

## Les caractéristiques socio-économiques modifient-elles l'association à court terme entre la pollution atmosphérique et la mortalité ? Mise en évidence sur une série chronologique par zone à Hamilton, Canada

### ***Do socioeconomic characteristics modify the short-term association between air pollution and mortality? Evidence from a zonal time series in Hamilton, Canada***

Jerrett M, Burnett RT, Brook J, Kanaroglou P, Giovis C, Finkelstein N and Hutchison B.

*J Epidemiol. Community Health* 2004;58;31-40.

Analyse commentée par

Marie-Blanche Personnaz<sup>1</sup>  
et Pascal Fabre<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Atmo – Rhône-Alpes GIE

<sup>2</sup> Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice

### ■ Contexte

De nombreuses études attestent de la relation à court terme entre pollution atmosphérique et mortalité, mais peu s'intéressent au rôle joué par les caractéristiques socio-économiques des populations. Pourtant plusieurs articles suggèrent une modification des effets de la pollution sur la santé liée à ces paramètres, notamment le niveau d'instruction.

### ■ Résumé de l'étude

#### Objectifs

Cet article a pour objet d'évaluer la modification des effets à court terme de l'exposition ambiante à la pollution atmosphérique en milieu urbain sur la santé des populations par les caractéristiques socio-économiques, au travers de séries chronologiques par découpage en zones de la ville de Hamilton. Cette ville industrielle, située à l'extrémité occidentale du lac Ontario au Canada, présente des contrastes spatiaux forts, à la fois en termes de caractéristiques socio-économiques et en matière d'exposition à la pollution.

#### Matériel et méthodes

##### Données d'exposition

L'agglomération d'Hamilton (300 000 habitants sur 294 km<sup>2</sup>) abrite un des plus grands complexes sidérurgiques d'Amérique du Nord, responsable d'émissions aériennes polluantes dans l'extrémité nord-est de l'agglomération. Les brises du nord-est du lac Ontario et la présence de l'escarpement de 100 à 120 m des chutes du Niagara, à 3 à 4 kilomètres de son rivage, combinées à des inversions de température, sont responsables de gradients caractérisés de pollution

suivant les quartiers. Les zones urbaines à niveau socio-économique faible sont concentrées dans des zones de la ville où la pollution est plus importante.

La ville de Hamilton a été divisée en cinq zones, les frontières entre deux zones étant fixées par les médiatrices des segments reliant deux stations contiguës du réseau de surveillance de la pollution.

Deux polluants ont été analysés : les particules, mesurées par un coefficient d'empoussièrement par dépôt sur un filtre (CoH) et le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) mesuré par spectroscopie par fluorescence. Les concentrations moyennes annuelles en SO<sub>2</sub> s'échelonnent entre 12 et 22 µg/m<sup>3</sup>. L'étude a été réalisée sur des moyennes journalières, chaque journée étant validée sur un principe de 75 % de fonctionnement, les valeurs étant fournies par le ministère de l'Environnement d'Ontario.

Les données météorologiques (humidité relative, température maximale et changement maximum de pression barométrique avec 0 à 3 jours de retard) prises en compte comme facteurs de confusion potentiels ont été obtenues auprès de la station météorologique située à l'Aéroport d'Hamilton.

### Données sanitaires

Dans chaque zone, les moyennes journalières de pollution urbaine ont été associées aux niveaux de mortalité non-traumatique fournis par le Registre général de l'Ontario sur la période 1985-1994. La date et l'adresse au moment du décès ont été fournies par le Registre des statistiques du Canada. Chaque donnée de mortalité a été assignée à un point dans la zone d'exposition par un système d'information géographique. Le nombre de cas étudiés varie de 4 267 à 6 763 suivant les zones et le polluant.

### Données socio-économiques

Les données sociales, économiques, et démographiques ont été extraites à partir du recensement 1991 du Canada. Les caractéristiques sociales, économiques, démographiques, et de style de vie ont été calculées sur le centroïde de chaque zone de pollution. Le taux de tabagisme, la distance moyenne du centroïde de la zone à l'hôpital le plus proche et l'âge moyen au décès pour chaque zone ont été aussi considérés.

### Analyse statistique

Le nombre journalier de décès a été analysé en série chronologique en utilisant un modèle linéaire généralisé, en particulier une régression de Poisson avec comme variable d'intérêt la variable pollution. Chaque polluant a été étudié séparément, en prenant en compte différents décalages entre l'exposition et le décès : décalage simple (c'est-à-dire niveau du polluant

1, 2 ou 3 jours avant le décès), décalage sur plusieurs jours (moyenne des niveaux du polluant pendant plusieurs jours avant le décès). La variable jour de la semaine et les données météorologiques ont été utilisées comme variables d'ajustement (humidité relative, température maximale 1 et 2 jours avant le décès).

Ces modèles ont été établis sur la ville entière en utilisant les niveaux moyens journaliers de polluants calculés à partir des données des cinq stations de mesure. Les estimations ainsi obtenues ont été ensuite employées comme références auxquelles les résultats obtenus en restreignant l'analyse à chacune des zones urbaines ont été comparés.

### Résultats

Dans l'ensemble, particules comme SO<sub>2</sub> montrent des associations significatives et positives avec la mortalité. Le risque relatif (RR) varie en fonction du type de retard et du polluant considérés (CoH ou SO<sub>2</sub>).

Dans les modèles construits pour l'ensemble de la ville, les RR s'étendent pour le CoH entre 1,02 (pour un retard simple de 1, 2 ou 3 jours) et 1,06 pour le retard sur 4 jours. Pour le SO<sub>2</sub>, les effets sont plus faibles, avec un RR de 1,02 pour les retards simples et de 1,04 pour un retard multiple, comme par exemple en prenant en compte le niveau moyen au cours du jour du décès et des trois jours l'ayant précédé.

Pour les modèles par zone, l'étude met en évidence pour le CoH des effets spécifiquement plus élevés dans certaines zones de la ville. Ainsi le centre-ville, le nord industriel, et les zones extrême-est montrent des liens significatifs, avec des RR s'étendant de 1,05 à 1,08, soit environ 1,7 à 2,7 fois plus élevés, pour un retard simple, que ceux obtenus avec le modèle ville entière.

De même, pour le SO<sub>2</sub>, on observe une hétérogénéité intra-urbaine, bien qu'elle soit moins prononcée que dans les modèles utilisant le CoH. Seules trois zones (la zone extrême-est, la zone montagne-sud, et le centre-ville) montrent des RR significatifs en lien avec le SO<sub>2</sub>.

Les auteurs ont effectué ensuite des analyses combinées en associant les zones en fonction de leur niveau socio-économique. En général, ils constatent que les zones au statut social élevé connaissent un impact moins important de la pollution, alors que dans les zones urbaines à niveau socio-économique faible, ses effets sont plus importants, quel que soit le type de retard considéré. Dans ces zones de faible niveau socio-économique, deux caractéristiques seraient reliées de façon significative avec l'effet de la pollution : la proportion d'emplois industriels et le niveau d'instruction.

## Discussion des auteurs

Les auteurs discutent les raisons de la relation entre le niveau socio-économique d'une zone, représenté par un bas niveau d'instruction et une proportion d'emploi industriel important, et l'impact de la pollution.

Les auteurs reconnaissent que, dans l'industrie sidérurgique, les expositions professionnelles élevées à des substances toxiques sont plus fréquentes et peuvent, combinées avec le niveau ambiant de pollution, avoir des conséquences d'autant plus importantes sur la santé.

De même, l'emploi industriel peut lui-même être associé à un faible niveau d'instruction, un faible niveau de revenus, des difficultés d'accès aux soins et un environnement résidentiel dégradé, d'où un sur-impact de la pollution atmosphérique. Ainsi, les auteurs considèrent que l'air conditionné lié à un niveau socio-économique supérieur pourrait être de nature à diminuer l'exposition dans l'habitat. Les auteurs reconnaissent qu'une analyse en composantes principales des facteurs socio-économiques prendrait mieux en compte les interrelations complexes entre ces indicateurs mais le faible nombre de zones contrastées sur le plan socio-économique ne les a pas autorisés à aller plus loin dans leurs conclusions.

Les auteurs évoquent aussi l'existence de différences intra-urbaines dans l'exposition, certaines zones pouvant avoir des émissions toxiques plus élevées ou des particules plus dangereuses. La possibilité d'une erreur de classification sur l'exposition est avancée, sachant que les stations de surveillance sont représentatives de différents environnements, notamment la station du secteur industrialisé nord qui n'est pas en zone résidentielle, mais caractérise l'apport de la zone industrielle sur les zones résidentielles.

La mobilité intra-urbaine peut également être source d'erreur dans l'estimation de l'exposition, et potentiellement responsable d'un biais différentiel. En effet, pour les zones urbaines à niveau socio-économique faible, la mobilité est moins importante.

## ■ Commentaires et conclusions des analystes

Cette étude est à rapprocher d'un article des mêmes auteurs présenté dans le numéro 30 d'Extrapol de décembre 2006 et effectué sur la même ville. L'intérêt de cette étude est de prendre en compte les variations spatiales intra-urbaines, travail qui n'est guère possible en France en raison de la difficulté que représente le recueil des données sanitaires à une échelle fine.

L'étude est quelque peu complexe à suivre car l'impact de la pollution est étudié pour toute la ville, pour chacune des 5 zones et chaque polluant, suivant différents retards de mortalité : retards simples

(c'est-à-dire, la valeur des niveaux de pollution 1 ou 2 ou 3 jours avant la mort), retards de plusieurs jours (moyenne des niveaux de pollution sur plusieurs jours avant la mort), avec au final peu de résultats réellement significatifs.

De plus, plusieurs points de cette étude méritent d'être débattus :

- les auteurs n'ont eu accès qu'à un indicateur rudimentaire de particules (CoH), difficile à comparer à des PM<sub>10</sub> ou des PM<sub>2,5</sub>, le diamètre de coupure de la mesure n'étant pas précisé. L'industrie sidérurgique est connue pour la charge qu'elle apporte en termes de particules de métaux lourds de toutes tailles, particulièrement toxiques. De ce point de vue, dans le quartier industriel, l'effet de la pollution particulaire évalué par l'indicateur général CoH, peut être particulièrement important, accentuant la relation générale sur l'ensemble de la zone. Il semble aussi que l'autre polluant mesuré, le dioxyde de soufre, montre à la fois des taux plutôt bas pour une ville industrielle et des relations moins fortes avec le taux de mortalité que l'indicateur particules ;
- à part dans le cas de la station Nord, de nature apparemment plutôt de proximité industrielle, aucune indication n'est fournie sur les caractéristiques des stations de surveillance : environnement immédiat des stations, proximité des routes, type prédominant de chauffage dans les quartiers, etc. ;
- le découpage des zones d'exposition urbaines a été réalisé en définissant un polygone autour de stations fixes et en attribuant la concentration mesurée par la station à l'ensemble du polygone renforçant de ce fait les contrastes par zones, ce qui tendrait à aller dans le sens de la démonstration des auteurs. Dans la réalité, les concentrations de polluants montrent des variations spatiales continues, ce qui aurait pu être mieux représenté par une interpolation spatiale ;
- la proportion de fumeurs par sexe est disponible pour chaque zone urbaine, cependant ce facteur de risque associé dans cette étude à l'emploi industriel n'est pas analysé en tant que facteur de confusion dans l'étude principale. Comme il est assez rare de disposer de cet indicateur lors d'une telle étude, nous regrettons de ne pas avoir plus d'information sur son effet modificateur ;
- concernant les facteurs socio-économiques en cause, les auteurs soulignent la colinéarité de tels facteurs, suggérant ainsi qu'il aurait été intéressant de réaliser au préalable une analyse en composantes principales sur les variables socio-économiques pour ne retenir que les plus caractéristiques ;
- enfin, il reste dans cette étude une grosse interrogation. Les quartiers les plus pollués sont également ceux où habitent les personnes les plus défavorisées socio-économiquement. Il est donc possible que la relation

mise en évidence dans cette étude ne soit pas le reflet de la pollution mais celle du faible statut socio-économique des populations résidant dans ces zones, ce qui est vrai pour Hamilton comme dans de nombreuses villes occidentales. Évaluer l'impact de la pollution urbaine lorsque le niveau de pollution est lui-même corrélé au niveau socio-économique de la

population peut apporter un biais de confusion. N'aurait-il pas été plus pertinent d'étudier la sensibilité des populations socio-économiquement défavorisées dans des zones présentant des niveaux de pollution comparables, en stratifiant uniquement sur le statut socio-économique ?