioxyde d'azote (NO + NO<sub>2</sub>). L'interconversion réversible de ces deux oxydes d'azote est chose commune dans l'atmosphère, par l'intermédiaire d'une réaction faisant généralement appel à l'ozone. En fait, les réseaux opérationnels mesurent le NO et les NO<sub>x</sub>, le NO<sub>2</sub> étant calculé par différence. Aux faibles concentrations typiques des régions rurales, les NO<sub>x</sub> apportent une contribution nette positive à la formation photochimique de l'ozone, mais aux fortes concentrations typiques des centres urbains, l'équilibre de cette réaction est déplacé vers la consommation d'ozone, de sorte que les plus fortes émissions attribuables aux transports peuvent contribuer à réduire l'ozone localement. Ce phénomène est connu sous le nom d'« élimination par les No<sub>x</sub> ».

### 5.3 Qualité et exhaustivité des données

Tous les organismes qui participent au programme du RNSPA envoient leurs données au Centre de technologie environnementale d'Environnement Canada. Étant donnée la difficulté de stocker et de gérer l'ensemble des abondantes données des mesures effectuées en continu, les stations n'enregistrent et ne déclarent que les moyennes horaires des lectures.

Les organismes qui contribuent à la base de données du RNSPA effectuent régulièrement des vérifications de routine, et tous s'efforcent d'adhérer aux protocoles d'assurance et de contrôle de la qualité établis. Environnement Canada dirige un programme national de vérification afin d'assurer la cohérence de la participation des diverses administrations du Canada.

Selon une évaluation prudente, l'erreur de mesure des concentrations d'ozone à chaque station serait de  $\pm 10$  p. 100<sup>9</sup>. L'erreur de mesure pour les P<sub>2,5</sub> serait de  $\pm 20$  p. 100<sup>10</sup>. Les stations n'ont pas toutes fonctionné en continu depuis 1990, ni produit les mêmes séries chronologiques de données. Cela s'explique par toutes sortes de raisons, notamment des problèmes techniques à court terme, des enregistrements incomplets et des périodes de mise en service ou hors service de certaines stations. Si elles sont brèves, les lacunes de données n'auront que peu d'effets sur les moyennes calculées pour de longues périodes, ou sur les tendances des concentrations de stations données.

Le tableau explicatif 3 présente certains des standards généraux relatifs à l'ozone troposphérique et aux P<sub>2,5</sub>. Pour obtenir de plus amples renseignements sur les méthodes de surveillance de

9. Halman, R. 2007 Communications personnelles de R. Halman (Centre des sciences de technologies environnementales, Environnement Canada).

10. Dann, T. 2007 Communications personnelles de T. Dann (Centre des sciences de technologies environnementales, Environnement Canada).

l'ozone troposphérique et des P<sub>2,5</sub>, veuillez consulter le rapport sur les standards pancanadiens de surveillance.<sup>11</sup>

**Tableau explicatif 3 Objectifs de qualité des données pour l'ozone troposphérique et les P<sub>2,5</sub>**

Paramètre	l'ozone troposphérique	P <sub>2,5</sub>
Exactitude	±10%	±20%
Précision	< 10%	< 10%
Intégralité	> 75%	> 75%
Comparabilité	Traçable au standard primaire	Méthode de référence
Période de calcul de la moyenne	Horaire	24 heures
Cycle de mesure	À l'année	À l'année

Les critères suivants sont utilisés pour déterminer quelles observations et quelles stations doivent faire partie des calculs des indicateurs de la qualité de l'air. Ils ont été divisés en deux catégories : les critères annuels et les critères de série chronologique. Ces derniers comprennent les critères de la première catégorie.

Critères annuels pour l'ozone troposphérique :

- Chaque période de huit heures doit fournir au moins six heures de données.
- Chaque jour doit fournir au moins 18 heures de données.
- Dans le cas de la saison chaude (du 1<sup>er</sup> avril au 30 septembre), il faut des données pour au moins 75 p. 100 des jours (minimum de 138 jours).

Critères annuels pour les P<sub>2,5</sub> :

- Chaque période de huit heures doit fournir au moins six heures de données.
- Dans le cas des deux trimestres (avril à juin et juillet à septembre), il faut des données pour au moins 75 p. 100 des jours (minimum de 138 jours).

Critères de séries chronologiques pour l'ozone troposphérique et les P<sub>2,5</sub> :

- Les stations doivent fournir des données annuelles pour la saison chaude pour au moins 75 p. 100 des années. Pour la série chronologique 1990–2004 sur l'ozone, cela signifie qu'il faut avoir des données qui satisfont aux critères annuels ci-dessus pour au moins 12 des 15 années. Pour la série chronologique 2000–2004 sur les P<sub>2,5</sub>, cela signifie qu'il faut avoir des données pour 4 années sur 5.
- On exclut les stations pour lesquelles il manque plus de deux années consécutives de données au début ou à la fin de la période, afin d'éviter d'utiliser les données de stations mises en service ou hors service pendant cette période.

En appliquant ces critères d'inclusion et d'intégralité des données à 255 stations de surveillance de l'ozone troposphérique et à 136 stations de surveillance des P<sub>2,5</sub>, uniquement 159 stations de surveillance de l'ozone troposphérique et 117 stations de surveillance des P<sub>2,5</sub> ont satisfait aux exigences annuelles de 2004. Soixante-seize (76) stations de surveillance de l'ozone

11. Conseil canadien des ministres de l'Environnement, "Ambient Air Monitoring Protocol for PM<sub>2,5</sub> and Ozone. Canada-wide Standards for Particulate Matter and Ozone", document préliminaire, traduction avenir, reçu le 5 avril 2006

troposphérique et 63 stations de surveillance des  $P_{2,5}$  ont satisfait aux critères de la série chronologique et ont fourni des données pour l'analyse des tendances.

#### **5.4 Disponibilité des résultats en temps opportun**

Il s'écoule deux ans entre le dernier jour de collecte de données pour une année (30 septembre) et la publication des indicateurs pour cette année. Ce délai est attribuable à plusieurs facteurs interreliés, notamment le lien entre les indicateurs de la qualité de l'air et d'autres indicateurs de durabilité de l'environnement, la vérification des données brutes, la compilation à l'échelle nationale par les différents intervenants, l'analyse, la révision et la préparation des rapports. On a appliqué les processus d'assurance et de contrôle de la qualité aux données utilisées dans ce rapport pour garantir qu'elles sont conformes aux lignes directrices d'Environnement Canada et de ses partenaires. Des améliorations sont prévues pour réduire ce délai lors des prochains rapports.

## **6. Analyse statistique**

Différents ensembles d'information ont été extraits des données fournies par les stations de surveillance. On a calculé des tendances nationales des valeurs moyennes d'ozone troposphérique et de  $P_{2,5}$  pour la saison chaude, pondérées en fonction de la population. Les tendances nationales sont basées sur les 76 stations de surveillance de l'ozone troposphérique et les 63 stations de surveillance des  $P_{2,5}$  dans l'ensemble du Canada qui ont satisfait aux exigences d'intégralité pour les critères annuels et de séries chronologiques. Les tendances régionales ont été calculées uniquement pour l'ozone troposphérique. Les tendances régionales pour l'ozone troposphérique sont basées sur 3 stations des provinces Atlantiques, 25 stations au Québec et dans l'est de l'Ontario, 19 stations dans le sud de l'Ontario, 14 stations dans les Prairies et 10 stations de la vallée du Bas-Fraser en Colombie-Britannique. Ces stations, pour un total de 71, plus cinq stations qui n'étaient pas comprises dans les cinq grappes régionales ci-dessus, ont toutes satisfait aux exigences d'intégralité pour les critères annuels et de séries chronologiques. Il n'existait pas suffisamment de données de séries chronologiques pour calculer des tendances régionales pour les  $P_{2,5}$ .

En plus des indicateurs de la qualité de l'air portant sur l'ozone et les  $P_{2,5}$ , des instantanés des concentrations d'ozone troposphérique et de  $P_{2,5}$  pendant la saison chaude 2004 figurent également dans le rapport 2006. Ces instantanés représentent les concentrations moyennes obtenues par 59 stations de surveillance de l'ozone troposphérique et 117 stations de surveillance des  $P_{2,5}$  dans l'ensemble du Canada. Ces stations sont conformes aux exigences d'intégralité pour 2004.

Des analyses statistiques non-paramétriques ont été effectuées pour examiner la direction et l'amplitude de la variation annuelle entre 1990 et 2004, uniquement pour l'indicateur de l'ozone troposphérique. L'analyse standard Mann-Kendall (MK) a été utilisée pour déterminer la direction des variations annuelles et une estimation de la pente Sen a été effectuée pour déterminer l'amplitude de la tendance (changement d'une année à l'autre).

Les méthodes MK et Sen ont été appliquées uniquement à l'indicateur de l'ozone troposphérique, pour lequel on dispose de 15 ans de données. La période limitée de calcul de l'indicateur de  $P_{2,5}$ , pour lequel on dispose de seulement cinq ans de données, n'a pas été jugée suffisante pour l'application des méthodes susmentionnées.

L'application des méthodes MK et Sen est appropriée pour déceler des tendances potentielles dans les données sur la qualité de l'air, à condition de satisfaire aux hypothèses sous-jacentes des analyses. Par exemple, l'analyse MK convient aux cas où la tendance est monotone. À cette fin, l'analyse médiane a été utilisée pour déterminer si les données sur l'ozone troposphérique révélaient une tendance à la baisse ou à la hausse. Les données ont donc été groupées en deux périodes : avant 1997 (l'année au milieu de la période de référence de 1990-2004 pour l'indicateur d'ozone) et après 1997, une au-dessus de la médiane de toutes les estimations et l'autre sous la médiane de toutes les estimations. Les deux groupes ont alors été analysés pour déterminer s'il existait entre eux une différence significative au point de vue statistique, à une probabilité de 80 %. Les données nationales et toutes les données régionales à l'exception de celles des provinces Atlantiques ont satisfait à l'hypothèse monotone ( $p < 0,13$ ).

Une autre hypothèse sous-jacente de ces méthodes est qu'il n'existe aucun caractère saisonnier et aucune autocorrélation entre les données. Les données sur l'ozone troposphérique représentent des concentrations obtenues uniquement en saison chaude. L'hypothèse selon laquelle il n'existe aucun caractère saisonnier est donc partiellement satisfaite. L'autocorrélation des indicateurs d'ozone de l'ICDE signifie que les valeurs annuelles peuvent être fonction des données de l'année précédente. En d'autres mots, les données de l'année dernière pourraient permettre de prédire les données de cette année. Une analyse d'autocorrélation standard a été effectuée pour déterminer le degré de dépendance entre les valeurs de la série chronologique constituée par les points de données annuels de l'ICDE. Les résultats de l'analyse d'autocorrélation n'ont révélé aucune dépendance.

Les résultats de ces méthodes statistiques doivent être replacés dans leur contexte et interprétés avec prudence. La méthode Sen prédit la tendance (la pente de la courbe), basée sur un taux médian (changement d'une unité par année). Elle permet d'obtenir une approximation de la variation dans le temps des valeurs prévues.

## 6.1 Résumé des résultats

Le tableau explicatif 4 présente le taux de variation annuel estimé à l'échelle nationale et régionale pour les indicateurs d'ozone troposphérique en unités ppb (une partie d'ozone troposphérique par milliard de parties d'air) et en pourcentage de la valeur médiane pour toute la période (15 ans).

**Tableau explicatif 4 Taux de variation annuel de l'indicateur d'ozone troposphérique entre 1990 et 2004, selon la méthode Sen.**

Indicateur d'ozone troposphérique	Stations	Taux de variation par année	Taux de variation par année	Intervalle de confiance de 90%
	nombre	ppb	%	%
National	71	0,3	0,9	+0,1 à +1,6
Canada atlantique	3	0,1	0,3	-1,3 à +2,1
Québec et Est de l'Ontario	25	0,4	1,2	0,0 à +1,9
Sud de l'Ontario	19	0,5	1,3	+0,1 à +2,6
Prairies et Nord de l'Ontario	14	0,2	0,4	-0,1 à +1,3
Vallée du Bas-Fraser, Colombie-Britannique	10	0,1	0,3	-0,2 à +0,8

En fonction d'intervalles de confiance de 90 p. 100, les indicateurs d'ozone troposphérique nationaux et pour la région du Sud de l'Ontario révèlent une tendance à la hausse. Les intervalles de confiance des taux de variation pour les autres régions ne corroborent pas l'hypothèse d'une tendance à la hausse.

## 7. Mises en garde et limites des indicateurs et des données

**Erreurs de mesure :** En ce qui concerne les instruments de surveillance, les procédures d'assurance et de contrôle de la qualité mentionnées ci-dessus ont été déployées par Environnement Canada et par ses partenaires provinciaux pour s'assurer de contrôler et de minimiser les sources d'erreurs de mesure.

**Intégralité des données :** Les critères utilisés pour déterminer si les données des stations sont suffisamment complètes pour servir au calcul de l'indicateur sont basés sur les pratiques normalisées suivies par des organisations telles que l'Organisation mondiale de la santé et le U.S. Environmental Protection Agency, ainsi que sur l'opinion d'experts. Toutefois, on évalue actuellement la possibilité d'effectuer une analyse des tendances plus inclusive, qui pourrait faire partie des prochains rapports. Cette approche plus inclusive pourrait permettre de relâcher certains critères d'intégralité des données et se baser sur des outils statistiques et analytiques appropriés pour compenser les lacunes au niveau des données.

**Divisions régionales :** Les définitions des régions utilisées pour le rapport de 2006 étaient basées sur des profils régionaux généraux et sur l'opinion de chercheurs experts d'Environnement Canada. On pourrait établir diverses limites régionales basées sur une analyse plus détaillée des concentrations régionales d'ozone et des précurseurs, de la démographie, de la topologie et de la situation météorologique.

**Pondération en fonction de la population :** La méthode utilisée pour le rapport de 2006 est une approche par pondération. D'autres approches pourraient permettre de tenir compte de la répartition inégale des stations de surveillance dans l'ensemble du pays, par rapport à la densité de la population. La méthode pourrait également profiter d'une meilleure façon d'évaluer les concentrations d'ozone troposphérique et de  $P_{2,5}$  entre les stations rapprochées, plus particulièrement celles qui recourent différentes zones de population.

**Analyse des tendances :** Malgré l'importance statistique de certaines tendances rapportées dans les niveaux d'ozone troposphérique pondérés en fonction de la population, la méthode utilisée actuellement pour analyser les tendances est conservatrice en termes de sa capacité à analyser les tendances d'une année sur l'autre pour des années consécutives. Une synthèse des cycles quotidiens, hebdomadaires, mensuels et saisonniers des niveaux de pollution permettrait d'améliorer l'intégralité de l'analyse. Cela permettrait entre autres de comprendre comment l'indicateur réagit à des facteurs temporels et météorologiques (p. ex., jour de la semaine, température) par rapport à des changements dans les sources de polluants et de précurseurs connexes.

## 8. Améliorations prévues

L'indicateur de la qualité de l'air est fondé sur les mesures d'un réseau de surveillance national établi. Toutefois, les concentrations d'ozone troposphérique et de  $P_{2,5}$  sont influencées par des

facteurs complexes, notamment les conditions météorologiques et les flux de polluants transfrontaliers. La démarche adoptée pour ce rapport, l'analyse des concentrations observées par rapport aux zones habitées, n'est qu'un début. Le risque de la pollution atmosphérique pour la santé d'une personne est une fonction complexe de plusieurs facteurs, notamment la qualité de l'air (niveau de polluants), son niveau d'exposition et sa situation particulière (état de santé, âge). Pour déterminer l'exposition d'un individu à ces polluants, il faut tenir compte de facteurs tels que le temps passé à faire des activités extérieures, en particulier durant la saison d'ozone. L'approche pourra être raffinée à l'avenir. Certaines améliorations ont été apportées depuis l'année dernière, notamment l'ajout d'un indicateur de  $P_{2,5}$  ainsi qu'une méthodologie statistique plus raffinée. Toutefois, l'ozone troposphérique et les  $P_{2,5}$  sont deux composants de la pollution atmosphérique parmi d'autres. La pertinence de mesurer systématiquement les autres polluants devra être évaluée. L'objectif est d'évaluer les effets cumulatifs et d'intégrer les facteurs de risque associés à un indicateur complet de la qualité de l'air et de la santé.

Les améliorations suivantes sont prévues pour l'indicateur de la qualité de l'air :

**Indicateur :** Les chercheurs de Santé Canada examinent actuellement la possibilité d'utiliser un indicateur plus général (Indicateur de la santé de l'air) basé sur les risques pour la santé de l'exposition à une combinaison de plusieurs polluants atmosphériques. Cela permettrait d'obtenir une image plus complète que l'examen individuel des polluants.<sup>12</sup> Ce nouvel indicateur se baserait sur les liens entre le nombre de décès et d'hospitalisations dus à des troubles cardiaques et respiratoires causés par les polluants atmosphériques présents en des temps et lieux donnés. Cet indicateur tiendrait compte de l'ozone troposphérique, des  $P_{2,5}$ , du dioxyde d'azote et du dioxyde de soufre. En mettant l'accent sur les rapports entre l'exposition et ses conséquences (décès ou hospitalisations), ce nouvel indicateur devrait refléter les changements temporels de l'exposition et des risques pour la santé – ces derniers pouvant être attribuables à des changements de sensibilité de la population (p. ex., à cause du vieillissement) ou au type de mélange de polluants atmosphériques.

**Surveillance :** Environnement Canada doit continuer à investir dans la mise au point de nouveaux instruments destinés à combler les lacunes dans la couverture des polluants par les stations de surveillance actuelles. La priorité sera la mise à niveau des appareils de surveillance en continu des  $P_{2,5}$  et l'amélioration de l'échantillonnage et de la cohérence de la surveillance des  $P_{2,5}$  en saison froide, du 1<sup>er</sup> octobre au 31 mars. Ces améliorations pourraient permettre de produire des rapports en saison froide, illustrant ainsi plus adéquatement les différences et les variations climatiques d'un bout à l'autre du Canada.

Des investissements seront également effectués pour implanter de nouvelles stations dans des endroits plus éloignés. Ces stations n'auront pas une influence marquée sur les indicateurs pondérés en fonction de la population, mais elles aideront toutefois à surveiller les niveaux naturels et à améliorer la compréhension de l'ensemble des données. Aux fins de cet indicateur, le réseau de surveillance devrait idéalement fournir une couverture équilibrée de la population canadienne afin de mieux représenter l'exposition des Canadiens aux polluants atmosphériques.

**Analyse :** Pour l'instant, les calculs des indicateurs n'exploitent pas complètement les données existantes du Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique (RNSPA) et de la population, en raison des critères d'intégralité stricts utilisés pour les rapports du RNSPA.

---

12 Burnett, R.T., S. Bartlett, B. Jessiman, P. Blagden, P.R. Samson, S. Cakmak, D. Stieb, M. Raizenne, J.R. Brook, and T. Dann. 2005. "Measuring progress in the management of ambient air quality: the case for population health." *J. Toxicol. Environ. Health A*, 68 (13–14): 1289–1300.

Diverses méthodes d'analyse de tendances, de modélisation et d'imputation sont étudiées pour exploiter l'ensemble des données du RNSPA et pour fournir des estimés plus fiables des tendances nationales et régionales en matière de qualité de l'air.

Un autre domaine de recherche important vise à déterminer l'importance relative des différents facteurs qui affectent les niveaux de pollution atmosphérique observés. Par exemple, le transport à grande distance de polluants, l'exposition au soleil, la température ambiante et les émissions de polluants ont tous un impact sur les niveaux observés d'ozone troposphérique et de  $P_{2,5}$ , mais l'étendue et l'importance de leur contribution n'ont pas encore été étudiées en profondeur. Des travaux supplémentaires permettront d'évaluer des façons de mesurer les contributions relatives de ces facteurs sur les niveaux ambiants d'ozone troposphérique et de  $P_{2,5}$ , aussi bien au niveau national que régional.

## 9. Références

Burnett, R.T., S. Bartlett, B. Jessiman, P. Blagden, P.R. Samson, S. Cakmak, D. Stieb, M. Raizenne, J.R. Brook et T. Dann. 2005. "Measuring progress in the management of ambient air quality: the case for population health." *J. Toxicol. Environ. Health A*, 68 (13–14): 1289–1300.

Conseil canadien des ministres de l'environnement 2006. Protocole de surveillance des  $P_{2,5}$  et de l'ozone dans l'air ambiant : *Standards pancanadiens relatifs aux particules et à l'ozone*.

Conseil canadien des ministres de l'environnement 2004. *Standards pancanadiens relatifs aux particules et à l'ozone. Guide pour la détermination de l'atteinte des normes pancanadiennes*. Winnipeg :

Institut canadien d'information sur la santé, Association pulmonaire du Canada, Santé Canada et Statistique Canada. 2001. *Maladies respiratoires au Canada*. Santé Canada, Ottawa.

Conway, F. 2003. "Atmospheric Science of Ground-level Ozone: Update in Support of the Canada-wide Standards for Particulate Matter and Ozone." *Final Draft*. Préparé pour le Conseil canadien des ministres de l'environnement, Winnipeg

Dann, T., et F. Conway. 2005. Communication personnelle. Le 21 septembre 2005

Environnement Canada. n.d. Base de données sur les principaux contaminants atmosphériques. Site Web : [www.ec.gc.ca/pdb/ape/ape\\_tables/canada2000\\_e.cfm](http://www.ec.gc.ca/pdb/ape/ape_tables/canada2000_e.cfm). Accédé le 24 octobre 2005.

Environnement Canada. 2003. *RNSPA – Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique. Sommaire des données annuelles pour 2002*. Ottawa (Rapport EPS 7/AP/35).

Environnement Canada 2004. *RNSPA – Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique Qualité de l'air au Canada: Sommaire des données annuelles pour 2001 et analyse des tendances pour 1990–2001*. Ottawa (Rapport EPS 7/AP/36).

Environnement Canada. 2004. *Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique. Directives en matière d'assurance et de contrôle de la qualité*. Division des analyses et de la qualité de l'air, Centre des sciences et technologies environnementales (CSTE), Environnement Canada, Ottawa.

Environnement Canada. 2005. *RNSPA – Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique. Sommaire des données annuelles pour 2003*. Ottawa (Rapport EPS 7/AP/35).

Environnement Canada. 2005. Inventaire national des rejets de polluants pour 2003. Site Web : [www.ec.gc.ca/pdb/npri/npri\\_home\\_f.cfm](http://www.ec.gc.ca/pdb/npri/npri_home_f.cfm). Accédé le 24 octobre 2005.

Santé Canada et Environnement Canada. 1999. *National Ambient Air Quality Objectives for Ground-level Ozone: Science Assessment Document* Un rapport du groupe de travail fédéral-provincial sur les objectifs et les directives en matière de qualité de l'air, Ottawa

Liu, L. 2004. "Human Health Effects of Fine Particulate Matter: Update in Support of the Canada-wide Standards for Particulate Matter and Ozone." Préparé pour le Conseil canadien des ministres de l'environnement, Winnipeg

Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie. 2003. Indicateurs en matière d'environnement et de développement durable pour le Canada. Ottawa.

Schwartz, J. 2004. "Air pollution and children's health." *Pediatrics*, 113 (Suppl. 4): 1037–1043.

Statistique Canada. 2002. *Aperçu national — Chiffres de population et des logements, recensement 2001*. Ottawa (Statistique Canada, No. de catalogue 93-360-XPB).

Statistique Canada. 2003. *L'activité humaine et l'environnement :: Statistiques annuelles pour 2003*. Ottawa (Statistique Canada, No. de catalogue 16-201-XIE).

EPA (Agence des États-Unis pour la protection de l'environnement) 2004. *The Ozone Report: Measuring Progress through 2003*. Research Triangle Park, North Carolina (Report 454/K-04-001).

Warneck, P. 1988. *Chemistry of the Natural Atmosphere*. Academic Press, San Diego, California.