

## Pollution atmosphérique et hospitalisation pour pathologies cardiaques ischémiques chez les personnes âgées de plus de 64 ans habitant à Séoul, Corée

### ***Air pollution and hospital admissions for ischemic heart diseases among individuals 64+ years of age residing in Seoul, Korea***

Lee JT, Kim H, Cho YS, Hong YC, Ha EH, Park H. *Arch Environ Health* 2003; 58(10):617-623.

Analyse commentée par

Jean-Marie Rambaud<sup>1</sup> et Bruno Fabres<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Association pour la prévention de la pollution atmosphérique (APPA), Le Kremlin-Bicêtre.

<sup>2</sup> Cire Rhône-Alpes, Direction régionale des affaires sanitaires et sociales (DRASS), Lyon.

### Résumé

#### Objectifs

Les auteurs s'étaient penchés, dans une précédente étude, sur la mortalité par accident vasculaire cérébral. Dans la présente étude, ils s'intéressent plus particulièrement aux accidents cardiaques ischémiques et aux personnes âgées de plus de 64 ans pour éclairer, par l'approche épidémiologique, les mécanismes physiopathologiques induits par les pollutions, et ceci à des concentrations inférieures aux valeurs limites communément établies dans la plupart des pays. Les auteurs espèrent également encourager la prise en compte, dans l'établissement des politiques de gestion des risques, des sous-groupes de populations sensibles, tels que les personnes âgées.

#### Méthodes

Il s'agit d'une étude écologique temporelle mettant en relation, sur une période de deux ans (1998-1999), les hospitalisations pour cardiopathie ischémique de la

population générale et des plus de 64 ans, et les niveaux quotidiens de pollution atmosphérique mesurés dans la ville de Séoul.

#### Sur le plan métrologique :

La zone d'étude couvre la ville de Séoul (10 000 000 d'habitants). Les données sont apparemment issues de sites de mesurage automatique en continu de pollution de fond, avec transmission automatique télémétrique. Le réseau de mesure de Séoul était constitué, en 1996, époque de l'étude, de 10 stations gérées par le ministère de l'Environnement coréen, et 10 stations gérées par la municipalité de Séoul<sup>1</sup>, l'étude faisant état de 27 stations.

Concernant les méthodes de mesure, l'étude fait état de "méthodes de référence standardisées" en renvoyant à un précédent article<sup>2</sup>, plus explicite sur ce point, qui apporte des précisions permettant d'avoir une bonne garantie de la qualité des méthodes d'échantillonnage et de mesurage.

Les indicateurs de pollution atmosphérique utilisés sont les polluants indicateurs "classiques" mesurés en routine : PM<sub>10</sub> exprimées en µg/m<sup>3</sup> ; SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> et O<sub>3</sub> exprimés en ppb et CO en ppm. Les valeurs journalières utilisées sont les moyennes 24 heures pour PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub> et NO<sub>2</sub>, le maximum horaire pour O<sub>3</sub> et CO.

<sup>1</sup> APMA. *Benchmarking Urban Air Quality Management and Practice in Major and Mega Cities of Asia*. December 2002.

<http://www.cleanairnet.org/caiasia/1412/article-47960.html>

<sup>2</sup> Lio D, Creason J, Shy C, Williams R, Watts R, Zweidinger R. *Daily Variation of particulate air pollution and poor cardiac autonomic control in the elderly*. *Environ Health Perspect*. 1999; 107(7):521-5.

Les variables météorologiques prises en compte sont la température et l'humidité relative journalières.

L'étude note une forte variation de température été/hiver et d'humidité relative (24,5 °C et 72,4 % contre 0,9 °C et 59,8 %). Elle précise cependant que la corrélation entre PM<sub>10</sub> et variables météorologiques est proche de 0, ce qui plaide en faveur de l'absence de confusion entre ces facteurs.

### Population d'étude

Le système d'assurance maladie Korea Medical Insurance Corporation rassemble toute la population coréenne, il réunit des données médicales avec un historique glissant de 25 mois, ce qui explique la période d'étude de deux ans. Un compte journalier d'hospitalisations pour cardiopathie ischémique (codes Cim-10 : I20 à I24) chez les habitants de Séoul est extrait de ce système d'information. L'âge, le sexe, la date d'admission sont également recueillis.

### Analyse statistique

La série temporelle des hospitalisations pour cardiopathie ischémique est la variable dépendante. Les séries temporelles journalières d'indicateurs d'exposition, de météo, auxquelles est ajoutée une variable "jour de la semaine" sont les variables explicatives. L'analyse utilise des modèles additifs généralisés, incluant des fonctions de régression locale (permettant un lissage non paramétrique) et des décalages dans l'effet de un à cinq jours. Le critère d'Akaike est utilisé pour le choix des modèles à retenir. Des modèles monopolluants et bipolluants (particules + indicateurs gazeux) sont bâtis.

### Résultats

La période d'étude s'étale sur 822 jours.

Les concentrations observées pour les polluants gazeux sont en dessous des valeurs de recommandation coréennes. Exprimées ou converties en µg/m<sup>3</sup>, les centiles 5 et 95 et l'étendue interquartile\* sont, respectivement, pour :

- SO<sub>2</sub> : 9,99 µg/m<sup>3</sup>, 38,61 µg/m<sup>3</sup> et 11,88 µg/m<sup>3</sup> ;
- NO<sub>2</sub> : 28,8 µg/m<sup>3</sup>, 87,48 µg/m<sup>3</sup> et 26,28 µg/m<sup>3</sup> ;
- O<sub>3</sub> : 25,8 µg/m<sup>3</sup>, 148,8 µg/m<sup>3</sup> et 43,4 µg/m<sup>3</sup> ;
- pour le CO, exprimé en ppm : 0,9 ; 3,1 et 1,0.

Elles sont en revanche relativement élevées en ce qui concerne les particules mesurées en PM<sub>10</sub> : 22,9 µg/m<sup>3</sup>, 122,1 µg/m<sup>3</sup> et 40,4 µg/m<sup>3</sup>.

Les niveaux quotidiens de NO<sub>2</sub> sont fortement corrélés avec ceux de SO<sub>2</sub>, CO et PM<sub>10</sub> ( $r > 7$ ), mais pas avec O<sub>3</sub>. Ce dernier est corrélé négativement avec tous les polluants indicateurs, sauf les PM<sub>10</sub>. On note une forte corrélation entre particules et ozone en été.

Les corrélations entre les niveaux de PM<sub>10</sub> et ceux de CO, NO<sub>2</sub> et SO<sub>2</sub> sont assez élevées ( $r = 74$ ). Les auteurs concluent à la vraisemblance d'une interchangeabilité entre ces indicateurs.

Les admissions pour cardiopathies ischémiques sont, à Séoul, en moyenne journalière de 12,4 (écart-type 5,3) pour la population générale et 4,4 (écart-type 2,6) pour les personnes de plus de 64 ans.

Les résultats des analyses sont exprimés en risque relatif (RR) d'admission pour une augmentation du polluant de la valeur de son interquartile. Chaque indicateur constitue un facteur de risque d'hospitalisation pour cardiopathie ischémique. Les risques relatifs les plus élevés sont observés à cinq jours après l'exposition pour les PM<sub>10</sub>, le CO et le NO<sub>2</sub>, trois jours après l'exposition pour l'ozone et le SO<sub>2</sub>.

Pour les personnes de plus de 64 ans, les risques relatifs sont plus élevés que dans la population générale. Ils sont très accentués lorsque l'analyse n'est menée que sur la saison de l'été (juin-août). Lorsque l'on ajoute un polluant gazeux aux modèles qui étudient l'effet des PM<sub>10</sub>, les modèles bipolluants conduisent à des résultats similaires (excepté pour le NO<sub>2</sub>), indiquant ainsi que ces polluants gazeux ne jouent pas un rôle confondant.

Parallèlement, les risques relatifs associés aux polluants gazeux ne sont pas modifiés dans les modèles prenant en compte les PM<sub>10</sub>, indiquant que les PM<sub>10</sub> ne jouent pas non plus un rôle confondant.

## Commentaires

### Au plan métrologique

La représentativité des mesures par rapport à l'exposition effective des personnes (fond et proximité), les choix de valeurs représentatives (moyenne journalière ou maximum horaire), la méthodologie de mesurage ne sont pas argumentés, comme souvent dans ce genre de travaux. Par exemple, il n'est pas précisé si ont été prises en compte des mesures mobiles de pollution de proximité du trafic mises en œuvre par ailleurs. Ceci pourrait être de nature à influencer les résultats, sachant que les émissions du trafic automobile sont une des principales sources de pollution à Séoul, avec 2,2 millions de véhicules, dont le tiers diesel.

De même, aucune indication n'est fournie sur l'homogénéité spatio-temporelle entre les stations de mesure, et donc sur la validité des données d'entrée qui sont probablement ici une moyenne intersites. Il s'agit cependant, globalement, d'une assez bonne approche métrologique, tout à fait classique.

On peut cependant regretter l'absence de prise en compte de la réalité des sources de pollution, notamment en ce qui concerne les particules.

Séoul connaît pratiquement en permanence une forte concentration de particules en suspension, malgré une amélioration nette dans les années 1990 (de 216  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à 85  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Elle est par ailleurs affectée au printemps par les vents de sable venant de Chine du Nord et de Mongolie, avec des pics à 1 407  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{PM}_{10}$  (21 mars 2002), presque 10 fois la norme locale de 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , et des concentrations moyennes de 101  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à comparer aux 73  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  hors "yellows sand days". Certaines études<sup>1</sup> rapportent dans ces périodes une mortalité accrue de 1,7 %, et de 2,2 % pour les plus de 65 ans.

L'étude ne semble pas prendre en compte ce phénomène saisonnier particulier dans la présentation des résultats. On y indique sans plus de précisions que les niveaux de polluants (à l'exception de l'ozone et du CO) sont plus élevés en hiver qu'en été.

Il aurait été par ailleurs pertinent de s'intéresser plus particulièrement aux particules fines ( $\text{PM}_{2,5}$ ), dans la mesure où la forte corrélation entre ozone et particules en été semble témoigner de l'importance des particules fines secondaires pendant cette saison, et pour discriminer leur impact de celui des "coarses" (particules de taille intermédiaire entre  $\text{PM}_{2,5}$  et  $\text{PM}_{10}$ ), prépondérantes dans les vents de sable.

#### Sur l'analyse et les résultats des modélisations

La méthode d'analyse est exposée de manière précise et semble menée et présentée de manière très complète : étude des décalages d'effet, prise en compte des variations temporelles, des facteurs météorologiques, étude du rôle éventuel de confusion par les  $\text{PM}_{10}$  sur les résultats des indicateurs gazeux (et inversement), approfondissement des analyses sur la tranche d'âge des plus de 64 ans. Le protocole de l'étude est éprouvé par de nombreux travaux épidémiologiques similaires, mais pour cette même raison sa discussion est justement renvoyée à celle globale de l'analyse de séries temporelles dans le domaine de la pollution atmosphérique urbaine. Ses limites sont donc très peu exposées dans l'article. De même, les limites d'utilisation

des données d'hospitalisation ne sont pas discutées (qualité, nombre d'événements journaliers, etc.).

La longueur limitée des séries temporelles semble compensée par la taille importante de la population, ce qui conduit à des résultats globalement significatifs (il n'est pas précisé s'il s'agit de Séoul seule, 10 millions d'habitants, ou de l'agglomération de Séoul, 20,5 millions). Bien que la comparaison avec d'autres résultats soit rendue difficile par l'expression des risques relatifs pour les valeurs interquartiles des indicateurs d'exposition, les ordres de grandeur semblent cohérents avec ceux de la littérature dans ce type d'étude, ainsi qu'avec ceux d'une étude précédemment menée par la même équipe sur la mortalité par accident vasculaire cérébral.

La discussion est très axée sur la mise en cohérence des résultats épidémiologiques avec les connaissances sur les mécanismes physiopathologiques des cardiopathies ischémiques, particulièrement chez les personnes âgées. Ce point s'avère intéressant.

#### Conclusion

Cette étude de séries temporelles sur Séoul visant à quantifier la relation entre les hospitalisations pour cardiopathie ischémique et la pollution atmosphérique présente le triple intérêt de travailler sur un indicateur d'effet plus spécifique que dans les études similaires, sur une population sensible que constituent les plus de 64 ans et de mettre en exergue les résultats avec les connaissances sur les mécanismes physiopathologiques.

Menée dans les règles de l'art, cette étude conduit à des résultats bien étayés quant à la sensibilité des personnes âgées à la pollution atmosphérique, ce qui présente un grand intérêt dans le cadre de l'aide à la décision par les autorités publiques.

\* *Étendue interquartile : étendue des valeurs entre le percentile 25 et le percentile 75.*

<sup>1</sup> APMA. *Benchmarking Urban Air Quality Management and Practice in Major and Mega Cities of Asia*. December 2002. <http://www.cleairnet.org/caiasia/1412/article-47960.html>