

[25] Lippmann M, Ito K, Hwang JS, Maciejczyk P, Chen LC. Cardiovascular effects of nickel in ambient air. *Environ Health Perspect.* 2006;114(11):1662-9.

[26] Patel MM, Hoepner L, Garfinkel R, Chillrud S, Reyes A, Quinn JW, *et al.* Ambient metals, elemental carbon, and wheeze and cough in New York City children through 24 months of age. *Am J Respir Crit Care Med.* 2009;180(11):1107-13.

[27] Hirshon JM, Shardell M, Alles S, Powell JL, Squibb K, Ondov J, *et al.* Elevated ambient air zinc increases pediatric asthma morbidity. *Environ Health Perspect.* 2008;116(6):826-31.

[28] Atkinson RW, Fuller GW, Anderson HR, Harrison RM, Armstrong, B. Urban ambient particle metrics and health. A time-series analysis. *Epidemiology.* 2010;21(4):501-11.

[29] Belleudi V, Faustini A, Stafoggia M, Cattani G, Marconi A, Perucci CA, *et al.* Impact of fine and ultrafine particles on emergency hospital admissions for cardiac and respiratory diseases. *Epidemiology.* 2010;21(3):414-23.

[30] Wichmann HE, Spix C, Tuch T, Wölke G, Peters A, Heinrich J, *et al.* Daily mortality and fine and ultrafine particles in Erfurt, Germany part I: role of particle number and particle mass. *Res Rep Health Eff Inst.* 2000;98:5-86.

[31] Val S, Martinon L, Cachier H, Yahyaoui A, Marfaing H, Baeza-Squiban A. Role of size and composition of traffic and agricultural aerosols in the molecular responses triggered in airway epithelial cells. *Inhal Toxicol.* 2011;23(11):627-40.

[32] Becker S, Fenton MJ, Soukup JM. Involvement of microbial components and toll-like receptors 2 and 4 in cytokine responses to air pollution particles. *Am J Respir Cell Mol Biol.* 2002;27(5):611-8.

[33] Grahame TJ, Schlesinger RB. Health effects of airborne particulate matter: do we know enough to consider regulating specific particle types or sources? *Inhal Toxicol.* 2007;19(6-7):457-81.

[34] Avol EL, Gauderman WJ, Tan SM, London SJ, Peters JM. Respiratory effects of relocating to areas of

differing air pollution levels. *Am J Resp Crit Care Med.* 2001;164(11):2067-72.

[35] McConnell R, Islam T, Shankardass K, Jerrett M, Lurmann F, Gilliland F, *et al.* Childhood incident asthma and traffic-related air pollution at home and school. *Environ Health Perspect.* 2010;118(7):1021-6.

[36] Medina-Ramón M, Goldberg R, Melly S, Mittleman MA, Schwartz J. Residential exposure to traffic-related air pollution and survival after heart failure. *Environ Health Perspect.* 2008;116(4):481-5.

[37] Tonne CS, Mittleman M, Coull B, Goldberg R, Schwartz J. A case-control analysis of exposure to traffic and acute myocardial infarction. *Environ Health Perspect.* 2007;115(1):53-7.

[38] Rappaport SM, Smith MT. Environment and disease risks. *Science.* 2010;330:460-1.

[39] Wild CP. Complementing the genome with an "exposome": the outstanding challenges of environmental exposure measurement in molecular epidemiology. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2005;14(8):1847-50.

Encadré – Influence de la saison et de la température sur les effets de l’ozone et des particules en suspension sur la mortalité en France / Box – Influence of seasons and temperatures on the effects of ozone and suspended particles and impact on mortality in France

Mathilde Pascal (m.pascal@invs.sante.fr), Grégoire Falq, Edouard Chatignoux, Véréne Wagner, Christophe Declercq

Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice, France

La prise en compte des variations saisonnières et de la température comme facteurs possibles de confusion est l’un des aspects majeurs des études visant à analyser les impacts à court terme de la pollution atmosphérique urbaine [1;2]. Les méthodes actuellement utilisées permettent de s’assurer que les relations observées entre polluants et mortalité ne sont pas un *artefact* lié à l’effet de la température ou d’autres facteurs saisonniers [3]. La question d’une influence de la température ou de la saison sur les effets associés aux niveaux de polluants mesurés dans l’air extérieur a été moins souvent étudiée. Cette influence pourrait, par exemple, être expliquée par une relation entre les niveaux mesurés dans l’air extérieur et l’exposition à la pollution atmosphérique, variable selon les conditions climatiques, une composition différente, selon la saison ou la température, des particules ou du cocktail constitué par l’ensemble des polluants atmosphériques, ou encore une synergie des polluants atmosphériques et des conditions climatiques dans leur action sur l’organisme.

Une étude relative à l’influence de la saison et de la température sur les effets à court terme de l’ozone et des PM₁₀ sur la mortalité dans neuf villes françaises, a été menée pour la période 1998-2006 pour l’ozone, et pour la période 2000-2006 pour les PM₁₀. Des modèles de séries temporelles reliant le compte journalier de décès et un indicateur de pollution ont été construits pour chaque ville, pour l’année entière et par saison¹. Une interaction avec les jours très chauds a été testée (jours définis par une température moyenne supérieure au percentile 97,5 des températures moyennes journalières). Ces modèles ont permis d’estimer, dans chacune des villes, le pourcentage d’augmentation de la mortalité en relation avec

une augmentation de 10 µg/m³ de la concentration en polluant dans chaque ville. Une synthèse quantitative des résultats sur l’ensemble des villes a été réalisée par méta-analyse. Plusieurs analyses de sensibilité ont été menées.

Les résultats montrent un effet plus important de l’ozone et des PM₁₀ en été sur la mortalité totale et la mortalité pour causes cardiovasculaires et cardiaques. Ainsi, une augmentation de 10 µg/m³ de PM₁₀ en été (pour la concentration moyenne du jour et de la veille) se traduit par une augmentation de 3,9% [2,8;5,1] du nombre total de décès (hors accidents et morts violentes) et de 4,4% [2,3;6,5] du nombre de décès pour causes cardiovasculaires, alors que cette augmentation n’est que de 0,8% [0,2;1,5] et 0,9% [0,2;1,7] respectivement pour l’année entière. Aucune influence significative de la saison n’est par contre notée pour les causes cérébrovasculaires et respiratoires. Des résultats similaires sont observés pour l’ozone, avec un effet plus important sur la mortalité totale et sur la mortalité pour causes cardiovasculaires en été.

Par ailleurs, l’effet des polluants est significativement accru les jours très chauds. En effet, pendant ces jours, une augmentation de 10 µg/m³ du niveau d’ozone se traduit par une augmentation de 1,9% [1,1;2,6] du nombre total de décès contre 0,5% [0,3;0,6] pour les autres jours. Les résultats obtenus pour les causes cardiovasculaires et cardiaques sont similaires. L’influence des jours très chauds est moins nette pour les PM₁₀, avec une augmentation du nombre total de décès de 2,2% [-1,4;5,8] les jours très chauds contre 0,8% [0,1;1,4] pour les autres jours. L’ensemble de ces résultats est conforté par les différentes analyses de sensibilité et est cohérent avec la littérature [4-6].

Ces nouveaux résultats confirment l’importance d’agir pour diminuer les niveaux de pollution

atmosphérique urbaine, d’autant que dans les années à venir, du fait du changement climatique, on peut s’attendre à observer plus fréquemment des niveaux élevés d’ozone, associés à des températures élevées [7;8], à l’image de ce qui s’est produit pendant la vague de chaleur de l’été 2003. Les tendances évolutives des niveaux de fond d’ozone et de PM₁₀ sont moins claires, du fait d’influences opposées des différents paramètres climatiques sur les sources de pollution et sur la chimie atmosphérique.

Références

[1] Larrieu S, Jusot JF, Blanchard M, Prouvost H, Declercq C, Fabre P, *et al.* Short term effects of air pollution on hospitalizations for cardiovascular diseases in eight French cities: the PSAS program. *Sci Total Environ.* 2007;387(1-3):105-12.

[2] Filleul L, Cassadou S, Medina S, Fabres P, Lefranc A, Eilstein D, *et al.* The relation between temperature, ozone, and mortality in nine French cities during the heat wave of 2003. *Environ Health Perspect.* 2006;114(9):1344-7.

[3] Schwartz J. How sensitive is the association between ozone and daily deaths to control for temperature? *Am J Respir Crit Care Med.* 2005;171(6):627-31.

[4] Gryparis A, Forsberg B, Katsouyanni K, Analitis A, Touloumi G, Schwartz J, *et al.* Acute effects of ozone on mortality from the "air pollution and health: a European approach" project. *Am J Respir Crit Care Med.* 2004;170(10):1080-7.

[5] Pattenden S, Armstrong B, Milojevic A, Heal MR, Chalabi Z, Doherty R, *et al.* Ozone, heat and mortality: acute effects in 15 British conurbations. *Occup Environ Med.* 2010;67(10):699-707.

[6] Bell ML, Peng RD, Dominici F. The exposure-response curve for ozone and risk of mortality and the adequacy of current ozone regulations. *Environ Health Perspect.* 2006;114(4):532-6.

[7] Schär C, Vidale PL, Lüthi DL, Frei C, Häberli C, Liniger MA, *et al.* The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves. *Nature.* 2004;427(6972):332-6.

[8] Vautard R, Beekmann M, Desplat J, Hodzic A, Morel S. Air quality in Europe during the summer of 2003 as a prototype of air quality in a warmer climate. *C R Geoscience.* 2007;339(11-12):747-63.

¹ Hiver=décembre-février, printemps=mars-mai, été=juin-août, automne=septembre-novembre