

Effet modificateur de déterminants individuels sur la relation entre particules en suspension et mortalité

Individual-level modifiers of the effects of particulate matter on daily mortality

Zeka A, Zanobetti A, Schwartz J.

Am J Epidemiol, 2006;163:849-859.

Analyse commentée par

Christophe Declercq¹

et Alexandre Armengaud²

¹ Observatoire régional de la santé (ORS) Nord Pas-de-Calais, Loos

² Atmo Paca, Marseille

■ Contexte

L'effet des particules en suspension sur la morbidité et la mortalité est bien établi, mais relativement peu d'études se sont intéressées aux variations de cet effet selon les caractéristiques individuelles des sujets décédés. Le présent travail a fait un usage astucieux d'une analyse de type cas croisé (*case crossover*) pour étudier l'effet modificateur des caractéristiques sociodémographiques des sujets décédés, de la morbidité associée et des circonstances de décès sur la relation entre les particules en suspension et la mortalité à court terme dans 20 villes des États-Unis.

■ Résumé de l'étude

Objectifs

Étudier, par une analyse de type cas croisé sur les données de 20 villes américaines, l'effet à court terme des particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 10 microns (PM₁₀) sur la mortalité totale hors causes accidentelles et sur la mortalité pour causes cardio-respiratoires spécifiques, et analyser les variations de cet effet selon les caractéristiques sociodémographiques individuelles (sexe, catégorie raciale, niveau d'éducation), les causes associées de mortalité (diabète et pathologies cardio-respiratoires) et les circonstances de décès (lieu et saison de décès).

Méthode

Les données de mortalité de 20 villes américaines pour les années 1989 à 2000 ont été extraites des fichiers du Centre national de statistiques sanitaires (NCHS). Les causes de décès retenues étaient la mortalité totale hors causes accidentelles d'une part, et des causes cardio-respiratoires spécifiques d'autre part (maladies cardiaques, infarctus du myocarde, maladies respiratoires et accident vasculaire cérébral).

Les résultats de mesures des PM₁₀ sur les stations implantées dans les comtés concernés ont été extraits de la base AEIRS de l'Agence américaine de protection de l'environnement (EPA), pour calculer, pour chaque journée de la période étudiée, la moyenne des stations de chacune des villes. Les auteurs n'ont retenu que les données

journalières mesurées par gravimétrie afin d'éviter les erreurs liées aux mesures horaires (sous-estimation des particules semi volatiles). Les valeurs manquantes ont été imputées à l'aide d'un modèle de régression basé sur des variables météorologiques et des données disponibles de PM₁₀ les veilles et lendemains des jours concernés.

L'analyse statistique a été réalisée à deux niveaux. Au premier niveau, dans chacune des 20 villes, l'association entre PM₁₀ et mortalité a été étudiée par une analyse de type cas croisé (case crossover), qui consiste, pour chaque sujet décédé, à comparer le niveau d'exposition à un facteur variant dans le temps, ici les PM₁₀, le jour du décès (jour cas) aux niveaux observés lors de jours témoins, choisis dans le mois et l'année du décès. Cette comparaison a été réalisée par régression logistique conditionnelle, en ajustant sur le jour de la semaine et des fonctions quadratiques de la température apparente (un indice de confort thermique prenant en compte la température et l'humidité relative).

Selon la cause de décès analysée, les auteurs ont utilisé, comme indicateur d'exposition, la moyenne journalière de PM₁₀ ou la moyenne cumulée sur plusieurs jours, selon ce qui apparaissait comme pertinent dans leur analyse antérieure des données de ces 20 mêmes villes. Les variations du risque relatif de décès par 10 µg/m³ de PM₁₀ ont été analysées après stratification selon le sexe, la catégorie raciale, au sens américain du terme (blancs versus noirs), le groupe d'âge (0-64 ans, 65-74 ans, 75 ans et plus), le niveau d'éducation (moins de 8 années de scolarité, 8 à 12 ans et 13 ans et plus), la saison de décès et le lieu de décès (à l'hôpital ou en dehors de l'hôpital) ainsi que les causes associées mentionnées pour chaque décès (diabète, pneumonie, insuffisance cardiaque et accident vasculaire cérébral).

Au deuxième niveau d'analyse statistique, l'effet combiné des PM₁₀ sur la mortalité dans l'ensemble des villes a été estimé à l'aide d'un modèle à effets aléatoires, afin de prendre en compte l'hétérogénéité de l'effet entre les villes. La signification de l'effet modificateur des caractéristiques individuelles considérées a été examinée à l'aide d'un test classique d'interaction, mais les auteurs ont également considéré qu'une variation d'un facteur 2 ou plus de l'effet des PM₁₀ sur la mortalité était digne d'attention, même en l'absence de signification statistique.

Résultats

L'étude a porté au total sur près de 2 millions de décès, survenus entre 1989 et 2000 dans 20 villes américaines : un tiers de ces décès est attribué à une cause cardiaque. Sur l'ensemble des 20 villes combinées, le nombre total de décès quotidiens (hors causes accidentelles) augmentait de 0,42 % (IC 95 % [0,26 ; 0,58]) pour une augmentation de 10 µg/m³ de la concentration de PM₁₀ (moyenne des 2 jours précédant le décès) et le nombre de décès pour cause respiratoire augmentait de 0,87 % (IC 95 % [0,38 ; 1,36]).

L'effet des PM₁₀ sur la mortalité totale ou par grand groupe de causes cardiaques et respiratoires ne variait pas de manière statistiquement significative selon le sexe ou la catégorie raciale. Cependant, l'effet des PM₁₀ sur la mortalité par accident vasculaire était plus important chez les femmes et chez les noirs, alors que l'effet sur la mortalité par infarctus du myocarde était plus important chez les femmes et chez les blancs, mais ces résultats n'étaient pas statistiquement significatifs.

En ce qui concerne l'âge, l'effet des PM₁₀ était significativement plus important chez les sujets âgés de 75 ans et plus pour la mortalité totale, la mortalité par maladie cardiaque ou par accident vasculaire cérébral, mais pas pour la mortalité par maladies respiratoires. Afin de tester l'hypothèse d'un éventuel effet différent des PM₁₀ avant et après la ménopause, les auteurs ont comparé spécifiquement les femmes après et avant 60 ans : ils ont observé qu'après 60 ans, l'effet des PM₁₀ sur la mortalité par maladie cardiaque était 5 fois plus important, alors que, par comparaison, l'effet chez les hommes de 60 ans et plus était seulement 2 fois plus important que chez les plus jeunes.

D'autre part, l'effet des PM₁₀ sur la mortalité par maladie respiratoire ne variait pas selon le niveau d'éducation alors qu'il était 130 % plus élevé pour la mortalité totale chez les sujets de faible niveau d'éducation (moins de 8 ans de scolarité) par rapport aux sujets de niveau d'éducation le plus élevé (13 ans et plus de scolarité).

En ce qui concerne les circonstances du décès, l'effet des PM₁₀ sur la mortalité totale était trois fois plus élevé pour les sujets morts en dehors de l'hôpital et l'effet sur la mortalité respiratoire variait selon la saison de décès : il était plus élevé lors des saisons de transition (printemps et automne) alors qu'il n'y avait pas de variation saisonnière pour la mortalité cardiaque.

L'analyse des causes associées de décès révélait des tendances intéressantes même si leur interprétation est limitée par le faible degré de signification statistique : l'effet des PM₁₀ sur la mortalité totale était doublé en cas de diagnostic associé de pneumonie ou d'accident vasculaire cérébral. D'autre part, en ce qui concerne les décès par maladie respiratoire, l'effet des PM₁₀ était multiplié par deux en cas de diagnostic associé d'insuffisance cardiaque, de diabète ou d'accident vasculaire cérébral. L'existence d'un diagnostic associé de pneumonie était également associée à une multiplication par plus de trois de l'effet de PM₁₀ sur la mortalité par infarctus du myocarde ou par accident vasculaire cérébral.

Conclusions des auteurs

Les auteurs ont pu montrer, avec une signification statistique parfois limitée, l'effet modificateur des caractéristiques individuelles, en particulier de l'âge, du niveau d'éducation et des pathologies sous-jacentes sur l'effet des PM₁₀ sur la mortalité dans 20 villes américaines.

■ Commentaires et conclusion des analystes

Ce travail s'inscrit dans une série de publications de la même équipe visant à utiliser de manière innovante une analyse en cas croisé de données de mortalité et de qualité de l'air afin de dépasser le simple constat d'un effet des PM_{10} sur la mortalité et d'essayer de mieux comprendre les mécanismes d'action sous-jacents.

En ce qui concerne les données de qualité de l'air, les auteurs ont choisi de ne retenir ici que les résultats de mesures de PM_{10} par gravimétrie, ce qui leur permet d'éviter les erreurs liées à l'évaporation des particules semi volatiles avec les méthodes de mesure automatique non corrigée, mais les critères de choix des stations, en particulier en fonction de leur implantation, auraient dû être précisés.

En ce qui concerne l'analyse de l'interaction des caractéristiques individuelles et des PM_{10} , malheureusement, malgré la taille du jeu de données utilisé (près de 2 millions de décès), le découpage en strates multiples a conduit les auteurs à être confrontés à des problèmes de puissance statistique, comme d'ailleurs cela est souvent le cas dans les situations où on veut tester la signification statistique d'interactions. D'autre part, la complexité des analyses et le style de rédaction de l'article ne le rendent pas toujours facile à lire.

Cependant, les résultats de cette analyse sont très intéressants et suggèrent d'explorer plus en détail les hypothèses évoquées. Si l'effet plus important des PM_{10} sur la mortalité chez les sujets âgés n'est pas une surprise, il est frappant de constater que cette variation selon l'âge est observée pour la mortalité totale ou d'origine cardio-vasculaire mais pas pour les décès de cause respiratoire. De même, l'observation d'un effet inversement lié au niveau d'éducation est cohérente avec les résultats d'autres études, en particulier de cohortes. Le niveau d'éducation étant très lié au statut socio-économique, ce résultat suggère une plus grande sensibilité aux effets des PM_{10} des populations les plus socialement défavorisées. Comme, d'autre part, plusieurs travaux ont montré que l'exposition aux polluants était en moyenne plus importante dans ces populations, car leur probabilité de vivre près des sources d'émission (voies de circulation, sites industriels), est plus forte, cela suggère de considérer que l'exposition et l'effet des PM_{10} sont parmi les éléments qui contribuent aux inégalités sociales de santé, à côté et en interaction avec les conditions matérielles de vie, l'accès aux ressources, en particulier de soins, et l'exposition à d'autres nuisances. Les autres résultats nous paraissent moins convaincants et parfois un peu surinterprétés par les auteurs. Cependant, ils ont l'intérêt de suggérer un certain nombre d'hypothèses qui devraient être explorées plus avant, en particulier sur le rôle de pathologies sous-jacentes, cardio-vasculaires, respiratoires ou diabète sur la sensibilité à l'effet des PM_{10} .