

Associations entre revenu, pollution atmosphérique et mortalité : une étude de cohorte

Relation between income, air pollution and mortality: a cohort study

Finkelstein MM, Jerrett M, De Luca P, Finkelstein N, Verma DK, Chapman K, Sears MR.

CMAJ. 2003;169(5):397-402.

Analyse commentée par

Sophie Larrieu¹ et Laurent Chaix²

¹ Institut de veille sanitaire, Bordeaux

² GIP Loire Estuaire, Nantes

■ Contexte

Cette étude a été menée à la suite de deux cohortes américaines ayant montré un lien entre pollution atmosphérique et mortalité afin de préciser le rôle que pouvait jouer le statut socio-économique dans cette association. Il s'agit donc d'une étude de cohorte canadienne menée à Hamilton et Burlington (Ontario, Canada) sur un échantillon de sujets ayant consulté dans un institut pour tester leur fonction pulmonaire, entre 1985 et 1999. L'exposition des individus aux particules en suspension (TSP) et au dioxyde de soufre (SO₂) ainsi que leurs revenus ont été estimés afin de tester leur association avec le risque de décès toutes causes et cardio-pulmonaires.

■ Résumé de l'étude

Objectifs

Plusieurs études de cohortes américaines ont montré une association significative entre des indicateurs de la pollution atmosphérique et le risque de mortalité. Cependant, dans ces études, les individus vivant dans une même ville étaient considérés comme exposés à un même niveau de pollution alors que l'exposition peut varier avec la catégorie socio-économique. L'objectif de cette étude était donc de tester l'existence d'une différence de mortalité, liée à l'exposition à la pollution atmosphérique urbaine, en fonction du statut socio-économique des sujets.

Méthodes

L'échantillon utilisé pour cette étude est composé de sujets de 40 ans et plus, issus d'une population résidant à Hamilton ou Burlington (Ontario, Canada) qui ont consulté pour un test de la fonction pulmonaire dans un institut à Hamilton, entre 1985 et 1999. Les informations disponibles dans la base de données étaient le numéro de sécurité sociale, l'âge, le sexe, l'indice de masse corporelle (IMC) et les résultats de la mesure de la fonction pulmonaire. Les données de mortalité, toutes causes non accidentelles, ont été fournies par le registre des décès de l'Ontario. La présence d'une pathologie respiratoire, d'un diabète ou d'une pathologie cardiaque ischémique a été recherchée grâce à une base de

données fournies par l'assurance maladie. Les codes postaux de résidence ont été utilisés pour attribuer aux sujets le revenu moyen de leur quartier, estimé à partir des données du recensement de 1996. Les données de pollution mesurées sur trois ans, entre 1992 et 1995, par des stations situées dans la zone d'étude ainsi qu'à la périphérie ont été utilisées pour modéliser l'exposition individuelle sur le lieu de résidence. Les auteurs ont recueilli, pour la période allant de 1992 à 1994, les concentrations atmosphériques ambiantes journalières de particules en suspension (TSP) à partir de mesures réalisées par prélèvement des particules possédant un diamètre aérodynamique inférieur à 40 microns. Pour la période allant de 1993 à 1995, les concentrations atmosphériques horaires de dioxyde de soufre (SO₂) ont été recueillies et ont été converties en moyennes journalières. Les risques relatifs (RR) de mortalité toutes causes non accidentelles et cardio-pulmonaires en fonction du revenu et de l'exposition aux indicateurs de pollution ont été estimés par des modèles de Cox stratifiés sur le sexe et sur l'âge (par tranches de cinq ans) et ajustés sur les différents facteurs de risque disponibles.

Résultats

Parmi les 5 228 sujets inclus, 604 sont décédés de causes non accidentelles, dont 341 de pathologies cardio-pulmonaires. Plus de la moitié (58 %) des sujets présentaient une pathologie respiratoire ; ces derniers, comparés aux sujets sains, étaient globalement plus âgés, avaient une moins bonne fonction respiratoire, un IMC plus bas, des revenus inférieurs, mais une exposition aux polluants similaire. En revanche, les niveaux de pollution étaient plus élevés dans les quartiers les plus pauvres, avec un écart des niveaux moyens pouvant varier d'un facteur 2, quel que soit le polluant considéré. Les distributions des concentrations en SO₂ et TSP semblaient très proches.

Les sujets ont été classés en fonction de leur revenu et de leur niveau d'exposition (haut vs bas selon la médiane) et une variable combinant ces deux paramètres a été créée. La catégorie de référence était constituée des sujets à haut revenu et à bas niveau d'exposition. Après ajustement sur les différents facteurs de risque, toutes les catégories de sujets présentaient un risque de décès significativement plus élevé que la catégorie de référence (résultat pour la mortalité toutes causes et les particules : RR des sujets haut revenu + haut niveau d'exposition = 1,33 [1,12 ; 1,57] ; RR bas revenu + bas niveau d'exposition = 1,82 [1,30 ; 2,55] ; RR bas revenu + haut niveau d'exposition = 2,62 [1,67 ; 4,13]. Une interaction négative significative était retrouvée avec l'âge (RR = 0,97 [0,95 ; 0,99]), ce qui suggérait que l'effet de la pollution atmosphérique et du statut socio-économique diminuait lorsque l'âge augmentait. Les résultats pour la mortalité pour causes cardio-pulmonaires et pour le SO₂ étaient très similaires, avec un effet significatif de la

variable combinant pollution et statut socio-économique, une interaction significative avec l'âge, et des risques relatifs du même ordre de grandeur.

Discussion des auteurs

La mortalité plus élevée chez les sujets vivant dans les quartiers pauvres peut s'expliquer par différents facteurs biologiques et sociologiques, par exemple la présence de facteurs de risques cardio-vasculaires ou le comportement tabagique. Dans cette étude, l'absence de recueil du statut tabagique est compensée par la mesure de la fonction respiratoire, très fortement corrélée à celui-ci. De même, les personnes vivant dans les quartiers les plus pauvres semblent plus exposées à la pollution atmosphérique.

Les auteurs rapportent cependant des limites : le revenu a été estimé et certains individus ont donc pu être mal classés ; de plus, aucune information n'était disponible sur les éventuels déménagements. Enfin, l'exposition à la pollution a été estimée par modélisation à partir de données mesurées sur trois ans seulement, alors que celle-ci a probablement évolué depuis, et plus spécifiquement entre le début et la fin de la période d'étude

■ Commentaires et conclusions des analystes

L'étude de Finkelstein et collaborateurs présente un intérêt certain car elle fait partie des rares études de cohorte ayant permis d'estimer l'association entre pollution atmosphérique et mortalité. De plus, elle a l'originalité de considérer le statut socio-économique comme une variable d'intérêt au même titre que la pollution atmosphérique, alors qu'il est d'habitude utilisé comme un facteur d'ajustement. Dans un contexte scientifique où les inégalités socio-économiques de santé sont de plus en plus d'actualité, cette étude apporte donc des éléments de réponse importants. Ainsi les résultats confirment que, quel que soit le statut socio-économique, la pollution atmosphérique aurait un effet à long terme sur la mortalité totale et cardio-pulmonaire. Ils montrent également un effet significatif du statut socio-économique puisque, quel que soit le niveau d'exposition, le risque de décès est plus élevé chez les sujets vivant dans les quartiers les plus pauvres.

Concernant les méthodes, l'étude présente des points forts mais également des limites.

Tout d'abord, les variables recueillies lors du recrutement des sujets sont nombreuses et permettent d'ajuster sur les principaux facteurs de risque connus de mortalité. Cependant, aucun suivi des sujets n'a été réalisé, ne permettant donc pas de recueillir à nouveau ces variables, ce qui représente une limite, en particulier pour les

pathologies chroniques qui ont pu apparaître au cours du suivi.

Plusieurs remarques peuvent également être formulées au niveau de l'estimation de l'exposition. Les indicateurs de pollution qui ont été utilisés à partir des moyennes journalières de particules en suspension et de dioxyde de soufre sont des indicateurs de la pollution acido-particulaire : d'un point d'une agglomération à un autre, la composition de ce type de pollution peut varier de façon très significative selon les sources d'émissions présentes localement. Les auteurs ne précisent pas si cette limite est prise en compte dans leur analyse.

Ensuite, le nombre de stations de mesures utilisées pour calculer ces niveaux est plus important pour les particules en suspension que pour le dioxyde de soufre.

Même si cela est cité dans l'article, il faut noter que le fait d'avoir réalisé des mesures de type TSP ne permet pas aux auteurs de connaître l'influence de la taille des particules, car il est maintenant clairement reconnu que les particules fines pénètrent plus profondément dans le système respiratoire. Ainsi, connaître ou estimer plus précisément la part des particules fines de type PM_{2,5} dans les PM₁₀, ainsi que leurs différences de composition, aurait permis d'affiner la nature des effets sanitaires. Les auteurs notent cependant cette limite en annexe.

Les données montrent des différences significatives de concentrations atmosphériques selon les emplacements des points de prélèvement. Il aurait pu être intéressant de présenter les variations de concentrations en SO₂ sur chacune des stations de mesure prise en compte.

Enfin, l'exposition à la pollution a été estimée par modélisation à partir de données mesurées sur trois ans seulement, alors que celle-ci a évolué depuis. Cette remarque est d'autant plus vraie pour les deux polluants étudiés, qui sont des indicateurs de la pollution acido-particulaire dont les sources d'émissions ont fortement évolué au cours de ces dernières années. En effet, le Canada et les États-Unis ont signé en 1991 un accord sur la qualité de l'air dans le but de réduire les émissions de dioxyde de soufre et d'oxydes d'azote. L'engagement des États-Unis stipulait notamment une réduction, avant 2000, des émissions de SO₂ de 10 millions de tonnes en deçà des niveaux de 1980. En 2001, toutes les sources participantes (dont les services publics d'électricité et industriels) avaient atteint une réduction totale des émissions de SO₂ d'environ 32 % par rapport aux niveaux de 1990 et de plus de 35 % par rapport aux niveaux de 1980. La convention a permis d'améliorer très sensiblement la qualité de l'air en Amérique du Nord par la mise en vigueur de protocoles permettant de réduire de 70 %, depuis 1980, les émissions de soufre provenant de l'industrie, des centrales thermiques et des raffineries¹.

Le principe d'extrapoler les 3 années de mesures aux 7 correspondant à l'étude peut présenter une limite dont il faut tenir compte lors de l'interprétation des résultats.

L'analyse statistique semble avoir été bien menée, mais on aimerait parfois disposer de plus d'informations sur les résultats obtenus. Par exemple, dans la méthode, les auteurs parlent d'analyses stratifiées sur l'âge (par tranches de 5 ans) et le sexe. Puis, dans les résultats, on obtient directement un modèle global dans lequel apparaît une interaction significative avec l'âge. On peut alors supposer que les auteurs ont choisi de ne montrer qu'un modèle global car le sexe ne modifiait pas l'effet alors que l'âge le modifiait de façon linéaire. Mais à aucun moment ce choix n'est justifié. Un élément de réponse est indiqué dans le résumé mais n'est présent à aucun autre endroit dans l'article ("les RR étaient plus bas dans les tranches d'âges les plus élevées"). On peut d'ailleurs regretter que ce résultat ne soit pas discuté, car dans la littérature il est fréquent de trouver que l'association entre la pollution et la mortalité ou la morbidité est plus importante chez les personnes âgées. D'une manière générale, plusieurs éléments importants manquent d'ailleurs dans les résultats : aucune indication par exemple n'est donnée sur le temps de suivi des sujets, et la proportion de sujets atteints d'une pathologie respiratoire n'est pas renseignée explicitement dans l'article.

Enfin, les limites de l'étude sont discutées mais parfois un peu trop minimisées. Par exemple, le fait que l'échantillon ne soit pas représentatif de la population générale constitue une limite dans l'extrapolation des résultats, mais n'enlève rien à l'intérêt de l'étude. En revanche, l'affirmation des auteurs que "malgré le fait que l'échantillon n'est pas représentatif, ces résultats peuvent être généralisés" est contestable puisque tous les sujets ont consulté dans un institut pour faire mesurer leur fonction respiratoire et que la moitié souffrent effectivement d'une pathologie respiratoire chronique, et, en cela, il est difficile d'extrapoler les résultats obtenus ici à la population générale étant donné que les effets de la pollution sont accrus chez les sujets fragiles. De même, l'absence de recueil du tabagisme est compensée selon les auteurs par la mesure de la fonction respiratoire qui est fortement corrélée au statut tabagique et qui peut donc représenter un marqueur de celui-ci ; cependant, il aurait été intéressant de disposer de ces deux facteurs qui ne sont pas systématiquement liés et on peut s'étonner du fait que, dans une étude d'une telle ampleur où plusieurs variables individuelles ont été recueillies et des examens cliniques pratiqués, le tabagisme n'ait pas été renseigné. L'article de Finkelstein et collaborateurs présente donc certaines limites, notamment au niveau de la présentation des résultats. Cependant, il apporte des résultats intéressants qui vont dans le sens d'un effet à long terme

¹ Rapport d'étape 2002 (section II) traitant des progrès réalisés par le Canada et les États-Unis relativement aux engagements en vertu de l'annexe 1, l'annexe sur les pluies acides, et de l'annexe 3, l'annexe sur l'ozone, de l'accord sur la qualité de l'air.

à la fois du statut socio-économique et de la pollution atmosphérique sur la mortalité dans deux villes où les niveaux de polluants sont relativement faibles. Elle constitue donc un élément de plus dans le faisceau d'études qui montrent un impact à long terme de la pollution sur la santé, même à des niveaux considérés comme acceptables. De plus, elle montre que les sujets

souffrent de ces effets quel que soit le statut socio-économique ; un faible revenu et une exposition forte à la pollution sont deux facteurs qui augmentent le risque de décès, ce qui soulève une grosse inégalité de santé puisque les personnes à faible revenu résident généralement dans des zones plus polluées que les sujets aisés.