

Modification de l'effet à court terme de l'exposition à l'ozone sur la mortalité selon les caractéristiques des communautés dans 98 villes nord-américaines

Effect modification by community characteristics on the short-term effects of ozone exposure and mortality in 98 US communities.

Bell ML, Dominici F

Am J Epidemiol 2008;167:986-997

Analyse commentée par Véronique Ghersi¹
et Sophie Larrieu²

¹Airparif, Paris

²Institut de veille sanitaire, Bordeaux

■ Contexte

De nombreuses études multicentriques et méta-analyses ont montré une association à court terme entre l'exposition à l'ozone et la mortalité, notamment aux Etats-Unis. Cependant, il était souvent noté une grande hétérogénéité du risque selon la ville, et les paramètres pouvant expliquer cette hétérogénéité ont rarement été étudiés. Cette étude porte sur l'exploration de ces paramètres à travers des données recueillies entre 1987 et 2000 dans 98 villes nord-américaines, où l'association entre ozone et mortalité a déjà été mise en évidence précédemment. Pour cela, les auteurs utilisent des données journalières de mortalité et d'exposition de fond à l'ozone pour rechercher l'association entre les deux, puis des données recueillies ponctuellement dans chaque ville à travers de grandes études nationales (caractéristiques socio-économiques de la population,

utilisation de transports en commun, caractéristiques du logement) pour étudier leur influence sur l'association entre ozone et mortalité.

■ Résumé de l'étude

Objectifs

L'objectif de cette étude est d'explorer dans 98 communautés nord-américaines si l'hétérogénéité inter ville observée dans l'association entre ozone et mortalité peut être expliquée par certaines caractéristiques spécifiques aux communautés.

Matériels et méthodes

Pour chaque communauté, des données journalières ont été obtenues pour la mortalité, les conditions météorologiques et les niveaux d'exposition de fond aux PM₁₀ et PM_{2,5}. Les données d'ozone ont été obtenues pour l'année entière dans 60 % des communautés, et seulement pour l'été dans les autres. La période d'étude différait selon la ville et s'étendait entre 1987 et 2000, la plupart des communautés ne disposant pas des mesures de PM_{2,5} avant 1999. Les recensements de 1990 et 2000 ont permis d'obtenir des données concernant les caractéristiques au niveau des communautés en termes

de niveau d'éducation, de revenu, d'origine des sujets, de type d'environnement (urbain/rural) et de déplacements. Le pourcentage d'habitations dotées de la climatisation a été calculé à partir des données de deux grandes études nationales sur le logement. L'association entre les caractéristiques des communautés et l'effet de l'ozone sur la mortalité a été testée en deux étapes : tout d'abord, le risque relatif de mortalité a été estimé dans chaque communauté en fonction de l'exposition à l'ozone la semaine précédente par un modèle à effets retardés ajusté sur les facteurs de confusion potentiels (long terme, saisonnalité, conditions météorologiques, etc.) ; un modèle bayésien hiérarchique a ensuite été utilisé pour explorer la modification de l'effet en fonction des caractéristiques de communautés.

Résultats

Sur l'ensemble des villes, une augmentation de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ des concentrations en ozone était associée à une augmentation du risque de mortalité de 0,52 % (IC 95 % : [0,28 ; 0,77]). Les caractéristiques observées au niveau des communautés modifiaient l'excès de risque estimé. L'association était d'autant plus forte que le taux de chômage, la proportion de noirs américains, la proportion de personnes utilisant les transports en commun étaient élevés, et que la température extérieure et la proportion de logements équipés d'air conditionné étaient basses. Aucune relation n'a été trouvée entre les niveaux moyens de PM_{10} et $\text{PM}_{2,5}$ et le risque relatif de mortalité selon le niveau d'ozone. La prise en compte des caractéristiques des communautés n'expliquait cependant pas entièrement la variabilité des risques relatifs observés ; le facteur qui réduisait le plus cette hétérogénéité était le pourcentage de personnes utilisant les transports en commun. De plus, la prise en compte de ce paramètre diminuait l'effet des autres variables qui n'était alors plus significatif.

Discussion et conclusions des auteurs

L'effet plus élevé de l'ozone sur la mortalité dans les populations où le taux de chômage et la proportion de noirs américains sont élevés a déjà été observé dans d'autres études ; ce phénomène peut refléter des expositions résidentielle ou professionnelle différentes, un accès aux structures de soins plus difficile ou un plus mauvais état de santé général de la population. De même, un effet moindre de l'ozone sur la mortalité quand la proportion de logements équipés de climatisation est importante, avait déjà pu être observé dans des travaux antérieurs, notamment dans une étude portant sur les hospitalisations aux Etats-Unis. L'effet observé de l'utilisation des transports pourrait traduire des différences d'exposition de la population à l'ozone, ou l'effet d'un autre polluant lié à cette utilisation, mais cette question doit être plus amplement explorée. L'absence d'association entre le risque relatif et les

niveaux moyens d'ozone dans les différentes villes semble confirmer l'absence de niveau seuil en dessous duquel aucun effet sanitaire ne serait observé.

L'interprétation des résultats doit prendre en compte certaines limites méthodologiques : les caractéristiques de la population considérées comme constantes peuvent, en fait, varier dans le temps ; elles ont été recueillies au niveau de l'ensemble de l'agglomération, alors qu'il peut exister des différences à une échelle géographique plus petite que celle prise en compte. D'autre part, certaines variables comme la consommation de tabac n'ont pu être prises en compte. Néanmoins, cette étude, menée sur une période de 14 ans et portant sur plus de 40 % de la population des Etats-Unis, confirme la sensibilité plus importante aux effets de l'ozone de certaines sous-populations.

■ Commentaires et conclusions des analystes

Cette étude tente d'apporter des explications à l'hétérogénéité de l'association entre ozone et mortalité qui est un phénomène très souvent mis en évidence dans les grandes études multicentriques sur les effets de la pollution, mais rarement investigué. En effet, de nombreux auteurs recommandent l'exploration des facteurs pouvant expliquer cette hétérogénéité, mais peu d'études s'y sont attachées car les données nécessaires ne sont pas forcément disponibles et le nombre de villes nécessaire pour ce type d'analyse est assez élevé. Dans cette étude, les auteurs tirent parti de l'ampleur de l'étude (98 villes soit 40 % de la population des Etats-Unis, 14 années de mesure de la pollution) pour tenter d'apporter des éléments pour la compréhension de l'effet de l'ozone sur la mortalité.

La méthodologie utilisée et les résultats obtenus sont très clairement explicités, plusieurs analyses de sensibilité ont été réalisées, et les auteurs bénéficient d'une grande expérience dans le champ de la pollution atmosphérique à travers plusieurs études menées dans ces mêmes villes et publiées dans de grandes revues ces dernières années. Ces éléments, ainsi que la puissance statistique obtenue grâce à l'ampleur de l'étude et à durée de la période étudiée, confèrent aux résultats obtenus une grande fiabilité.

Les données de mortalité sont recueillies au niveau national par le système de surveillance de la mortalité existant et peuvent donc, *a priori*, être considérées comme très fiables. Les caractéristiques des communautés sont issues de grandes études nationales dont les auteurs ont croisé les résultats, lorsque cela était possible, afin de vérifier qu'elles étaient fiables. Cependant, comme le soulignent les auteurs, la limite est que leur recueil a été réalisé ponctuellement alors

qu'elles peuvent varier dans le temps. C'est le cas sans doute de l'équipement en climatisation, qui a beaucoup augmenté ces dernières années.

En ce qui concerne les données de qualité de l'air, aucune information n'est donnée sur la localisation des points de mesure. Il n'est, en particulier, pas précisé s'il s'agit de stations urbaines ou rurales. Cependant, les concentrations d'ozone décrites semblent bien représentatives de sites de fond et couvrent une assez large gamme de concentrations pour la période de mesure considérée (antérieure à 2000). La méthode de mesure des particules PM_{10} et $PM_{2,5}$ n'est pas précisée, mais les niveaux semblent également représentatifs de sites de fond.

Le résultat marquant de cette étude est l'effet modificateur de la proportion d'usagers des transports en commun. En effet, cette variable est celle qui modifie le plus la relation entre ozone et mortalité, et l'effet des autres variables n'est plus significatif lorsque cette dernière est prise en compte dans les modèles. Les auteurs vont plus loin dans l'exploration de cette variable en séparant les différents modes de transports en commun, et montrent que la proportion d'usagers des bus semble avoir un rôle majeur. Ce résultat

n'avait jamais été mis en évidence auparavant, alors que les autres résultats observés confirment que les populations à bas niveau socio-économique sont plus à risque de subir les effets de la pollution. La discussion des auteurs sur ce sujet est pourtant décevante. Le rôle d'un éventuel polluant lié à l'utilisation des transports en commun, et dont les variations journalières seraient similaires à celles de l'ozone, est évoqué sans que les arguments à l'appui de cette hypothèse soient très convaincants. A aucun moment les auteurs n'envisagent que ce résultat puisse être le reflet d'un autre phénomène qui serait lié à l'équipement en transports en commun (taille de l'agglomération, priorités politiques en terme d'aménagement du territoire) et qui ne serait pas pris en compte dans les variables analysées. De plus, les agglomérations où la proportion d'usagers des transports en commun est très importante sont peu nombreuses, ce qui rend ce résultat moins convaincant que si cette variable avait été plus uniformément distribuée.

Malgré ces limites, cette étude confirme le rôle des caractéristiques de la population dans l'effet de l'ozone sur la mortalité, et suggère des hypothèses intéressantes pour continuer l'exploration de ces facteurs.