

**Indicateur de la qualité de l'air :  
sources de données et méthodes**

Octobre 2006

Environnement Canada  
Statistique Canada  
Santé Canada

# Table des matières

<b>1. Introduction .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Description de l'indicateur .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Utilisation de l'indicateur .....</b>	<b>4</b>
<b>4. Mode de calcul de l'indicateur .....</b>	<b>4</b>
4.1 Période .....	6
4.2 Pondération en fonction de la population .....	6
<b>5. Sources des données .....</b>	<b>9</b>
5.1 Techniques de surveillance physique .....	9
5.2 Qualité et complétude des données .....	10
5.3 Couverture spatiale des données .....	11
5.4 Disponibilité des résultats en temps opportun .....	12
<b>6. Analyse statistique .....</b>	<b>12</b>
6.1 Sommaire des concentrations d'ozone pour 2003 .....	13
6.2 Analyse des tendances nationales .....	13
6.3 Analyse des tendances régionales .....	13
<b>7. Mises en garde et limites de l'indicateur et des données .....</b>	<b>13</b>
<b>8. Améliorations prévues .....</b>	<b>14</b>
<b>Références .....</b>	<b>16</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 élaborer les indicateurs nationaux de la qualité de l'eau douce, de la qualité de l'air et des émissions de gaz à effet de serre. Ces nouveaux indicateurs ont pour objectif de fournir aux Canadiens une information plus fiable et plus régulière 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 des données et les 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 de l'indicateur de la qualité de l'air diffusé en 2005.

## 2. Description de l'indicateur

Une mauvaise qualité de l'air a des effets néfastes considérables sur la santé humaine et sur le milieu naturel et, donc, sur la performance de l'économie. L'indicateur de la qualité de l'air ICDE donne une idée approximative de l'exposition de la population canadienne à l'ozone troposphérique. L'ozone troposphérique est un élément clé du smog et l'un des polluants atmosphériques les plus communs et les plus nocifs (les autres polluants atmosphériques importants sont notamment les particules fines<sup>2</sup>, les oxydes de soufre et d'azote et le monoxyde de carbone).

L'indicateur mesure les moyennes saisonnières (du 1<sup>er</sup> avril au 30 septembre) des plus fortes concentrations moyennes de huit heures d'ozone troposphérique pour chaque jour. N'étant pas déterminé uniquement par les observations des valeurs maximales, il est destiné à refléter les impacts possibles sur la santé attribués à l'ozone pour l'ensemble de la saison. De plus, il est pondéré en fonction de la population et pour son calcul, on suppose que les concentrations d'ozone sont constantes dans un rayon de 40 km autour de chacune des stations de surveillance.

---

1 <http://www.environnementandresources.ca> et <http://www.statcan.ca>

2 Les prochains rapports feront état des particules fines (P<sub>2,5</sub>) qui présentent des risques significatifs pour la santé (L. Liu, 2004).

### 3. Utilisation de l'indicateur

L'initiative des ICDE doit fournir au public canadien des informations plus régulières et plus fiables sur l'état de l'environnement et sur ses rapports avec les activités humaines. D'un type inédit<sup>3</sup>, cet indicateur a été conçu pour représenter approximativement l'exposition des populations humaines à l'ozone troposphérique en fonction du temps. Il est destiné à servir d'indicateur général aux analystes des politiques et aux décideurs et il doit leur signaler si la qualité de l'air s'est améliorée ou si des problèmes persistent.

### 4. Mode de calcul de l'indicateur

Ce calcul, qui tient compte des périodes successives de huit heures, détermine la concentration moyenne pour chacune de ces périodes à une station donnée. Ces périodes de huit heures sont calculées de façon à finir à chacune des heures, ce qui permet d'obtenir 24 périodes de huit heures pour chaque jour. On utilise la plus élevée de ces moyennes comme mesure pour un jour et une station donnés (figure 1). On répète ce processus pour tous les jours de la saison d'ozone (du 1<sup>er</sup> avril au 30 septembre), et la somme de ces valeurs saisonnières permet d'obtenir la moyenne saisonnière annuelle de chaque station. Enfin, les moyennes saisonnières annuelles de toutes les stations du Canada (ou d'une région choisie) sont pondérées et agrégées en fonction de la population. Les résultats nationaux et régionaux sont établis à partir des mêmes calculs d'indicateur.

---

3 Il existe d'autres indicateurs de l'ozone troposphérique, qui sont calculés en fonction d'autres objectifs. Par exemple, on émet des avis sur la qualité de l'air fondés sur les concentrations quotidiennes prévues d'ozone troposphérique et de divers autres polluants. Les standards pancanadiens relatifs à l'ozone (SP), basés sur la moyenne triennale des concentrations maximales de huit heures pour la quatrième concentration journalière la plus élevée de l'année, doivent servir de cible de gestion de la qualité de l'air ambiant (en 2010) à l'ensemble des provinces et territoires du pays. Les calculs des standards pancanadiens reflètent mieux les effets d'une exposition aiguë (à court terme) à l'ozone, car ils comportent des mécanismes intégrés d'établissement des valeurs moyennes pour tenir compte des variations météorologiques interannuelles, ce qui fait d'eux des cibles plus robustes pour l'élaboration de stratégies de réduction des émissions (Conseil canadien des ministres de l'environnement, 2004).

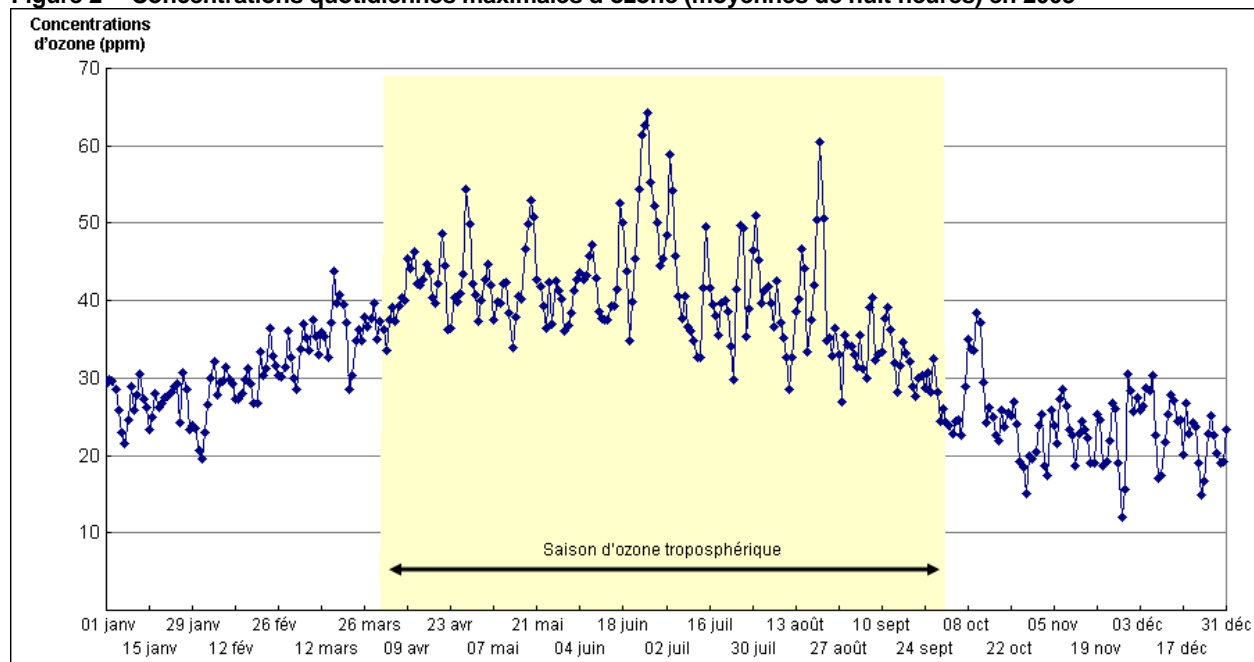
Figure 1 Représentation graphique du calcul de la concentration maximale d'ozone troposphérique (moyenne de 8 h, en parties par milliard), pour chaque jour

Jour	Heure	Lecture horaire	Moyennes de huit heures	Valeur maximale quotidienne
Jour 0	17:00:00	lecture 0,18	Jour 0 moyenne #11 (des lectures 0,11 to 0,18)	<b>Moyenne max. jour 0</b>
Jour 0	18:00:00	lecture 0,19	Jour 0 moyenne #12 (des lectures 0,12 to 0,19)	
Jour 0	19:00:00	lecture 0,20	Jour 0 moyenne #13 (des lectures 0,13 to 0,20)	
Jour 0	20:00:00	lecture 0,21	Jour 0 moyenne #14 (des lectures 0,14 to 0,21)	
Jour 0	21:00:00	lecture 0,22	Jour 0 moyenne #15 (des lectures 0,15 to 0,22)	
Jour 0	22:00:00	lecture 0,23	Jour 0 moyenne #16 (des lectures 0,16 to 0,23)	
Jour 0	22:00:00	lecture 0,24	Jour 0 moyenne #17 (des lectures 0,17 to 0,24)	
Jour 1	00:00:00	lecture 1,1	Jour 0 moyenne #18 (des lectures 0,18 to 1,1)	<b>Moyenne d'une période de 8 h</b>
Jour 1	01:00:00	lecture 1,2	Jour 0 moyenne #19 (des lectures 0,19 to 1,2)	
Jour 1	02:00:00	lecture 1,3	Jour 0 moyenne #20 (des lectures 0,20 to 1,3)	
Jour 1	03:00:00	lecture 1,4	Jour 0 moyenne #21 (des lectures 0,21 to 1,4)	
Jour 1	04:00:00	lecture 1,5	Jour 0 moyenne #22 (des lectures 0,22 to 1,5)	
Jour 1	05:00:00	lecture 1,6	Jour 0 moyenne #23 (des lectures 0,23 to 1,6)	
Jour 1	06:00:00	lecture 1,7	Jour 0 moyenne #24 (des lectures 0,24 to 1,7)	
Jour 1	07:00:00	lecture 1,8	<b>Jour 1 moyenne #1 (des lectures 1,1 to 1,8)</b>	
Jour 1	08:00:00	lecture 1,9	Jour 1 moyenne #2 (des lectures 1,2 to 1,9)	
Jour 1	09:00:00	lecture 1,10	Jour 1 moyenne #3 (des lectures 1,3 to 1,10)	
Jour 1	10:00:00	lecture 1,11	Jour 1 moyenne #4 (des lectures 1,4 to 1,11)	
Jour 1	11:00:00	lecture 1,12	Jour 1 moyenne #5 (des lectures 1,5 to 1,12)	
Jour 1	12:00:00	lecture 1,13	Jour 1 moyenne #6 (des lectures 1,6 to 1,13)	
Jour 1	13:00:00	lecture 1,14	Jour 1 moyenne #7 (des lectures 1,7 to 1,14)	
Jour 1	14:00:00	lecture 1,15	Jour 1 moyenne #8 (des lectures 1,8 to 1,15)	
Jour 1	15:00:00	lecture 1,16	Jour 1 moyenne #9 (des lectures 1,9 to 1,16)	
Jour 1	16:00:00	lecture 1,17	Jour 1 moyenne #10 (des lectures 1,10 to 1,17)	
Jour 1	17:00:00	lecture 1,18	Jour 1 moyenne #11 (des lectures 1,11 to 1,18)	
Jour 1	18:00:00	lecture 1,19	Jour 1 moyenne #12 (des lectures 1,12 to 1,19)	
Jour 1	19:00:00	lecture 1,20	Jour 1 moyenne #13 (des lectures 1,13 to 1,20)	
Jour 1	20:00:00	lecture 1,21	Jour 1 moyenne #14 (des lectures 1,14 to 1,21)	
Jour 1	21:00:00	lecture 1,22	Jour 1 moyenne #15 (des lectures 1,15 to 1,22)	
Jour 1	22:00:00	lecture 1,23	Jour 1 moyenne #16 (des lectures 1,16 to 1,23)	
Jour 1	23:00:00	lecture 1,24	Jour 1 moyenne #17 (des lectures 1,17 to 1,24)	
Jour 2	00:00:00	lecture 2,1	Jour 1 moyenne #18 (des lectures 1,18 to 2,1)	<b>Moyenne max. jour 1</b>
Jour 2	01:00:00	lecture 2,2	Jour 1 moyenne #19 (des lectures 1,19 to 2,2)	
Jour 2	02:00:00	lecture 2,3	Jour 1 moyenne #20 (des lectures 1,20 to 2,3)	
Jour 2	03:00:00	lecture 2,4	Jour 1 moyenne #21 (des lectures 1,21 to 2,4)	
Jour 2	04:00:00	lecture 2,5	Jour 1 moyenne #22 (des lectures 1,22 to 2,5)	
Jour 2	05:00:00	lecture 2,6	Jour 1 moyenne #23 (des lectures 1,23 to 2,6)	
Jour 2	06:00:00	lecture 2,7	Jour 1 moyenne #24 (des lectures 1,24 to 2,7)	
Jour 2	07:00:00	lecture 2,8	Jour 2 moyenne #1 (des lectures 2,1 to 2,8)	
Jour 2	08:00:00	lecture 2,9	Jour 2 moyenne #2 (des lectures 2,2 to 2,9)	
Jour 2	09:00:00	lecture 2,10	Jour 2 moyenne #3 (des lectures 2,3 to 2,10)	
Jour 2	10:00:00	lecture 2,11	Jour 2 moyenne #4 (des lectures 2,4 to 2,11)	
Jour 2	11:00:00	lecture 2,12	Jour 2 moyenne #5 (des lectures 2,5 to 2,12)	
Jour 2	12:00:00	lecture 2,13	Jour 2 moyenne #6 (des lectures 2,6 to 2,13)	
Jour 2	13:00:00	lecture 2,14	Jour 2 moyenne #7 (des lectures 2,7 to 2,14)	
Jour 2	14:00:00	lecture 2,15	Jour 2 moyenne #8 (des lectures 2,8 to 2,15)	
Jour 2	15:00:00	lecture 2,16	Jour 2 moyenne #9 (des lectures 2,9 to 2,16)	
Jour 2	16:00:00	lecture 2,17	Jour 2 moyenne #10 (des lectures 2,10 to 2,17)	
Jour 2	17:00:00	lecture 2,18	Jour 2 moyenne #11 (des lectures 2,11 to 2,18)	
Jour 2	18:00:00	lecture 2,19	Jour 2 moyenne #12 (des lectures 2,12 to 2,19)	
Jour 2	19:00:00	lecture 2,20	Jour 2 moyenne #13 (des lectures 2,13 to 2,20)	
Jour 2	20:00:00	lecture 2,21	Jour 2 moyenne #14 (des lectures 2,14 to 2,21)	
Jour 2	21:00:00	lecture 2,22	Jour 2 moyenne #15 (des lectures 2,15 to 2,22)	
Jour 2	22:00:00	lecture 2,23	Jour 2 moyenne #16 (des lectures 2,16 to 2,23)	
Jour 2	23:00:00	lecture 2,24	Jour 2 moyenne #17 (des lectures 2,17 to 2,24)	
Jour 3	00:00:00	lecture 3,1	Jour 2 moyenne #18 (des lectures 2,18 to 3,1)	<b>Moyenne max. jour 2</b>
Jour 3	01:00:00	lecture 3,2	Jour 2 moyenne #19 (des lectures 2,19 to 3,2)	
Jour 3	02:00:00	lecture 3,3	Jour 2 moyenne #20 (des lectures 2,20 to 3,3)	
Jour 3	03:00:00	lecture 3,4	Jour 2 moyenne #21 (des lectures 2,21 to 3,4)	
Jour 3	04:00:00	lecture 3,5	Jour 2 moyenne #22 (des lectures 2,22 to 3,5)	
Jour 3	05:00:00	lecture 3,6	Jour 2 moyenne #23 (des lectures 2,23 to 3,6)	
Jour 3	06:00:00	lecture 3,7	Jour 2 moyenne #24 (des lectures 2,24 to 3,7)	
Jour 3	07:00:00	lecture 3,8	Jour 3 moyenne #1 (des lectures 3,1 to 3,8)	
Jour 3	08:00:00	lecture 3,9	Jour 3 moyenne #2 (des lectures 3,2 to 3,9)	
Jour 3	09:00:00	lecture 3,10	Jour 3 moyenne #3 (des lectures 3,3 to 3,10)	

#### 4.1 Période

L'indicateur tient compte des concentrations quotidiennes maximales d'ozone (moyennes de huit heures) pendant la saison d'ozone (du 1<sup>er</sup> avril au 30 septembre). Pour ces mois, on note une tendance à des conditions météorologiques qui favorisent la formation d'ozone, alors que les concentrations sont habituellement plus faibles en hiver (figure 2).

Figure 2 Concentrations quotidiennes maximales d'ozone (moyennes de huit heures) en 2003\*



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

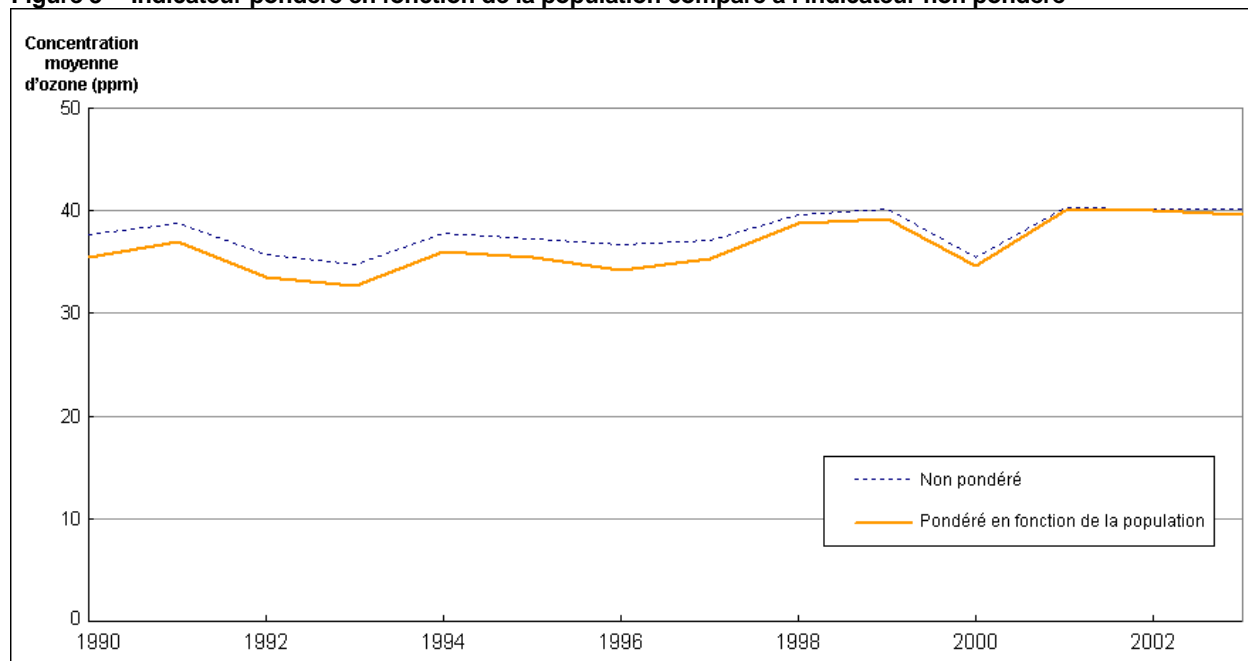
#### 4.2 Pondération en fonction de la population

On a pondéré en fonction de la population les données de chacune des stations de surveillance utilisées pour le calcul de l'indicateur afin d'obtenir une estimation plus exacte de l'exposition humaine à l'ozone troposphérique. Au cours de l'élaboration de cet indicateur, l'équipe du projet a examiné trois approches différentes pour le calcul de cette pondération<sup>4</sup>. Dans l'analyse des moyennes et des tendances, on présente la méthode choisie, basée sur la moyenne pondérée en fonction de la population, qui fait appel à une estimation de la taille de la population vivant à moins d'une certaine distance de chaque station (en l'occurrence, 40 km), et qui utilise ensuite cette valeur estimée pour ajuster le poids relatif de chacune. La figure 3 illustre l'effet net de cette pondération.

4 Les autres approches examinées sont notamment :

- La *moyenne arithmétique*, qui est simplement la moyenne des valeurs de toutes les stations pour lesquelles on dispose de données assez complètes. Cette méthode ne tente pas de pondérer les valeurs en fonction de la population, mais elle donne une pondération implicite fondée sur la répartition géographique des stations à l'intérieur du Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique (RNSPA), qui tend à placer un plus grand nombre de stations dans les régions urbaines plus densément peuplées.
- La *moyenne pondérée en fonction du territoire de recensement*, qui utilise la valeur moyenne de toutes les stations de surveillance dans une subdivision de recensement (qui équivaut à une municipalité) et qui pondère ensuite les résultats selon la population de cette subdivision. On a rejeté cette méthode à cause de complications possibles dans les cas où la répartition de la population à l'intérieur des subdivisions de recensement ne reflète pas l'emplacement des stations du RNSPA dans celles-ci.

**Figure 3 Indicateur pondéré en fonction de la population comparé à l'indicateur non pondéré**



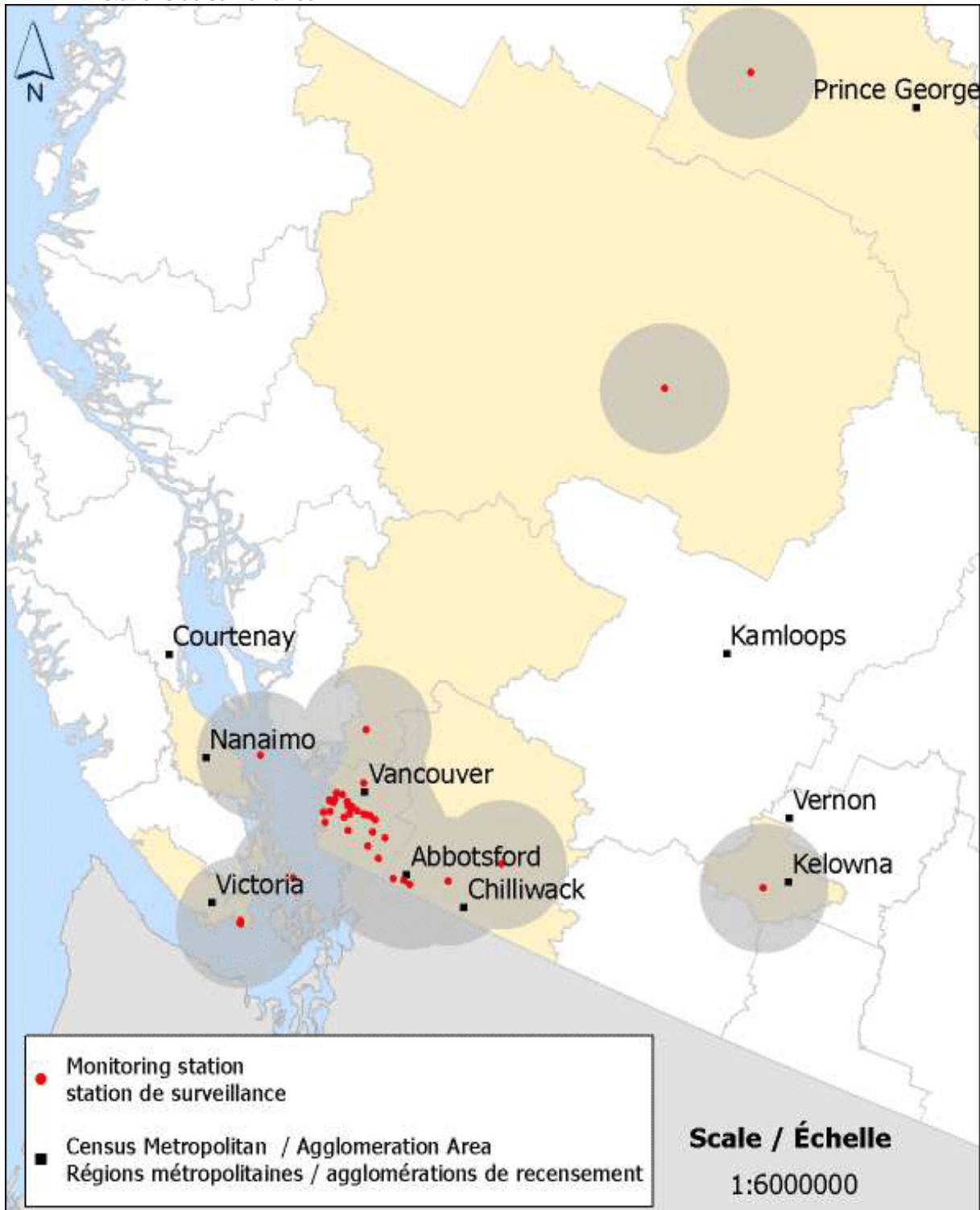
Source : Statistique Canada, Division des comptes et de la statistique de l'environnement

Cet indicateur utilise des données du recensement de la population (Statistique Canada, 2002). La taille de la population dans une zone circulaire de 40 km entourant une station de surveillance a été estimée en fonction de la population qui vit dans les aires de diffusion du recensement (aires géographiques normalisées composées de pâtés de maisons d'un même voisinage, d'une population de 400 à 700 personnes) situées dans la zone (figure 4)<sup>5</sup>. Les limites de ces aires de diffusion (AD) ne correspondaient pas toujours précisément à celles des zones. Le cas échéant, la portion de la population d'une AD attribuée à une zone était proportionnelle à la superficie de cette AD dans la zone. Selon une analyse de sensibilité, la superficie de la zone circulaire n'influaient pas de façon significative sur les résultats. On a déterminé que la pondération des stations dans la valeur d'ensemble de l'indicateur correspondait au rapport entre la population de cette zone circulaire et la population estimée pour toutes les stations utilisées dans l'analyse.

5 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.



Figure 4 Zones tampons circulaires utilisées pour appliquer la pondération en fonction de la population aux stations de surveillance





Parce que les données de recensement sont collectées tous les cinq ans, on a utilisé des interpolations linéaires pour estimer les populations des années intercensitaires. On suppose que les changements de population étaient constants pendant les périodes quinquennales. On a utilisé les données des recensements de population de 1986, 1991, 1996 et 2001 pour ces estimations. La pondération assignée aux observations des stations individuelles a changé lentement d'une période de recensement à l'autre. Les pondérations pour 2002 et 2003 étaient basées sur une extrapolation linéaire des tendances de la population dans certaines aires de diffusion individuelles du recensement, de 1996 à 2001.

Avec cette méthode, les zones de certaines stations se chevauchent, ce qui pourrait entraîner une pondération légèrement plus forte pour les stations rapprochées formant une grappe dans un même voisinage. Toutefois, il est certain que la distribution spatiale des stations de surveillance influera sur le degré de couverture de la population canadienne par l'ensemble du réseau de stations. Dans le cadre d'améliorations futures de l'indicateur, on doit envisager divers ajustements pour tenir compte du degré de représentativité du réseau.

## 5. Sources des données

Les stations de surveillance de la qualité de l'air sont situées dans l'ensemble du Canada et sont gérées par les municipalités, les provinces, les territoires et Environnement Canada. La plupart de ces stations, ainsi que toutes les stations qui recueillent des données sur l'ozone, sont coordonnées par le Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique (RNSPA), un organisme coopératif créé en 1970 qui regroupe les provinces, les territoires et Environnement

Figure 5 Station de surveillance de la qualité de l'air



Canada. Le but du RNSPA est de fournir des données exactes de la qualité de l'air à long terme, obtenues selon des méthodes normalisées pour l'ensemble du Canada. Les données du RNSPA sont stockées dans la Base de données pancanadienne sur la qualité de l'air et sont publiées dans les rapports sommaires annuels des données sur la qualité de l'air (Environnement Canada, 2005). Cette base de données comporte aussi des informations du Réseau canadien de surveillance de l'air et des précipitations (RCSAP), dirigé par Environnement Canada. On a mis sur pied les stations RCSAP à des fins de recherche, ainsi que pour surveiller les concentrations de polluants à l'extérieur des régions urbaines.

### 5.1 Techniques de surveillance physique

En 2003, le RNSPA était formé de 248 stations de surveillance réparties dans 166 collectivités du Canada. Au total, ces stations étaient équipées de 644 appareils de surveillance en continu qui mesurent l'ozone, les particules, le dioxyde de soufre, le monoxyde de carbone et le dioxyde d'azote, ainsi que de 96 échantillonneurs d'air qui mesurent les composants des particules, divers

composés organiques volatils et d'autres substances toxiques (figure 5) (Environnement Canada, 2005).

Le matériel et les procédures d'échantillonnage physique sont normalisés pour les stations du RNSPA. 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 (Environnement Canada, 2004).

Chaque organisation qui participe au RNSPA envoie des données au Centre de technologie environnementale (CTE) d'Environnement Canada. Étant donné 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. Après une vérification de la qualité par l'organisation dont elles proviennent et par le CTE, ces données peuvent servir au calcul de l'indicateur. Environnement Canada a documenté le processus de collecte et de traitement des données dans le cadre de l'accord du RNSPA) (Environnement Canada, 1995).

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 étalons utilisés dans le RNSPA sont certifiés à titre d'étalons primaires par le National Institute of Standards and Technology des États-Unis (Environnement Canada, 2005). Pour les stations du RNSPA, on a choisi des appareils d'analyse (équipements mécaniques et électroniques) conformes aux exigences de l'Environmental Protection Agency des États-Unis. (Pour l'ensemble des spécifications relatives aux appareils d'analyse de l'ozone troposphérique, voir Environnement Canada, 2004.)

## **5.2 Qualité et complétude des données**

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 établis d'assurance et de contrôle de la qualité. Environnement Canada dirige un programme national de vérification afin d'assurer la cohérence de la participation des diverses administrations du Canada. Pour sa part, le RCSAP a adopté des normes plus rigoureuses, qui conviennent à un réseau de recherche.

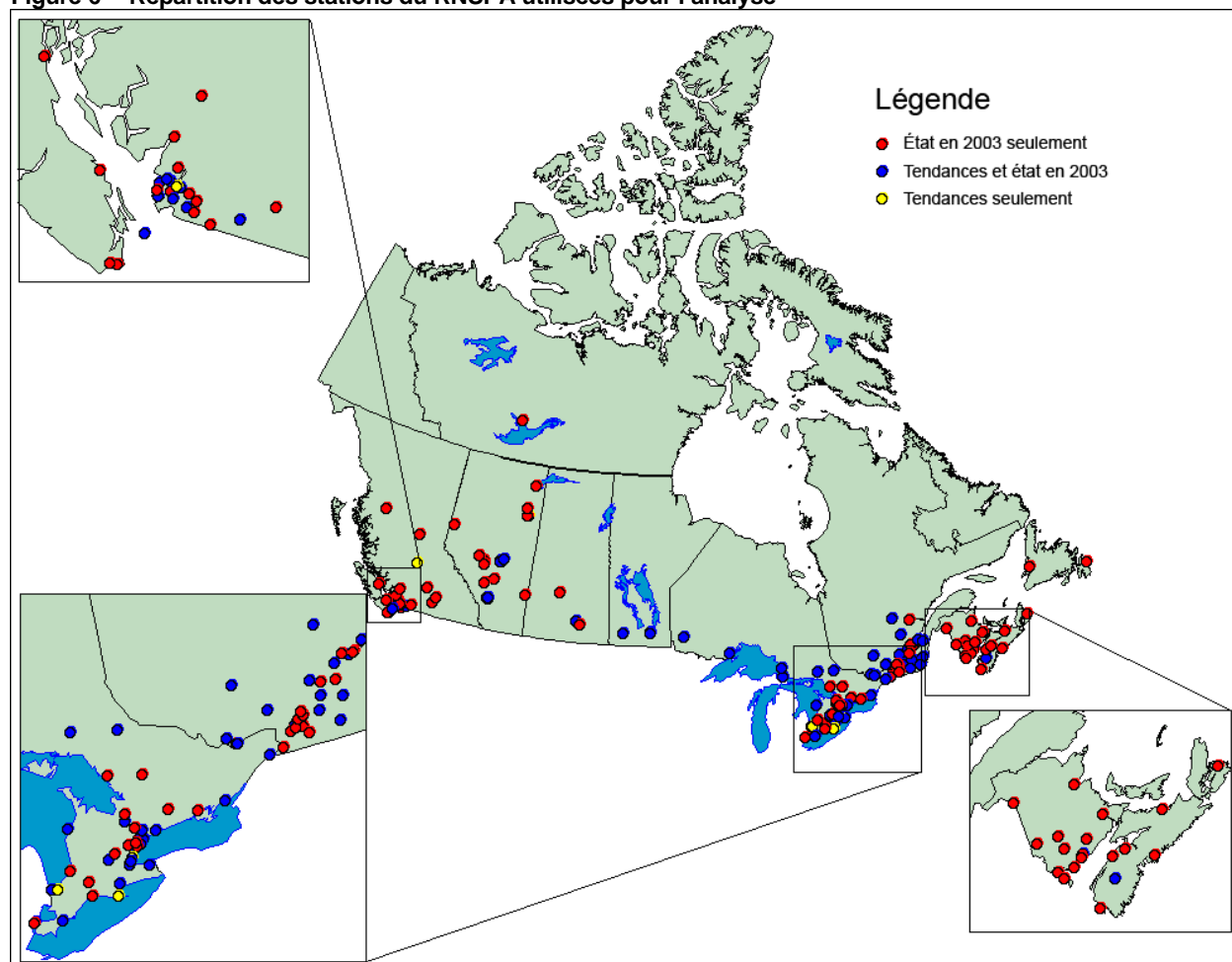
Selon une évaluation prudente, l'erreur de mesure des concentrations d'ozone à chaque station serait de  $\pm 10\%$ . Les stations n'ont pas toutes fonctionné en continu depuis 1990, ni produit les mêmes séries chronologiques de données. Cela s'explique par toutes sortes de raisons, notamment des problèmes techniques à court terme, des enregistrements incomplets et la période 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. On a appliqué des critères quantitatifs pour la sélection des périodes d'observation et des stations qui ont servi à la compilation des ensembles de données utilisés pour l'estimation de l'indicateur :

- Chaque période de huit heures doit fournir au moins six heures de données.
- Chaque jour doit fournir des données pour au moins 18 des 24 périodes de huit heures.
- Chaque saison doit fournir des valeurs pour au moins 75 % des jours. Dans le cas de la saison d'ozone (du 1<sup>er</sup> avril au 30 septembre), il en faut pour au moins 138 des 183 jours.
- Pour une série chronologique de données, on ne sélectionne que les stations pour lesquelles on a des valeurs saisonnières annuelles couvrant au moins 75 % de la période visée, soit 11 années sur 14 pour la période de 1990 à 2003.

- 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.

Compte tenu de ces critères d'intégralité des données, 79 stations avaient assez de données pour l'analyse nationale des tendances (1990-2003), 74 ont servies pour l'analyse régionale des tendances et 154 ont servies pour donner un aperçu sur l'état de la situation en 2003 (figure 6).

**Figure 6 Répartition des stations du RNSPA utilisées pour l'analyse**



Les données agrégées qui satisfont tout juste aux critères d'intégralité tendent à avoir un écart type supérieur par rapport aux valeurs estimées basées sur un ensemble de données plus vaste et plus complet. Dans l'ensemble, on note une très forte variabilité dans les concentrations d'ozone d'un emplacement à l'autre, ainsi que d'une année à l'autre et à l'intérieur d'une même année.

### **5.3 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 présent rapport 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.

Habituellement, les stations surveillent plusieurs polluants, mais leur emplacement n'est pas toujours idéal pour mesurer l'ozone. Certaines stations ont été mises sur pied pour mesurer les effets d'activités spécifiques, par exemple une usine ou une autoroute, plutôt que pour donner une image représentative de la qualité de l'air d'une région. Lorsque des stations étaient assujetties à des influences locales non représentatives, on ne les a pas sélectionnées pour le calcul de l'indicateur. Ainsi, les analystes de données du RNSPA ont éliminé quatre stations afin de réduire au minimum le biais des lectures (tableau 1). D'autres stations auraient été exclues pour des raisons particulières, si elles ne l'avaient déjà été parce qu'elles ne satisfaisaient pas aux exigences des critères d'intégralité.

**Tableau 1 Stations de surveillance exclues**

Station (Code d'identification du RNSPA et emplacement)	Motif de l'exclusion
50115, Montréal, Québec	Forts taux d'élimination par les NO <sub>x</sub> <sup>a</sup>
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

<sup>a</sup> 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> ». On estime que les sites trop près de régions à forte circulation ne sont pas représentatifs de l'exposition d'ensemble de la population, mais ils restent en service pour d'autres raisons.

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

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. Pour le moment, il s'écoule neuf mois entre la fin d'une année civile et la disponibilité des données brutes de surveillance<sup>6</sup> vérifiées et compilées pour le calcul de l'indicateur national. On prévoit réduire ce délai à moins de six mois.

## **6. Analyse statistique**

Pour le rapport sur les Indicateurs canadiens de durabilité de l'environnement 2005, on présente trois ensembles de données : un sommaire des concentrations par station de surveillance pour 2003, les valeurs et tendances nationales annuelles, d'après un sous-ensemble de stations pour lesquelles on disposait d'un volume suffisant de données, et les tendances régionales.

<sup>6</sup> Les données brutes recueillies par le réseau de surveillance alimentent directement les réseaux responsables des alertes au smog et de la publication des rapports quotidiens sur le smog et des divers indices sur la qualité de l'air qui sont diffusés par des villes et des provinces et par le Service météorologique du Canada (Environnement Canada). On considère plus important de rendre ces données disponibles immédiatement à ces fins que de risquer des erreurs pouvant découler de l'emploi de données non vérifiées.

### 6.1 Sommaire des concentrations d'ozone pour 2003

La distribution des maximums des moyennes de huit heures est à peu près normale et on peut utiliser ces valeurs pour une analyse statistique sans transformation statistique supplémentaire.

### 6.2 Analyse des tendances nationales

On a utilisé les observations quotidiennes de toutes les stations et années dont les données satisfont aux critères d'intégralité pour garantir que toutes les sources adéquates de données de surveillance sont prises en compte dans l'analyse de régression. Une régression linéaire a démontré une augmentation de 0,4 partie par milliard (ppm) par année, ce qui représente une augmentation de 16 % pour la période 1990 à 2003 (tableau 2).

### 6.3 Analyse des tendances régionales

Les stations de surveillance étaient regroupées en cinq grappes pour l'analyse des tendances régionales. La région de la Colombie-Britannique ne comprend que les stations à l'intérieur du district régional du Grand Vancouver et de la vallée du Bas-Fraser. On a utilisé une station du centre de la Colombie-Britannique et quatre du nord-est de l'Ontario pour l'analyse de la tendance nationale, même si celles-ci n'ont été affectées à aucune région pour l'analyse régionale.

Les résultats des analyses des tendances régionales sont résumés dans le tableau 2.

**Tableau 2 Sommaire de l'analyse statistique des tendances dans les concentrations d'ozone pondérées en fonction de la population**

Région	Variation annuelle moyenne (ppm)	Intervalle de confiance à 95% (ppm)
Ensemble du Canada	+0,4	(+0,1 to +0,7)
Sud de l'Ontario	+0,7	(+0,3 to +1,1)
Québec et Est de l'Ontario	+0,5	(+0,1 to +0,8)
Prairies et Nord de l'Ontario	*	(-0,1 to +0,5)
Atlantique	*	(-0,5 to +0,7)
Colombie-Britannique	*	(-0,1 to +0,3)

\* Indique qu'aucune augmentation ou réduction n'a pu être décelée.

## 7. Mises en garde et limites de l'indicateur et des données

- *Erreur des mesures* : Par rapport aux instruments de surveillance, les procédures d'assurance et de contrôle de la qualité mentionnées ci-dessus garantissent que les sources d'erreur des mesures sont réduites au minimum.
- *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 l'opinion d'experts, parce qu'on n'a pas encore réalisé une analyse complète des différentes sources d'erreur. Une analyse des tendances plus inclusive pourrait être basée sur des critères moins stricts d'intégralité des données et sur l'utilisation des outils statistiques et analytiques pour compenser les lacunes de données.
- *Divisions régionales* : De même, les définitions des régions utilisées pour le rapport de 2005 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 d'ozone et des profils météorologiques régionaux.



- *Pondération en fonction de la population* : La méthode utilisée pour le rapport de 2005 est une approche préliminaire de pondération en fonction de la population, et des travaux supplémentaires sont nécessaires pour rendre compte avec plus de précision de la répartition inégale des stations de surveillance dans l'ensemble du pays, par rapport à la population. La méthode pourrait aussi profiter d'une meilleure façon d'évaluer la superficie couverte par une station donnée.
- *Analyse des tendances* : Malgré l'importance statistique des tendances nationales et régionales déclarées en 2005, l'analyse statistique n'explique pas encore la plupart des variations des concentrations d'ozone. Les différences significatives dans la variabilité interannuelle, qu'il faut surveiller, disparaissent au cours du calcul des moyennes dans le cadre de l'analyse des tendances. Une description plus détaillée des cycles quotidiens et saisonniers des concentrations d'ozone pourrait améliorer l'intégralité de l'analyse statistique, ce qui devrait nous aider à mieux comprendre comment l'indicateur répond aux changements météorologiques (p. ex., à la lumière du soleil et à la température), par rapport aux changements dans les sources de polluants et à d'autres influences.

## 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 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, et elle doit être améliorée dans les prochains rapports. De même, l'ozone troposphérique n'est qu'un des éléments de la pollution atmosphérique. Il faudra prendre des mesures systématiques d'autres polluants, notamment des particules fines, et tenir compte ensuite de leurs effets cumulatifs pour l'établissement d'un indicateur général 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* : Le rapport de 2006 comprendra une mesure des particules fines ( $P_{2,5}$ ), un des principaux composants du smog qui présente des risques considérables pour la santé publique.

Les chercheurs de Santé Canada examinent actuellement la possibilité d'utiliser un indicateur plus général 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 (Burnett *et al.*, 2005). 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 particules fines, 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). Ainsi, 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 (par exemple, 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

installations de surveillance actuelles, et il doit créer de nouvelles stations. On prévoit faire l'acquisition de nouveaux instruments pour la mesure de l'ozone et des particules. Alors que les nouvelles stations des emplacements plus éloignés n'auront pas une grande influence sur l'indicateur pondéré en fonction de la population, elles faciliteront la surveillance des concentrations de fond et contribueront à améliorer la compréhension de l'ensemble de données. De plus, on doit évaluer les réseaux en fonction d'améliorations possibles permettant de mesurer avec plus de précision les concentrations d'ozone qui touchent la population. Aux fins de cet indicateur, dans des conditions idéales, le réseau de surveillance devrait fournir une couverture équilibrée des zones peuplées afin de mieux représenter l'exposition de la population à l'ozone troposphérique.

- *Analyse* : Pour l'instant, l'indicateur de la qualité de l'air est fondé sur des observations de l'ozone troposphérique pondérées en fonction de la population. Des travaux supplémentaires devraient permettre d'améliorer cette méthode. Pour l'analyse des tendances, on doit évaluer la méthode non paramétrique Sen, qui doit remplacer la méthode de la régression linéaire.



## 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. *Journal of Toxicology and Environmental Health A*, 68(13-14): 1289-1300.

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

Environment Canada. 1995. National Air Pollution Surveillance network quality assurance and quality control guidelines. Environmental Technology Centre. Environment Canada. Ottawa. <http://www.etcentre.org/publications/naps/napsqaqc.pdf>

Environnement Canada. 2004. *National Air Pollution Surveillance Network Quality Assurance and Quality Control Guidelines*. Rapport n° AAQD 2004-1. Division des analyses et de la qualité de l'air, Centre de technologie environnementale, Environnement Canada, Ottawa <http://www.etcentre.org/publications/naps/napsqaqc.pdf>).

Environnement Canada. 2005. *Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique (RNSPA) - Sommaire des données annuelles pour 2003*. Rapport n° SPE 7/AP/37. Ottawa [http://www.etc-cte.ec.gc.ca/publications/napsreports\\_f.html](http://www.etc-cte.ec.gc.ca/publications/napsreports_f.html)

Environment Canada. 2005. *Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique (RNSPA)*. [http://www.etc-cte.ec.gc.ca/publications/napsreports\\_f.html](http://www.etc-cte.ec.gc.ca/publications/napsreports_f.html)

Liu, L. 2004. *Human health effects of fine particulate matter: Update in support of the Canada-wide Standards for particulate matter and ozone*. Document de travail préparé par Santé Canada pour le Conseil canadien des ministres de l'environnement, Ottawa.

Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie. 2003. *Les indicateurs d'environnement et de développement durable pour le Canada*. Ottawa.

Statistique Canada. 2002. *Recensement de 2001. Un aperçu national : Chiffres de population et des logements*. N° de catalogue 93-360-XPB. Ottawa.