

## Mortalité toutes causes et d'origine cardio-respiratoire après la réduction des teneurs en composés soufrés des carburants à Hong-Kong : évaluation d'une intervention

### *Cardiorespiratory and all-cause mortality after restrictions on sulphur content of fuel in Hong-Kong: an intervention study*

Hedley AJ, Wong CM, Thach TQ, Ma S, Lam TH, Anderson HR. *The Lancet*, 2002; 360:1646-52

Analyse commentée par

Franck Balducci<sup>1</sup> et Rémy Stroebel<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Faculté de médecine de Grenoble

<sup>2</sup> Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, Paris

### Problématique

L'impact de la pollution atmosphérique sur la santé est le plus souvent estimé à partir d'analyses de séries chronologiques, d'études de panels, d'études de cohortes ou d'études consécutives à des accidents. Peu d'études épidémiologiques ont tenté de mesurer les effets d'une intervention humaine.

Les associations les plus fortes sont généralement constatées entre les niveaux de SO<sub>2</sub> et de PM<sub>10</sub> et la mortalité cardio-respiratoire. Des excès de décès ont ainsi été associés à des effets respectivement à court et à long terme de l'exposition à ces polluants.

### Résumé

#### Objectifs

Le 1<sup>er</sup> juillet 1990, la concentration de composés soufrés contenus dans le fuel utilisé par les véhicules

et les sources fixes à Hong-Kong fut limitée à 0,5 %. Il fut constaté une diminution immédiate des niveaux de dioxyde de soufre et de sulfates contenus dans les particules inhalables, mais aucun effet sur les autres polluants. Dans les deux années suivantes, il y eut une diminution des bronchites chroniques, ainsi que de l'hypersensibilité bronchique chez les enfants.

L'objectif du travail présenté est d'évaluer les effets à court et long terme (cinq ans) de l'intervention sur la mortalité à Hong-Kong.

#### Méthodes

Les auteurs ont utilisé les données de mortalité mensuelles toutes causes, respiratoires, cardiovasculaires, cancéreuses et autres causes, stratifiées par âge, cela pour les années 1985 à 1995, soit cinq ans avant et après la mesure de restriction du taux de soufre dans le fuel.

Ils ont également recueilli, pour la période de 1988 à 1995, les concentrations atmosphériques quotidiennes de SO<sub>2</sub>, sulfates dans les particules inhalables (SO<sub>4</sub> RSP), NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub> et PM<sub>10</sub> dont ils n'ont conservé que les moyennes mensuelles. Des cofacteurs comme la température et l'humidité relative ont été relevés.

Des méthodes de régression linéaire et de régression de Poisson, avec ajustement sur la tendance, la saisonnalité, la température et l'humidité relative ont permis d'estimer le taux de mortalité global, par année, par cause de décès et par classe d'âge par rapport au

taux moyen, pour la saison chaude et pour la saison froide. La stratification sur la période (avant 1990/après 1990) permet de mettre en évidence un terme d'interaction qui représente le changement relatif de la tendance du taux de mortalité entre les deux périodes, et donc les effets de la mesure sur la réduction annuelle moyenne du nombre de décès.

L'excès de risque de décès a été estimé par une régression de Poisson, en comparant les quartiers présentant une forte diminution de la concentration en  $\text{SO}_2$  et ceux présentant une faible diminution, avec ajustement sur la tendance, la saisonnalité, la température, l'humidité relative et une variable binaire (avant/après la mesure).

Le nombre d'années potentielles de vie perdues a été estimé en utilisant l'âge au moment du décès et l'espérance de vie avant la mesure. En appliquant à ce nombre le terme d'interaction estimé précédemment, il a été possible d'estimer le nombre d'années de vie "sauvées" lié à la mesure de restriction du soufre dans le fuel.

Enfin, les auteurs ont estimé le gain d'espérance de vie à partir du risque relatif calculé pour une variation de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{SO}_2$ .

## Résultats

L'étude montre une diminution de la concentration atmosphérique de  $\text{SO}_2$  de 53 % la première année après la mesure de réduction du soufre dans le fuel, de 50 % entre deux et cinq ans après la mesure et de 45 % au-delà de la cinquième année.

La concentration de sulfates dans les particules inhalables a, elle aussi, chuté, mais est ensuite remontée jusqu'à reprendre son niveau initial. Les concentrations atmosphériques des autres polluants n'ont pas évolué excepté les concentrations d'ozone qui ont légèrement augmenté.

Un changement est intervenu dans les courbes représentant la fréquence des décès cardiovasculaires, respiratoires et toutes causes. En effet, alors qu'avant la mesure, ces courbes présentaient une saisonnalité très régulière, on constate la première année après la mesure une disparition du pic de décès en saison froide pour toutes les classes d'âge (aucune modification pour les néoplasmes et autres causes de décès). Inversement, la seconde année après la mesure est caractérisée par une forte remontée de la mortalité en saison froide. Les années suivantes, la courbe reprend l'aspect qu'elle avait avant la mesure. Ce phénomène est expliqué par le fait que les individus « fragiles » ont été protégés la première année mais, en raison de leur espérance de vie limitée, sont décédés la seconde année, s'ajoutant aux décès attendus lors de cette seconde année, provoquant ainsi, par une sorte d'effet « rebond », une surmortalité.

La tendance à l'augmentation du nombre de décès observée avant la mesure (+3,5 % par an du nombre de décès toutes causes et tous âges confondus, en raison de l'augmentation de la taille et de l'âge de la population) se ralentit fortement à partir de juillet 1990, ce qui tendrait à démontrer qu'il y a eu des effets à long terme.

Enfin, la mortalité cardio-respiratoire a chuté (-3,27 %) dans les quartiers où la diminution des concentrations de  $\text{SO}_2$  était la plus forte, alors qu'elle a continué de croître (+1,35 %) dans les autres quartiers.

Le nombre annuel de décès en excès avant la mesure de restriction du soufre dans le fuel est estimé à 600, représentant 10 268 personnes-années de vie perdues.

Le taux de mortalité standardisé sur l'âge a diminué au cours des 10 années sur lesquelles a porté l'étude. Cette baisse s'est accentuée après la mesure.

En 1991, sur les 5,8 millions d'habitants que comptait Hong-Kong, le nombre de personnes-années de vie gagnées est de 667 095 chez les hommes et de 308 614 chez les femmes au-delà des deux années après la mesure, ce qui représente un allongement moyen de la durée de vie de 31 jours par individu.

Basé sur le risque relatif associé à une diminution de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de la concentration en  $\text{SO}_2$ , ce gain de durée de vie est de 15 jours par individu et par année d'exposition.

## Commentaires

Il aurait été intéressant de connaître la teneur en soufre du fuel avant la mesure de réduction et d'avoir une estimation des quantités de dioxyde de soufre émises avant et après la mise en application de cette décision.

Les auteurs ayant observé de grandes différences de concentrations atmosphériques selon les districts de la ville, il aurait été pertinent de présenter les variations de concentrations en  $\text{SO}_2$  sur chacune des cinq stations prises en compte. Outre les concentrations moyennes mensuelles, il aurait été judicieux de prendre en compte également les concentrations maximales sur la base, par exemple, des valeurs moyennes journalières les plus élevées.

Malgré ces remarques, l'étude présentée dans cet article constitue une approche originale et très intéressante de la relation entre les concentrations de différents polluants (notamment dioxyde de soufre et sulfates dans les particules inhalables) et les taux de mortalité (respiratoire, cardiovasculaire) puisqu'elle permet de quantifier les bénéfices, en termes de qualité de l'air et pour la santé humaine, engendrés par une mesure de restriction du soufre dans le fuel.

Les auteurs ont su combiner des techniques statistiques (régression linéaire, régression de Poisson,

analyse de séries chronologiques) habituellement utilisées en épidémiologie pour mesurer l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé (mortalité le plus souvent), et une méthode innovante applicable à cette diminution provoquée et brutale du taux d'oxydes de soufre dans l'air.

Ceci leur a permis, en effectuant des comparaisons avant/après la mesure, de présenter leurs résultats sous différentes formes : variation du taux de mortalité (point d'inflexion dans la courbe de tendance), nombre d'années potentielles de vie perdues avant la mesure, gain d'espérance de vie après la mesure, etc.

La méthode conduisant à estimer la variation relative des taux de mortalité est cependant expliquée très brièvement dans cet article et peut, de ce fait, s'avérer difficile à comprendre pour les lecteurs non initiés.

Par ailleurs, si la durée de l'étude paraît très convenable pour ce type d'approche (10 ans), il peut sembler réducteur de n'utiliser que des données mensuelles de mortalité. Les données quotidiennes de pollution ont dû également être réduites à des moyennes mensuelles. Cette non prise en compte des micro-cycles (principalement en fonction des jours de la semaine) ne constitue-t-elle pas une source de biais?

Enfin, une mise en perspective, même succincte, des résultats obtenus ici avec ceux observés dans les études antérieures effectuées par le même organisme (Department of Community Medicine) et portant sur l'effet de la même mesure sur la santé d'enfants, aurait été judicieuse (voir en fin d'article : **Sur le même sujet...**).

**En conclusion**, cet article présente l'une des études consécutives à la mesure de restriction du soufre dans le fuel à Hong-Kong.

Les résultats observés, en termes de bénéfice pour la santé, semblent faibles en regard d'autres études, mais il est possible qu'il s'agisse d'une estimation incomplète liée au type d'analyse (séries chronologiques) ne prenant en compte que les effets à court terme. Une étude prospective de suivi de cohorte semblerait mieux adaptée pour quantifier l'impact total de la mesure prise.

Cependant, alors que de nombreuses études avaient démontré que des augmentations de pollution pouvaient être à l'origine d'une augmentation de la mortalité touchant principalement des individus fragilisés, mais sans pouvoir estimer précisément de combien de temps ces décès avaient été « précipités », cette approche a permis de quantifier le gain d'espérance de vie des individus exposés à une diminution de la pollution soufrée.

Les auteurs rapprochent cette étude d'autres travaux semblables effectués notamment en Europe, dont certains n'ont pas démontré de lien causal clair entre les teneurs de SO<sub>2</sub> et la mortalité. Mais, ils soulignent que les concentrations en particules respirables (dont les effets sur la santé sont bien documentés), même si elles n'ont pas montré de variation avant et après l'événement, sont notablement supérieures à Hong-Kong. Par conséquent, des effets combinés et synergiques du SO<sub>2</sub> et d'autres polluants ne sont pas à exclure.

#### Glossaire

**Personnes-années de vie perdues** : somme des années de vie perdues cumulées pour l'ensemble de la population considérée

#### Sur le même sujet...

Deux études, antérieures à celle analysée ici, ont été publiées sur les effets de la même intervention. Les références de ces deux articles sont les suivantes :

- Peters J, Hedley AJ, Wong CM, Lam TH, Ong SG, Liu J, Spiegelhalter DJ. *Effects of an ambient air pollution intervention and environmental tobacco smoke on children's respiratory health in Hong Kong. Int J Epidemiol 1996; 25(4):821-5.*
- Wong CM, Lam TH, Peters J, Hedley AJ, Ong SG, Tam AYC, Liu J, Spiegelhalter DJ. *Comparison between two districts of the effects of an air pollution intervention on bronchial responsiveness in primary school children in Hong Kong. J Epidemiol Community Health 1998; 52:571-8.*