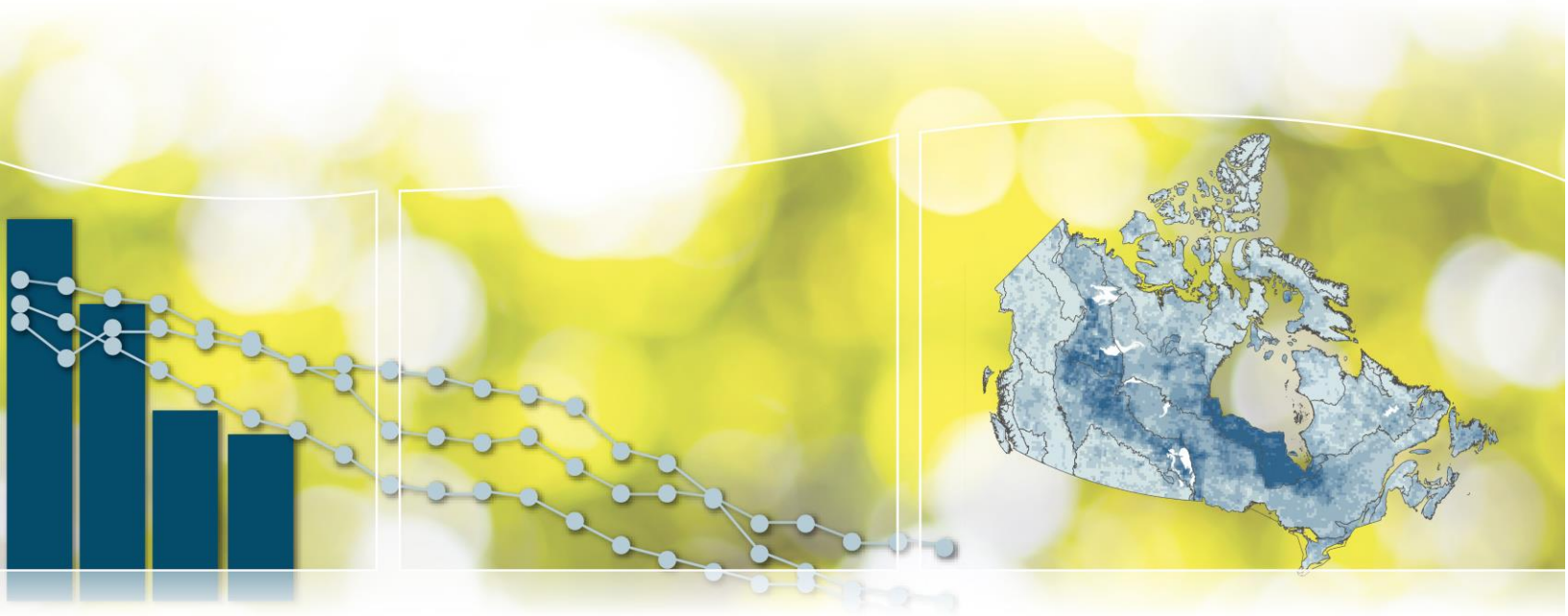
Environnement et Changement climatique Canada

Environment and Climate Change Canada

Indicateurs canadiens de durabilité de l'environnement

Tendances air-santé



Canada

Référence suggérée pour ce document : Environnement et Changement climatique Canada (2018) Indicateurs canadiens de durabilité de l'environnement : Tendances air-santé. Consulté le *jour mois année*.
Disponible à : www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/indicateurs-environnementaux/tendances-air-sante.html.

N° de cat. : En4-144/85-2018F-PDF
ISBN : 978-0-660-27806-3

À moins d'avis contraire, il est interdit de reproduire le contenu de cette publication, en totalité ou en partie, à des fins de diffusion commerciale sans avoir obtenu au préalable la permission écrite de l'administrateur du droit d'auteur d'Environnement et Changement climatique Canada. Si vous souhaitez obtenir du gouvernement du Canada les droits de reproduction du contenu à des fins commerciales, veuillez demander l'affranchissement du droit d'auteur de la Couronne en communiquant avec :

Environnement et Changement climatique Canada
Centre de renseignements à la population
12e étage, Édifice Fontaine
200, boul. Sacré-Cœur
Gatineau (Québec) K1A 0H3
Téléphone : 1-800-668-6767 (au Canada seulement) ou 819-938-3860
Télécopieur : 819-938-3318
Courriel : ec.enviroinfo.ec@canada.ca

Photos : © Thinkstockphotos.ca; © Environnement et Changement climatique Canada

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par la ministre de l'Environnement et du Changement climatique, 2018

Also available in English

Indicateurs canadiens de durabilité de l'environnement

Tendances air-santé

Septembre 2018

Table des matières

Tendances air-santé **5**
- Aperçu des résultats 5
- Tendances air-santé régionales 6
  - Aperçu des résultats 6
- Tendances air-santé par âge et sexe 8
  - Aperçu des résultats 8
- À propos des indicateurs 9
  - Ce que mesurent les indicateurs 9
  - Pourquoi ces indicateurs sont importants 9
  - Indicateurs connexes 10
- Sources des données et méthodes 10
  - Sources des données 10
  - Méthodes 11
  - Changements récents 14
  - Mises en garde et limites 15
- Ressources 16
  - Références 16

Annexe **17**
- Annexe A. Tableaux des données utilisées pour les figures 17

Liste des figures

Figure 1. Mortalité attribuable à l'ozone troposphérique (1984 à 2012) et aux particules fines (2001 à 2012), Canada 5
Figure 2. Mortalité attribuable à l'ozone troposphérique par région, Canada, 1984 à 2012 7
Figure 3. Mortalité attribuable aux particules fines par région, Canada, 2001 à 2012 7
Figure 4. Mortalité attribuable à l'ozone troposphérique, par âge et par sexe, Canada, 1984 à 2012 8
Figure 5. Mortalité attribuable aux particules fines, par âge et par sexe, Canada, 2001 à 2012 9

Liste des tableaux

Tableau 1. Zones urbaines du Canada utilisées pour les indicateur sur les Tendances air-santé. 13
Tableau A.1. Données pour la Figure 1. Mortalité attribuable à l'ozone troposphérique (1984 à 2012) et aux particules fines (2001 à 2012), Canada 17
Tableau A.2. Données pour la Figure 2. Mortalité attribuable à l'ozone troposphorique par région, Canada, 1984 à 2012 18
Tableau A.3. Données pour la Figure 3. Mortalité attribuable aux particules fines par région, Canada, 2001 à 2012 19
Tableau A.4. Données pour la Figure 4. Mortalité attribuable à l'ozone troposphérique, par âge et par sexe, Canada, 1984 à 2012 19
Tableau A.5. Données pour la Figure 5. Mortalité attribuable aux particules fines, par âge et par sexe, Canada, 2001 à 2012 20

Tendances air-santé

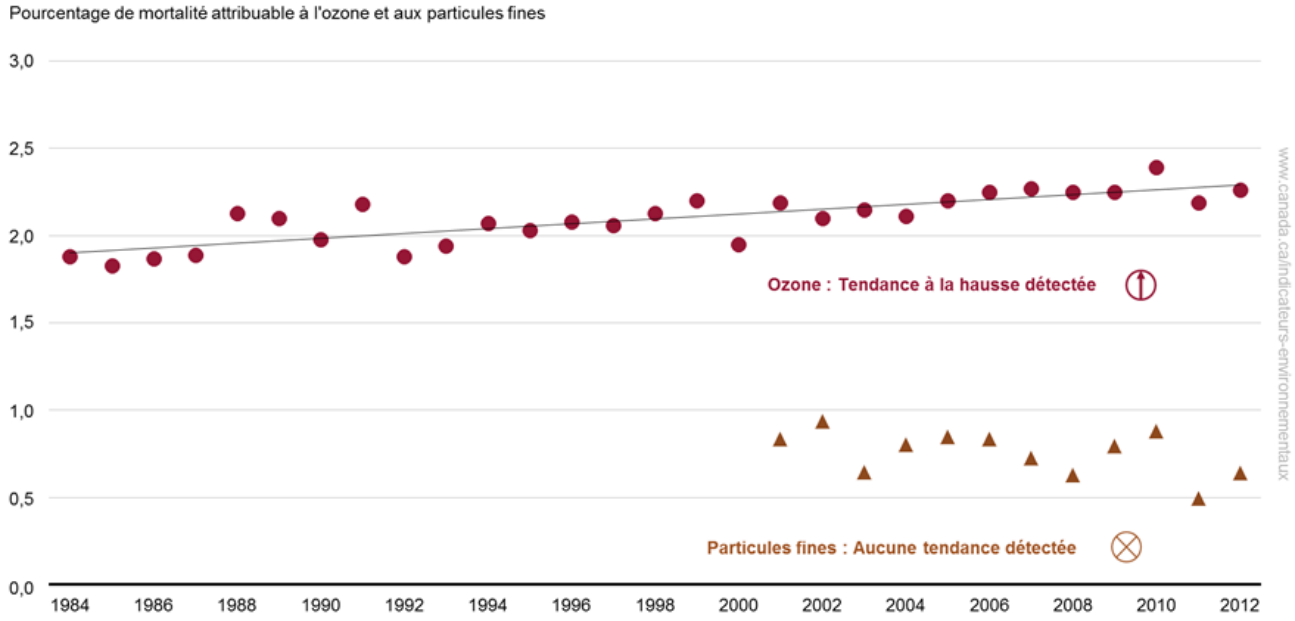
Les Canadiens sont régulièrement exposés à la pollution atmosphérique provenant des bâtiments, des véhicules ou des industries, qui peut affecter leur santé et conduire à de l'absentéisme au travail, à des visites à l'hôpital ou à la mort. Les indicateurs sur les Tendances air-santé servent à mesurer la proportion de décès attribuable à 2 principaux polluants atmosphériques, à savoir l'ozone troposphérique (O_3) et les particules fines ($P_{2,5}$).[1]

Aperçu des résultats

Bien qu'au cours des dernières décennies des efforts substantiels aient été faits au Canada pour améliorer la qualité de l'air, les indicateurs suggèrent que la pollution atmosphérique extérieure continue d'être un problème de santé important pour le public.

- En moyenne, au cours des années pour lesquelles des estimations peuvent être faites, environ 2 % des décès, hormis ceux dus à des blessures, peuvent être attribués à l'exposition à l'O_3 et 0,8 % à l'exposition aux $P_{2,5}$.
- La proportion de décès pouvant être attribuée à l'O_3 a tendance à augmenter.

Figure 1. Mortalité attribuable à l'ozone troposphérique (1984 à 2012) et aux particules fines (2001 à 2012), Canada



Données pour la Figure 1

Remarque : Les mortalités attribuables à l'exposition à l'ozone troposphérique ou aux particules fines sont des estimations de la proportion de décès attribuables à ces polluants.
Source : Santé Canada (2017) Bureau de la science et de la recherche en santé environnementale, Division des études sur la population.

---

[1] Les indicateurs sur les Tendances air-santé diffèrent de la cote air-santé (CAS). Les Tendances air-santé sont des indicateurs nationaux et annuels, alors que la cote air-santé est spécifique de l'emplacement et mise à jour plusieurs fois par jour. Pour plus de renseignements sur la cote air-santé, veuillez visiter le site Web d'Environnement et Changement climatique Canada.

Les estimations de la proportion de décès due à l'exposition à l'O_3 étaient globalement d'environ 2 %, en légère augmentation de 1984 à 2012. Ceci survient malgré le fait que, pour les indicateurs de la Qualité de l'air, nous observons un léger déclin du niveau d'O_3 de pointe et aucune tendance dans les niveaux moyens de 2002 à 2016. Cette différence est due au fait que la mortalité due à la pollution est estimée au moyen de résultats quotidiens plutôt que d'une moyenne ou d'une concentration de pointe annuelle. Les résultats sont donc sensibles à plusieurs niveaux élevés pouvant survenir au cours d'une année donnée.

Les estimations de décès attribuables à l'exposition aux $P_{2,5}$ sont disponibles pour une période plus courte (2001 à 2012). Elles sont assez variables (une valeur maximale de 0,9 % en 2002 et une valeur minimale de 0,5 % en 2011), et aucune tendance n'est détectée.

Les indicateurs nationaux sur les Tendances air-santé fournissent un aperçu des impacts sur la santé du public attribuables à une exposition à court terme à l'O_3 et aux $P_{2,5}$ présents dans l'atmosphère. Les indicateurs actuels font un lien entre la mortalité et les concentrations de polluants atmosphériques uniquement pour un même jour; ils ne couvrent pas les impacts sur la santé d'une exposition à long terme à ces polluants.

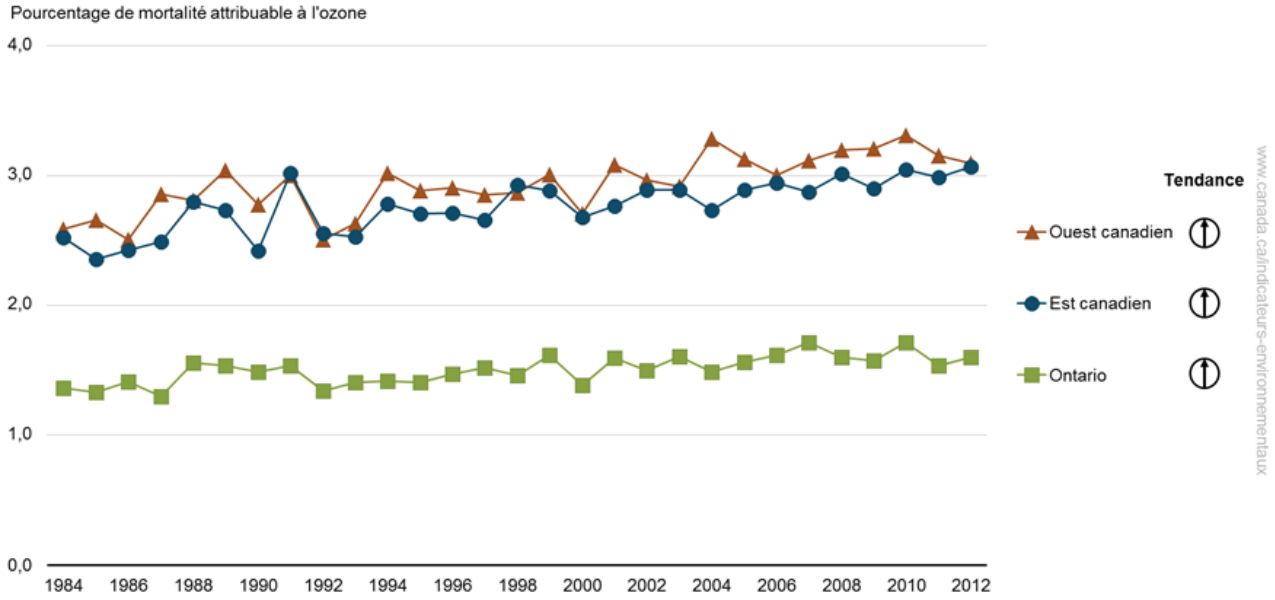
Les décès de toute cause, hormis ceux dus à des blessures, sont le résultat d'une variété de facteurs de risque. En dehors de l'exposition à la pollution, les autres facteurs de risque incluent l'âge, le sexe, la race, l'obésité, l'historique de fumage, l'éducation, le statut marital, l'alimentation, l'utilisation de médicaments, la consommation d'alcool, les expositions au travail et des états de santé préexistants. Les indicateurs servent à estimer les décès liés uniquement au risque dû à une exposition à court terme à la pollution atmosphérique.

Tendances air-santé régionales

Aperçu des résultats

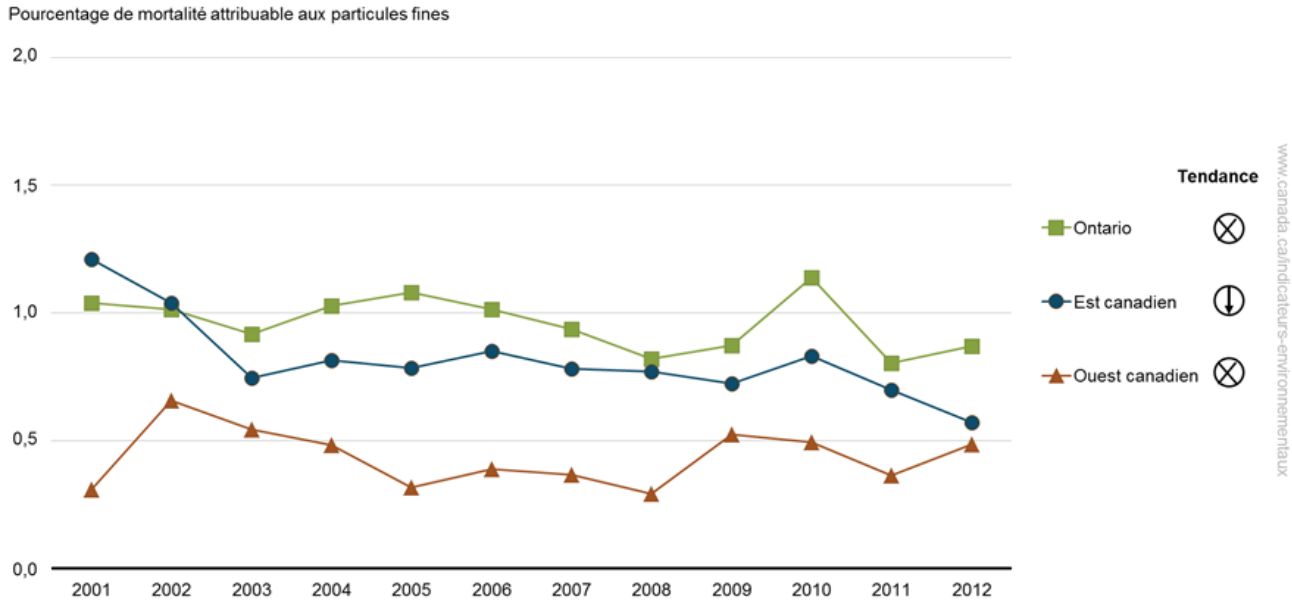
- Les décès attribuables à l'O_3 ont eu tendance à augmenter dans toutes les régions entre 1984 et 2012.
- Aucune tendance n'a été détectée pour les $P_{2,5}$ de 2001 à 2012, sauf dans l'est du Canada où la tendance est à la baisse.
- C'est en Ontario que les décès attribuables à l'O_3 sont les plus faibles, alors que c'est dans l'ouest du Canada que ceux attribuables aux $P_{2,5}$ sont les plus faibles.

Figure 2. Mortalité attribuable à l'ozone troposphérique par région, Canada, 1984 à 2012



Données pour la Figure 2

Figure 3. Mortalité attribuable aux particules fines par région, Canada, 2001 à 2012



Données pour la Figure 3

Remarque : La région de l'est du Canada est composée de 5 zones urbaines, l'Ontario de 13 zones urbaines et la région de l'ouest du Canada de 6. Pour plus de renseignements, veuillez consulter la section Méthodes. Une flèche vers le haut signifie une tendance à la hausse, une flèche vers le bas une tendance à la baisse et un « X » aucune tendance. La mortalité attribuable à une exposition à l'ozone troposphérique ou aux particules fines est une estimation de la proportion de décès attribuable à ces polluants.
Source : Santé Canada (2017) Bureau de la science et de la recherche en santé environnementale, Division des études sur la population.

Il existe quelques disparités entre les indicateurs régionaux des 3 régions du pays. Alors que dans les 3 régions des tendances à la hausse sont observées pour les décès attribuables à l'O_3, l'est du Canada est la seule région pour laquelle une tendance à la baisse des décès attribuables aux $P_{2,5}$ est observée. En comparaison des autres régions, il y a moins de décès attribuables à l'O_3 et plus attribuables aux $P_{2,5}$ en Ontario. Dans l'ouest du Canada, il y a moins de décès dus aux $P_{2,5}$.

Au cours de la période allant de 1984 à 2012, environ 3 % des décès[2] peuvent être attribués à l'O_3 dans l'est et dans l'ouest du Canada, et 2 % en Ontario.

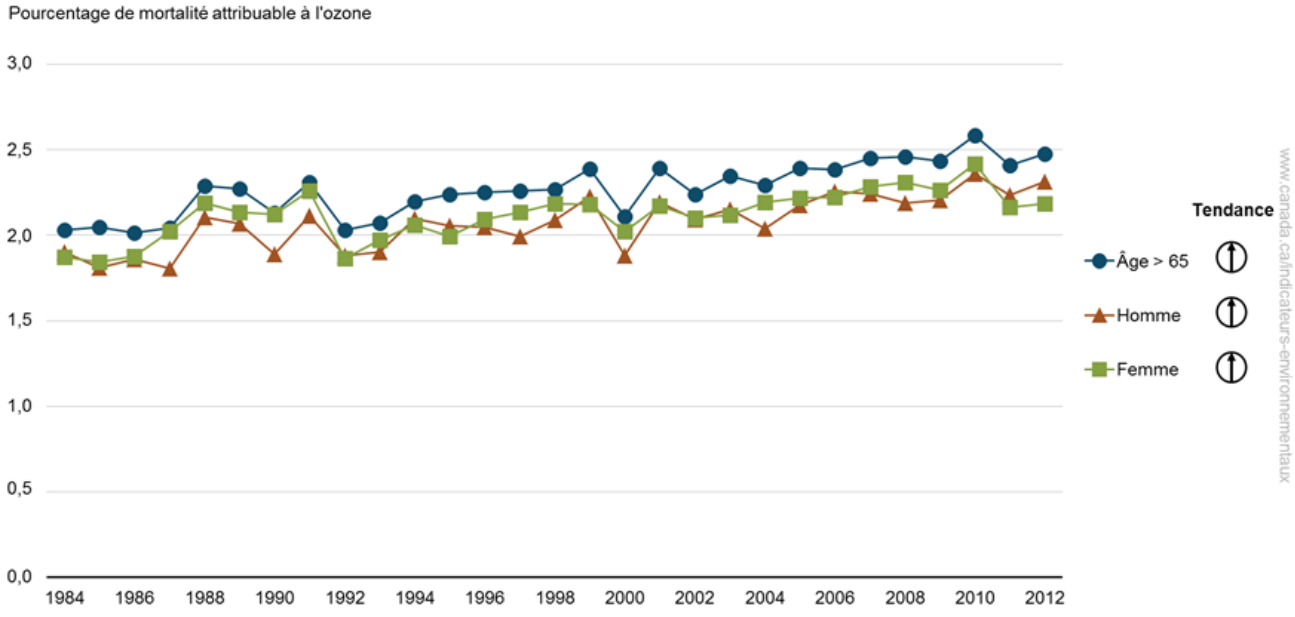
Au cours de la période allant de 2001 à 2012, en moyenne, 0,8 % des décès peuvent être attribués aux particules fines dans l'est du Canada, 1,0 % en Ontario et 0,4 % dans l'ouest du Canada.

Tendances air-santé par âge et sexe

Aperçu des résultats

- Une tendance à la hausse des décès attribuables à l'O_3 et une tendance à la baisse de ceux attribuables aux $P_{2,5}$ sont observées chez les personnes âgées de 65 ans et plus.
- Des tendances à la hausse des décès attribuables à l'O_3 sont observées chez les hommes et les femmes, alors qu'une tendance à la baisse dans le cas des $P_{2,5}$ n'est observée que chez les femmes.

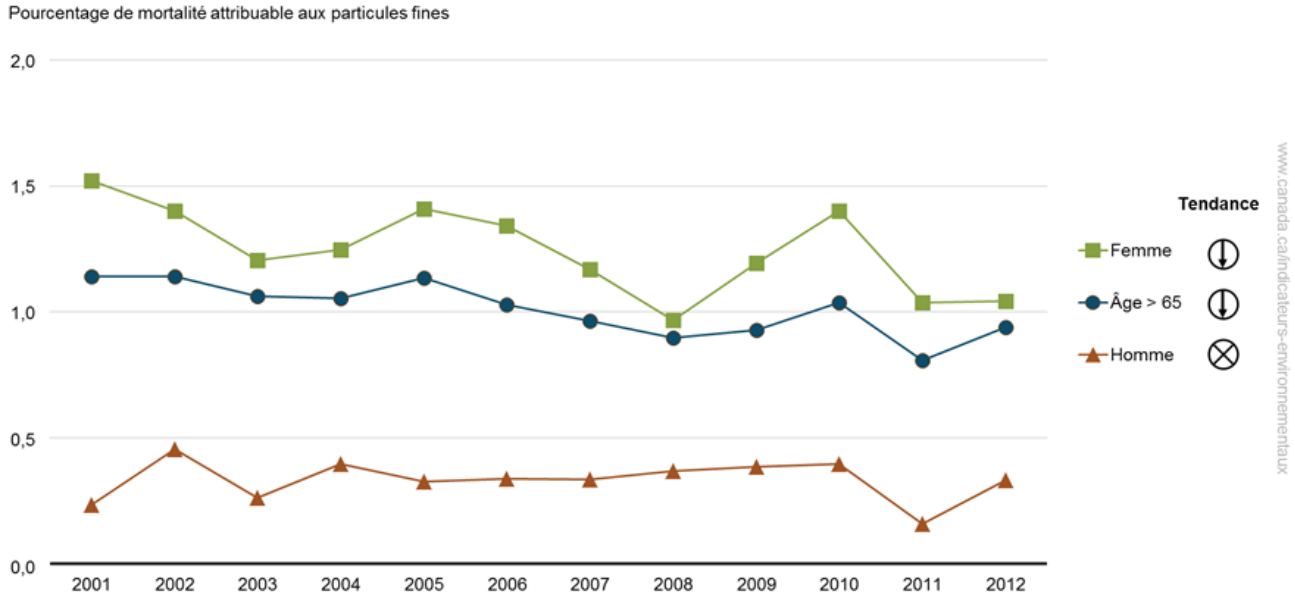
Figure 4. Mortalité attribuable à l'ozone troposphérique, par âge et par sexe, Canada, 1984 à 2012



Données pour la Figure 4

[2] Excluant les décès dus à des blessures.

Figure 5. Mortalité attribuable aux particules fines, par âge et par sexe, Canada, 2001 à 2012



Données pour la Figure 5

Remarque : Une flèche vers le haut signifie une tendance à la hausse, une flèche vers le bas une tendance à la baisse et un « X » aucune tendance. La mortalité attribuable à une exposition à l'ozone troposphérique ou aux particules fines est une estimation de la proportion de décès attribuables à ces polluants.
Source : Santé Canada (2017) Bureau de la science et de la recherche en santé environnementale, Division des études sur la population.

Les indicateurs pour l'O_3 et les $P_{2,5}$ ne présentent pas de différences substantielles dans la mortalité attribuable aux polluants atmosphériques pour les personnes de 65 ans ou plus, comparativement à la population générale. Environ 2 % et 1 % des décès peuvent être attribués respectivement à l'O_3 et aux $P_{2,5}$, pour les personnes de 65 ans et plus.

Environ 2 % des décès peuvent être attribués à l'O_3 pour les hommes comme pour les femmes. D'un autre côté, 0,3 % et 1,2 % des décès peuvent être respectivement attribués aux particules fines pour les hommes et les femmes. Il n'y a pas d'explication connue pour la différence entre les sexes.

À propos des indicateurs

Ce que mesurent les indicateurs

Les indicateurs sur les Tendances air-santé ont été développés comme outil pour surveiller les tendances des impacts sur la santé au Canada dus à une exposition à court terme à 2 importants polluants de l'air extérieur : l'O_3 et les $P_{2,5}$. Spécifiquement, les indicateurs permettent d'estimer et de suivre le pourcentage de tous les décès, hormis ceux dus à des blessures, pouvant être attribué à une exposition à l'O_3 (surveillé dans 24 villes) et aux $P_{2,5}$ (surveillé dans 22 villes).

Pourquoi ces indicateurs sont importants

L'exposition à la pollution atmosphérique peut conduire à des maladies chroniques des poumons, à des crises cardiaques, à des accidents vasculaires cérébraux et à des décès. Ces effets nocifs sur la santé entrainent des coûts en raison de pertes de productivité et de visites supplémentaires chez le médecin ou à l'hôpital. Ils influencent aussi le bien-être global quand les personnes ou les familles sont confrontées à ces maladies ou décès.

Indicateurs connexes

Les indicateurs sur la Qualité de l'air servent à suivre les concentrations ambiantes de $P_{2,5}$, d'O_3, de dioxyde de soufre (SO_2), de dioxyde d'azote (NO_2) et de composés organiques volatils (COV) à l'échelle nationale et régionale ainsi qu'aux stations de suivi locales.

Les indicateurs sur les Émissions de polluants atmosphériques du Canada permettent de faire un suivi des émissions de source humaine des 6 principaux polluants atmosphériques : oxydes de soufre (SO_X), oxydes d'azote (NO_X), COV, ammoniac (NH_3), monoxyde de carbone (CO) et $P_{2,5}$.

Collectivités sûres et en santé

Les indicateurs soutiennent la mesure des progrès vers l'atteinte de l'objectif à long terme de la Stratégie fédérale de développement durable 2016–2019 : Tous les Canadiens vivent dans des collectivités propres, durables qui contribuent à leur santé et bien-être.

Sources des données et méthodes

Sources des données

Le nombre de décès, hormis ceux dus à des blessures, est basé sur des données de mortalité quotidienne non accidentelle obtenues lors de l'enquête administrative Statistique de l'état civil : Base de données sur les décès (BCDECD) réalisée par Statistique Canada.

Les données quotidiennes sur la concentration d'O_3 et de $P_{2,5}$ ont été tirées du Programme du Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique administré par Environnement et Changement climatique Canada.

Les données sur la température quotidienne moyenne ont été tirées des Archives nationales d'information et de données climatologiques d'Environnement et Changement climatique Canada.

Complément d'information

Pour estimer la mortalité attribuable à la pollution atmosphérique, 2 ensembles de données principaux ont été utilisés : mortalité quotidienne et concentrations des polluants. D'autres données ont aussi été utilisées afin d'ajuster les estimations de mortalité en tenant compte de facteurs confondants qui pourraient avoir une influence sur la relation entre l'exposition à la pollution atmosphérique et la mortalité :

- temps de calendrier, pour tenir compte de variations saisonnières et à long terme des taux de mortalité;
- température quotidienne, pour prendre en compte l'effet à court terme des conditions météorologiques sur les taux de mortalité quotidiens;
- jours de la semaine, pour tenir compte de la mortalité qui varie d'un jour à l'autre en fonction de la structure de vie quotidienne.

Les données sur l'O_3 couvraient une période de 29 ans (1984 à 2012) et celles sur les $P_{2,5}$ une période de 12 ans (2001 à 2012).

Sélection des zones urbaines

La surface géographique des zones urbaines a été définie en utilisant les divisions de recensement. Les zones urbaines ont été sélectionnées en se basant sur la disponibilité et l'exhaustivité des données. Pour qu'une zone urbaine soit retenue, il fallait disposer de données sur la mortalité et les concentrations de polluants atmosphériques pour au moins 50 % des journées (plus de 182 jours) de chaque année. Les indicateurs couvrent 24 zones urbaines dans le cas de l'O_3 et 22 dans le cas des $P_{2,5}$.

Données sur la mortalité

Statistique Canada extrait les données sur la mortalité de la Base de données sur les décès pour les zones urbaines spécifiées. Les données n'ont été utilisées que si la division de recensement de résidence était la même que la division de recensement d'occurrence de décès, et ne concernaient que les décès dus à des causes internes (c'est-à-dire excluant les causes externes comme les blessures).[3]

Concentrations des polluants atmosphériques

Les polluants atmosphériques d'intérêt sont l'O_3 et les $P_{2,5}$, qui sont fortement liés à des effets nocifs sur la santé au Canada, dont la mortalité.[4] Des paramètres identiques à ceux utilisés par le Conseil canadien des ministres de l'environnement ont été appliqués pour l'O_3 (maximum quotidien sur 8 heures) et pour les $P_{2,5}$ (moyenne quotidienne sur 24 heures) sur une base annuelle. Pour chaque station de surveillance, la concentration moyenne quotidienne n'a été calculée que si les concentrations horaires pendant 18 des 24 heures (75 %) d'une journée étaient disponibles. Autrement, elle était consignée comme manquante. Pour chaque zone urbaine, la moyenne des concentrations moyennes quotidiennes était calculée si cette division de recensement comptait plusieurs stations.

Méthodes

Les résultats des indicateurs sont exprimés en tant que proportion de la mortalité attribuable à l'exposition aux polluants atmosphériques. Ceci est estimé en multipliant les concentrations annuelles de polluants atmosphériques par le facteur « risque de mortalité annuelle » multiplié par 100.

Le facteur de risque de mortalité annuelle est un taux donnant l'accroissement probable de la mortalité quotidienne associée à un accroissement unitaire de la concentration du polluant atmosphérique pour une année donnée. Pour chaque année, les risques de mortalité annuelle due à l'O_3 (1984 à 2012) et aux $P_{2,5}$ (2001 à 2012) ont été calculés pour chaque zone urbaine et ajustés pour tenir compte de variations saisonnières, des conditions météorologiques et du jour de la semaine. Un risque national de mortalité annuelle a ensuite été calculé en combinant les risques de mortalité annuelle de chaque zone urbaine au moyen d'un modèle hiérarchique.

Complément d'information

Les risques de mortalité annuelle au niveau national et au niveau régional sont estimés au moyen de modèles statistiques. La variation avec le temps peut être détectée grâce aux différences dans ces risques de mortalité annuelle. Il est supposé que pour chaque année il y a une seule distribution des risques réels pour toutes les zones urbaines à travers le Canada et que cette distribution peut être caractérisée grâce à un seul modèle de risque avec moyenne nationale et variance parmi les zones urbaines. Les zones urbaines d'une même région ont la même distribution des risques.

Modélisation statistique du risque spécifique à une zone urbaine

Le risque de mortalité annuelle due à l'exposition à l'O_3 et aux $P_{2,5}$ pour chaque zone urbaine a été estimé au moyen d'un modèle généralisé de Poisson. Il a été supposé que le nombre de décès par jour dépend :

- de la pollution atmosphérique et du jour de la semaine de manière linéaire;
- du temps et de la température de manière non linéaire.

---

[3] Classification internationale des maladies - CIM-9 codes < 800 et CIM-10 codes A00-R00.

[4] Santé Canada (2017) Les impacts sur la santé de la pollution de l'air au Canada.

Pour les estimations du risque spécifique à une zone urbaine, $\hat{\beta}_{ij}$ de l'emplacement de la zone urbaine i et de l'année civile j, un modèle additif généralisé de régression de Poisson sur-dispersé a été appliqué aux nombres quotidiens de décès Y_{ij}. Pour ce modèle, nous supposons que

Équation 1.

$$\log(E[Y_{ij}(t)]) = \beta_{ij} x_{ij}(t) + f_{1ij}(t;\theta_1) + f_{2ij}(temp_0(t);\theta_2) + \sum_{l=1}^{6} g_{lij}(dow(t))$$

où :

t étant le temps de calendrier indiquant le jour 1, 2,…, N

$Y_{ij}(t)$, $temp_0(t)$ et $dow(t)$ étant respectivement pour le jour *t*, le nombre quotidien de décès, la température et le jour de la semaine

f_{1ij} et f_{2ij} étant des fonctions de lissage non linéaires

g_{lij} étant une fonction linéaire pour l = 1, 2,…,6 indiquant l'intervalle quotidien dans la semaine

$x_{ij}(t)$ représentant les concentrations d'O_3 ou des $P_{2,5}$ le jour *t*

β_{ij} étant le paramètre d'intérêt à estimer indiquant l'effet nocif sur la santé de l'O_3 ou des $P_{2,5}$ pour la mortalité

Agrégation en un modèle national

Pour chaque année *j*, le risque national de mortalité annuelle est estimé en regroupant les risques de mortalité annuelle par zone urbaine calculé avec l'Équation 1. Un modèle d'effets aléatoires a été appliqué en suivant une approche bayésienne, en raison du petit nombre de zones urbaines disponibles (24 pour O_3 et 22 pour $P_{2,5}$). Pour permettre le suivi non seulement des variations spatiales mais aussi des variations temporelles, une approche hiérarchique bayésienne en deux étapes a été suivie pour modéliser le risque au niveau national.

Les risques estimés avec l'Équation 1 ont été estimés comme suit :

Équation 2.

$$\hat{\beta}_{ij} \mid \beta_{ij} \sim N(\beta_{ij}, \hat{v}_{ij})$$

où :

$\hat{\beta}_{ij}$ étant le risque estimé de la zone urbaine obtenu au moyen de l'Équation 1

$\hat{v}_{ij}$ étant la variance de l'échantillonnage conditionnel estimée, $\mathrm{var}(\hat{\beta}_{ij} \mid \beta_{ij})$

Les risques réels inconnus pour une zone urbaine (β_{ij}) ont été modélisés en tant que distribution normale, avec la moyenne comme risque national annuel commun (μ_j), et la variance ($\sigma_j^{\,2}$) indiquant la variation parmi les zones urbaines.

Équation 3.

$$\beta_{ij} \mid \mu_j, \sigma_j^{\ 2} \sim N(\mu_j, \sigma_j^{\ 2})$$

Le risque de mortalité annuelle national et la variance parmi les zones urbaines varient tous deux avec le temps. L'incertitude d'échantillonnage du risque de mortalité annuelle estimé dépend de la taille de l'échantillon des risques de mortalité par zone urbaine, mais la variance des risques réels de mortalité annuelle inconnus est indépendante de la taille de cet échantillon.

Pour la distribution à priori[5] du risque moyen réel de mortalité annuelle (μ_j), une distribution normale $N(0,\ 10000)$ avec variance large a été choisie à des fins d'objectivité, signifiant qu'on ne favorise pas une valeur par rapport à une autre. De plus, la distribution normale est conjuguée et offre donc certains avantages numériques par rapport à d'autres distributions à priori potentielles.

Tendances

Pour détecter des tendances dans les facteurs de risque de mortalité annuelle, un test de tendance linéaire de Sen et un test de Mann-Kendall ont été appliqués. Si aucune tendance n'est détectée, un modèle d'effets aléatoires est appliqué aux facteurs de risque de mortalité annuelle afin d'éliminer toute variation aléatoire inutile, ce qui résulte en des facteurs de risque de mortalité ajustés. Suite à ces tests sur les tendances, la mortalité estimée attribuable à la pollution atmosphérique a été calculée comme suit :

Équation 4.

Mortalité estimée attribuable à la pollution atmosphérique = c * r * 100

où :

c = concentrations annuelles de polluants atmosphériques

r = risque de mortalité annuelle

Zones urbaines prises en compte

La population totale des 24 zones urbaines s'est légèrement accrue, passant de 49 à 52 % de la population canadienne au cours de la période de 29 ans étudiée pour l'ozone (de 1984 à 2012). Leurs nombres totaux de décès sont constamment de 47 à 48 % de ceux pour le reste de la population canadienne.

Tableau 1. Zones urbaines du Canada utilisées pour les indicateurs sur les Tendances air-santé

Zones urbaines	Ozone troposphérique	Particules fines
Halifax	X	X
Saint John	X	X
Québec	X	X

[5] Une distribution a priori est une distribution de probabilités représentant une quantité incertaine avant que certains éléments de preuve ne soient pris en compte.

Zones urbaines	Ozone troposphérique	Particules fines
Montréal	X	X
Ottawa	X	X
Durham	X	X
York	X	X
Toronto	X	X
Peel	X	X
Halton	X	X
Hamilton	X	X
Niagara	X	X
Waterloo	X	X
Windsor	X	X
Sarnia	X	X
London	X	X
Sudbury	X	n/d
Sault Ste. Marie	X	X
Winnipeg	X	X
Regina	X	X
Saskatoon	X	n/d
Calgary	X	X
Edmonton	X	X
Vancouver	X	X

Note : n/d = non disponible.

Régional

Les indicateurs des zones urbaines sont classés en 3 régions géographiques :

- Est du Canada (Halifax, Saint John, Québec, Montréal et Ottawa)
- Ontario (Durham, York, Toronto, Peel, Halton, Hamilton, Niagara, Waterloo, Windsor, Sarnia, London, Sudbury et Sault Ste. Marie)
- Ouest du Canada (Winnipeg, Regina, Saskatoon, Calgary, Edmonton et Vancouver).

Alors que les régions de l'est et de l'ouest du Canada couvrent plusieurs provinces, la région de l'Ontario n'en couvre qu'une. En raison du déséquilibre des nombres de régions urbaines, la fiabilité statistique pour toutes ces régions n'est pas comparable.

Changements récents

La période d'étude a été modifiée et est passée de 1990-2010 à 1984-2012 pour l'O_3 et de 2001-2010 à 2001-2012 pour les $P_{2,5}$. Ces périodes d'étude plus longues fournissent une puissance statistique plus importante pour la détection des tendances du risque de mortalité annuelle.

Le résultat d'intérêt pour la santé est passé des causes de décès liées au cœur et aux poumons aux causes non accidentelles, qui comprennent les causes liées au cœur et aux poumons. Ce paramètre plus large pour la santé fournit un impact plus général des polluants atmosphériques sur le corps humain (qui n'est pas limité au cœur ou aux poumons).

La période d'étude d'intérêt est passée de la « saison chaude » (avril à septembre) à l'année complète (janvier à décembre). Cette période plus longue fournit un impact plus général des polluants atmosphériques, non limité à une période spécifique de 6 mois. Avec le changement climatique, la saison chaude au Canada varie avec le temps en termes de température, et l'étude sur toute l'année est donc plus fiable pour la détection de tendances annuelles, qui est le principal objectif des indicateurs.

Mises en garde et limites

Les indicateurs sur les Tendances air-santé sont en développement continu. Ils sont évalués dans des communautés pour lesquelles on dispose des données requises. Ils ne comprennent pas des évaluations des raisons potentielles entrainant des modifications de la mortalité attribuable à l'exposition à la pollution atmosphérique.

Complément d'information

Exposition à court terme ou à long terme

Les indicateurs actuels font le lien entre la mortalité et les concentrations de polluants atmosphériques pour le même jour uniquement, ils ne reflètent donc pas l'impact total associé à ces polluants pendant plusieurs jours. Bien que les indicateurs donnent une estimation du risque aigu d'une exposition à court terme à la pollution atmosphérique, il existe également un risque d'une exposition à long terme.

Le modèle des indicateurs sur les Tendances air-santé permet d'estimer les effets nocifs sur la santé dus à une exposition pendant une seule journée. Toutefois, les effets nocifs se manifestent pendant une période qui diffère d'un individu à l'autre de la population en raison de différents états de santé et, donc, de différents temps de réaction à l'exposition. Certaines personnes tombent malade immédiatement, alors que pour d'autres cela peut prendre plusieurs jours ou même des semaines pour qu'elles ressentent les effets.

Dans les modèles typiques, il est supposé que le délai entre l'exposition et l'apparition des effets sur la santé sera au plus de 2 à 3 mois. Ceci est trop éloigné de l'exposition pour avoir un lien raisonnable avec la mortalité. Pour le modèle présentement utilisé, il a été établi qu'une période 2 à 3 mois entache la plausibilité, et nous avons donc limité l'association à une période de 0 à 14 jours suivant l'exposition et n'avons pas pris le reste en compte.

Tendances

Pour favoriser la détection d'une tendance, les indicateurs sont basés sur un modèle dynamique (plutôt que sur un modèle statique), qui met en évidence plus de variations annuelles en raison principalement du plus petit nombre de jours utilisés pour les indicateurs. Un modèle statique donne juste un facteur de risque pour toutes les années combinées et, donc, aucune tendance ne peut être détectée. À l'inverse, un modèle dynamique utilise des données annuelles (365 ou 366 jours) et, donc, permet de détecter des modifications ou des tendances annuelles. À moins qu'une tendance dans les facteurs de risque de mortalité annuelle ne soit identifiée en se basant sur des méthodes de test statistiques comme le modèle de régression paramétrique et le test de Sen non paramétrique, ces risques annuels peuvent être interprétés comme ayant la même valeur au cours de la période. Par exemple, pour l'ozone il y a 29 risques de mortalité calculés pour chaque année de la période d'étude. Si aucune tendance significative n'est mise en évidence, il est supposé qu'il n'y a aucune différence, signifiant que le risque au cours de ces années est resté le même.

Effets des conditions météorologiques

Pour tenir compte des effets des conditions météorologiques, il aurait été utile d'ajouter des renseignements sur l'humidité relative et la température du point de rosée aux données moyennes de température. Toutefois, parmi les 24 zones urbaines, nous ne disposions d'aucune donnée appropriée de ce type pour 8 d'entre elles pendant 10 des 21 années de la

période d'étude. De plus, lors de tests, aucun effet significatif de l'humidité relative ni de la température du point de rosée n'a pu être mis en évidence en n'utilisant que les zones urbaines pour lesquelles nous disposions de telles données. En conséquence, il a été décidé de ne pas inclure l'humidité relative et la température du point de rosée comme co-variables du modèle.

Ressources

Références

Allen G (2010) Evaluation of Transformation Methods for Adjustment of Historical TEOM® Data in the NAPS Network; Environnement Canada.

Dann T (2013) Comparison of CESI $PM_{2.5}$ Air Indicators with Transformed Data (FEM Basis); préparé pour Environnement Canada.

Environnement et Changement climatique Canada (2018) Programme du Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique.

Huang Y. et al. (2005) Bayesian hierarchical distributed lag models for summer ozone exposure and cardio-respiratory mortality; Environmetrics, 16, p. 547-562.

Shin H.H. et al. (2008) A Temporal, Multi-City Model to Estimate the Effects of Short-Term Exposure to Ambient Air Pollution on Health; Environmental Health Perspectives, 116(9), p. 1147-1153.

Shin H.H. et al. (2009) Measuring Public Health Accountability of Air Quality Management. Air Quality; Atmosphere and Health, 2, p. 11-20.

Shin H.H. et al. (2012) Tracking National and Regional Spatial-Temporal Mortality Risk Associated with NO_2 Concentrations in Canada: A Bayesian Hierarchical 2-level Cluster Model; Risk Analysis, 32(3), p. 513-30.

Annexe

Annexe A. Tableaux des données utilisées pour les figures

Tableau A.1. Données pour la Figure 1. Mortalité attribuable à l'ozone troposphérique (1984 à 2012) et aux particules fines (2001 à 2012), Canada

Année	Mortalité attribuable à l'ozone (pourcentage)	Mortalité attribuable aux particules fines (pourcentage)
1984	1,88	n/d
1985	1,83	n/d
1986	1,87	n/d
1987	1,89	n/d
1988	2,13	n/d
1989	2,10	n/d
1990	1,98	n/d
1991	2,18	n/d
1992	1,88	n/d
1993	1,94	n/d
1994	2,07	n/d
1995	2,03	n/d
1996	2,08	n/d
1997	2,06	n/d
1998	2,13	n/d
1999	2,20	n/d
2000	1,95	n/d
2001	2,19	0,84
2002	2,10	0,94
2003	2,15	0,64
2004	2,11	0,80
2005	2,20	0,85
2006	2,25	0,84
2007	2,27	0,73
2008	2,25	0,63
2009	2,25	0,79
2010	2,39	0,88
2011	2,19	0,49
2012	2,26	0,64

Remarque : n/d = non disponible. Les mortalités attribuables à l'exposition à l'ozone troposphérique ou aux particules fines sont des estimations de la proportion de décès attribuables à ces polluants.
Source : Santé Canada (2017) Bureau de la science et de la recherche en santé environnementale, Division des études sur la population.

Tableau A.2. Données pour la Figure 2. Mortalité attribuable à l'ozone troposphérique par région, Canada, 1984 à 2012

Année	Est canadien (pourcentage)	Ontario (pourcentage)	Ouest canadien (pourcentage)
1984	2,52	1,36	2,59
1985	2,36	1,33	2,66
1986	2,43	1,41	2,51
1987	2,49	1,30	2,86
1988	2,80	1,56	2,81
1989	2,74	1,53	3,04
1990	2,42	1,48	2,78
1991	3,02	1,53	3,00
1992	2,56	1,34	2,51
1993	2,53	1,41	2,63
1994	2,78	1,42	3,02
1995	2,71	1,41	2,88
1996	2,71	1,47	2,91
1997	2,66	1,52	2,85
1998	2,93	1,46	2,87
1999	2,89	1,62	3,01
2000	2,68	1,38	2,71
2001	2,77	1,60	3,08
2002	2,89	1,50	2,96
2003	2,89	1,61	2,92
2004	2,73	1,49	3,28
2005	2,89	1,56	3,13
2006	2,95	1,62	3,00
2007	2,87	1,71	3,12
2008	3,02	1,60	3,19
2009	2,90	1,57	3,21
2010	3,05	1,71	3,31
2011	2,99	1,54	3,16
2012	3,07	1,60	3,09

Remarque : La région de l'est du Canada est composée de 5 zones urbaines, l'Ontario de 13 zones urbaines et la région de l'ouest du Canada de 6. Pour plus de renseignements, veuillez consulter la section Méthodes. La mortalité attribuable à une exposition à l'ozone troposphérique est une estimation de la proportion de décès attribuable à ce polluant.
Source : Santé Canada (2017) Bureau de la science et de la recherche en santé environnementale, Division des études sur la population.

Tableau A.3. Données pour la Figure 3. Mortalité attribuable aux particules fines par région, Canada, 2001 à 2012

Année	Est canadien (pourcentage)	Ontario (pourcentage)	Ouest canadien (pourcentage)
2001	1,21	1,04	0,31
2002	1,04	1,02	0,66
2003	0,75	0,92	0,54
2004	0,82	1,03	0,48
2005	0,79	1,08	0,32
2006	0,85	1,02	0,39
2007	0,78	0,94	0,37
2008	0,77	0,82	0,29
2009	0,72	0,87	0,52
2010	0,83	1,14	0,49
2011	0,70	0,80	0,37
2012	0,57	0,87	0,49

Remarque : La région de l'est du Canada est composée de 5 zones urbaines, l'Ontario de 13 zones urbaines et la région de l'ouest du Canada de 6. Pour plus de renseignements, veuillez consulter la section Méthodes. La mortalité attribuable à une exposition aux particules fines est une estimation de la proportion de décès attribuable à ce polluant.
Source : Santé Canada (2017) Bureau de la science et de la recherche en santé environnementale, Division des études sur la population.

Tableau A.4. Données pour la Figure 4. Mortalité attribuable à l'ozone troposphérique, par âge et par sexe, Canada, 1984 à 2012

Année	Âge > 65 (pourcentage)	Femme (pourcentage)	Homme (pourcentage)
1984	2,03	1,87	1,90
1985	2,05	1,84	1,81
1986	2,02	1,88	1,86
1987	2,04	2,02	1,81
1988	2,29	2,19	2,10
1989	2,27	2,13	2,07
1990	2,13	2,12	1,89
1991	2,31	2,26	2,11
1992	2,03	1,86	1,88
1993	2,07	1,97	1,90
1994	2,20	2,06	2,10
1995	2,24	1,99	2,06
1996	2,25	2,09	2,05
1997	2,26	2,13	1,99
1998	2,27	2,19	2,09
1999	2,39	2,18	2,23

Année	Âge > 65 (pourcentage)	Femme (pourcentage)	Homme (pourcentage)
2000	2,11	2,02	1,88
2001	2,39	2,17	2,19
2002	2,24	2,10	2,09
2003	2,35	2,12	2,15
2004	2,29	2,19	2,04
2005	2,39	2,22	2,18
2006	2,38	2,22	2,25
2007	2,45	2,28	2,24
2008	2,46	2,31	2,19
2009	2,44	2,27	2,21
2010	2,58	2,42	2,36
2011	2,41	2,17	2,24
2012	2,48	2,18	2,31

Remarque : La mortalité attribuable à une exposition à l'ozone troposphérique est une estimation de la proportion de décès attribuables à ce polluant.
Source : Santé Canada (2017) Bureau de la science et de la recherche en santé environnementale, Division des études sur la population.

Tableau A.5. Données pour la Figure 5. Mortalité attribuable aux particules fines, par âge et par sexe, Canada, 2001 à 2012

Année	Âge > 65 (pourcentage)	Femme (pourcentage)	Homme (pourcentage)
2001	1,14	1,52	0,23
2002	1,14	1,40	0,46
2003	1,06	1,21	0,26
2004	1,05	1,25	0,40
2005	1,13	1,41	0,33
2006	1,03	1,34	0,34
2007	0,96	1,17	0,33
2008	0,90	0,97	0,37
2009	0,93	1,19	0,39
2010	1,04	1,40	0,40
2011	0,81	1,04	0,16
2012	0,94	1,04	0,33

Remarque : La mortalité attribuable à une exposition aux particules fines est une estimation de la proportion de décès attribuables à ce polluant.
Source : Santé Canada (2017) Bureau de la science et de la recherche en santé environnementale, Division des études sur la population.

Pour des renseignements supplémentaires :

Environnement et Changement climatique Canada
Centre de renseignements à la population
12e étage, Édifice Fontaine
200, boul. Sacré-Cœur
Gatineau (Québec) K1A 0H3
Téléphone : 1-800-668-6767 (au Canada seulement) ou 819-938-3860
Télécopieur : 819-938-3318
Courriel : ec.enviroinfo.ec@canada.ca