

Influence de conditions socio-économiques sur les effets sanitaires de la pollution de l'air sur les personnes âgées : analyse dans six zones de São Paulo, Brésil

Influence of socioeconomic conditions on air pollution adverse health effects in elderly people: an analysis of six regions in São Paulo, Brazil

Martins M.C.H., Fatigati F.L., Véspoli T.C., Martins L.C., Pereira L.A.A., Martins M.A., Saldiva P.H.N. and Braga A.L. F.
J. Epidemiol. Community Health, 2004;58;41-46 doi:10.1136/jech.58.1.41

Analyse commentée par

Pascal Fabre¹ et Hervé Pernin²

¹ Institut national de veille sanitaire (InVS), Saint-Maurice.

² Agence de l'environnement et de la maîtrise d'énergie (Ademe), Paris.

■ Contexte

La justice environnementale est un sujet émergent, en France comme dans de nombreux pays, qui pose la question de savoir si les dégradations des conditions environnementales atteignent plus particulièrement certaines populations. L'analyse des liens à court terme entre la pollution atmosphérique et la santé a fait l'objet de nombreux travaux dans le monde et, outre l'âge et l'état de santé, il semblerait que le statut socio-économique puisse également modifier l'impact sanitaire de la pollution aérienne. Dans cette étude, les auteurs ont tiré profit des données d'une enquête sur le statut socio-économique de 26 000 foyers, qui venait d'être réalisée par l'Office des transports de São Paulo au Brésil. Cette étude s'est déroulée de janvier 1997 à décembre 1999, sur six zones de la métropole brésilienne représentant une population totale de près d'un million d'habitants.

■ Résumé

Objectifs

L'objectif de l'étude présentée dans cet article est d'évaluer si le statut socio-économique modifie les effets de la pollution aérienne par les PM₁₀ sur la mortalité respiratoire des personnes âgées.

Matériels et méthodes

Pour atteindre cet objectif, les auteurs ont réalisé des analyses de séries temporelles sur des données de pollution et de mortalité pour les populations de six zones d'étude dans la ville de São Paulo, chacune étant caractérisée par un profil socio-économique particulier.

Les concentrations en polluants atmosphériques ont été fournies par neuf stations de surveillance de la qualité de l'air. Ces stations étaient de type "proximité automobile" et situées sur des axes routiers présentant un trafic important. Dans un premier temps, neuf zones d'étude ont été définies en traçant un cercle de 2 km de rayon autour de chacune de ces stations de surveillance. Quatre stations de mesure situées dans le centre historique de São Paulo étant proches les unes des autres (moins de 2 km), les quatre zones correspondantes ont été réunies en une seule zone centrale, ce qui a eu pour effet de ramener de neuf à six le nombre de zones étudiées.

Les stations de surveillance mesuraient la moyenne sur 24 h des concentrations en PM₁₀. Dans la zone centrale,

l'indicateur de pollution a été calculé comme la moyenne des concentrations enregistrées par les quatre stations. Les auteurs ont exploité les données de l'enquête de déplacements qui venait d'être réalisée par l'Office des transports sur 26 000 foyers de la métropole de São Paulo. Les variables socio-économiques recueillies étaient : le pourcentage de personnes ayant une éducation de niveau universitaire, le pourcentage de personnes vivant dans un logement insalubre et le pourcentage de foyers ayant un revenu annuel supérieur à 3 500 US\$. Cette enquête avait conduit, par ailleurs, à diviser la ville en aires géographiques de déplacement quotidien appelées "zone origine-destination" (zones OD), puis à affecter à chacune de ces zones une population et ses caractéristiques socio-économiques. Ces zones OD étaient d'une superficie plus faible que les zones d'étude. Une zone OD a été incluse dans une zone d'étude lorsque au moins deux tiers de son territoire était réellement dans un rayon de 2 km autour de la station de surveillance correspondante.

Les niveaux de température minimum et d'humidité relative quotidiens ont été fournis par l'Agence sanitaire de l'État de São Paulo pour les zones du centre et de l'est. Ces mêmes informations ont été fournies par l'université de São Paulo pour les zones du sud de la métropole.

Les données de mortalité respiratoire (CIM 10 : J00 -J99)* concernant des personnes âgées de 60 ans et plus étaient fournies par la municipalité. Chaque cas de décès a été géoréférencé dans un système d'information géographique.

Dans chaque zone d'étude, le nombre journalier de décès pour cause respiratoire a été régressé suivant une loi poissonienne. Un modèle linéaire généralisé (GLM) avec des fonctions de lissage non paramétriques (splines) a été utilisé pour ajuster sur la tendance à long terme, sur la saison, sur les données météorologiques, et le jour de la semaine. Les moyennes glissantes sur les deux derniers jours de la température minimale et de l'humidité relative ont été utilisées.

Pour étudier l'effet retard de la pollution particulaire sur la mortalité, les auteurs ont utilisé la concentration atmosphérique du jour et la moyenne mobile des trois jours précédents.

Les résultats sont exprimés en pourcentage d'augmentation de mortalité respiratoire attribuable à une augmentation de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de la pollution aérienne par les PM_{10} . Les auteurs ont utilisé une moyenne pondérée par l'inverse de la variance pour combiner les résultats des six zones d'étude. Les analyses statistiques ont été réalisées sur S-Plus (version 4.5).

Résultats

Les 6 zones d'étude présentent des structures démographiques et socio-économiques contrastées. Schématiquement, on observe des zones "favorisées"

associant une proportion élevée de personnes âgées (18 %), une large proportion de foyers à revenu élevé (34 %), un pourcentage important de personnes avec un haut niveau d'éducation (46 %) et aucun habitat insalubre. À l'autre extrême, on observe des zones associant une population âgée peu importante (8,5 %), un faible pourcentage de personnes avec un haut niveau d'éducation (6 %), un faible pourcentage de foyers à revenu élevé (5 %) et une forte proportion d'habitats insalubres (11 %).

Concernant la pollution atmosphérique, la disponibilité des mesures réalisées par les neuf stations n'a pas été optimale. Elle est comprise suivant les zones entre 100 % et 53 % de données collectées. Les concentrations moyennes journalières en PM_{10} mesurées pendant les trois ans sont relativement élevées et différentes suivant la zone, variant de 40 à 72 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La variabilité des données semble importante, avec un écart-type de 22 à 31. Ces deux éléments sont caractéristiques d'une pollution de type automobile.

Les données de température et d'humidité atmosphérique sont comparables dans les six quartiers. L'étude montre que pour une augmentation de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ des PM_{10} , l'augmentation du pourcentage de décès respiratoire des personnes de 60 ans et plus varie de 1,4 % à 14,2 % suivant la zone dans la métropole de São Paulo. En combinant l'ensemble des résultats des six zones d'étude, cette augmentation est de 5,4 % (IC à 95 % : 2,3 à 8,6). Les effets des PM_{10} sont, à la fois, négativement corrélés avec le pourcentage de personnes ayant une éducation supérieure et des revenus élevés par foyer, et positivement associés avec le pourcentage de personnes vivant dans un habitat insalubre.

Conclusions

Ces résultats suggèrent qu'un faible niveau socio-économique a un effet modificateur sur l'association entre la pollution aérienne et les décès par mortalité respiratoire.

Les auteurs proposent de poursuivre leur étude en analysant de manière plus précise les causes de mortalité au moyen d'une étude de cohorte et en augmentant le nombre de zones investiguées.

■ Commentaires

L'excès de mortalité respiratoire de 5,5 % observé dans cette étude chez des personnes âgées, pour une augmentation de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de pollution aérienne par les PM_{10} , est plus important que le même indicateur, tous âges confondus, retrouvé dans la littérature (OMS 2003 : 1,3 % [0,5 % à 21]²). Cet excès de risque spécifique aux personnes âgées peut être expliqué, d'une part, par la susceptibilité physiologique à partir d'un certain âge

vis-à-vis de la pollution particulaire, qui serait liée à une déficience générale des mécanismes physiologiques de défense (élimination pulmonaire des poussières, trouble ou défaillance des mécanismes de défense inflammatoire, etc.).

D'autre part, cet excès de risque est vraisemblablement également lié à l'exposition particulière des personnes âgées qui se déplacent moins (retraite, difficulté d'accès aux transports, etc.), restent généralement dans leur zone d'exposition et subissent ainsi une exposition plus complète et prolongée que les autres tranches d'âges. À ce propos, il aurait été intéressant d'étudier aussi la mortalité totale, notamment cardio-vasculaire, des personnes âgées.

Les concentrations observées en PM_{10} sont particulièrement élevées (deux fois les niveaux mesurés en station urbaine de fond en France où les niveaux de concentration des PM_{10} se situent entre 18 et $40 \mu g/m^3$). La méthode de mesure des particules n'est hélas pas précisée dans ce document (TEOM**, jauge b, ou méthode gravimétrique de référence), ni l'assurance qualité du dispositif.

De plus, les stations concernées étaient des stations de proximité automobile qui ne représentent pas la pollution réelle sur la totalité des quartiers considérés (rayon : 2 km) mais une aire de quelques centaines de mètres tout au plus, au-delà de l'axe routier. En outre, les mesures effectuées à proximité d'axes routiers surestiment très souvent les niveaux de pollution et sont aussi responsables d'une plus grande variabilité des données. Rappelons ici que l'utilisation de la moyenne arithmétique des mesures des stations de fond les plus homogènes est la méthode courante utilisée pour construire ces indicateurs d'exposition à la pollution atmosphérique.

La méthode d'analyse appliquée dans cette étude reprend les concepts standards adoptés en analyse de séries chronologiques qui mettent en relation un compte journalier d'événements sanitaires et une mesure journalière de concentration d'un polluant en tenant compte d'un ensemble de facteurs de confusion.

Cependant, dans cette étude, l'observation de moins d'un décès par jour dans certaines zones peut faire craindre une faible puissance statistique des modèles utilisés. Ceux-ci auraient pu aussi intégrer, et particulièrement dans cette population de personnes âgées, un ajustement sur les périodes d'épidémies de grippe souvent responsables de pics de mortalité dans les tranches d'âge élevées.

Rappelons aussi qu'un problème est apparu, lors de l'utilisation du logiciel S-Plus³ : une combinaison de deux algorithmes est utilisée pour les estimations (*local scoring algorithm* et *backfitting algorithm*) et, selon le nombre d'itérations programmé, le logiciel ne converge pas vers les mêmes estimations des valeurs centrales et des intervalles de confiance des paramètres. Actuellement, dans ces conditions, il semblerait recommandé d'utiliser le logiciel R⁴ pour la modélisation des relations santé-pollution atmosphérique.

Conclusion

Au-delà des limites inhérentes à toute étude écologique, ce travail réalisé chez des personnes âgées contribue à renforcer l'idée d'une relation entre statut socio-économique et mortalité respiratoire liée à la pollution.

² Source : Anderson H.R. et al., "Meta-analysis of time series studies and panel studies of particulate matter (PM) and ozone (O_3)", Report of a WHO task group. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2004. (<http://www.euro.who.int/document/e82792.pdf>, accessed 8 April 2005).

³ Dominici F., McDermott A., Zeger S.L., Samet J.M., "On the use of generalized additive models in time-series studies of air pollution and health", *Am J Epidemiol*, 2002;156:193-203.

⁴ R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2005 ; URL <http://www.R-project.org>.

* Voir glossaire, page 34.

** Voir glossaire Extrapol n° 25, Pollution atmosphérique et personnes âgées : estimations des risques, page 24.