

## Statut socio-économique, pollution particulaire et mortalité journalière : exposition différente ou susceptibilité différente ?

### **Socioeconomic status, particulate air pollution and daily mortality: differential exposure or differential susceptibility?**

Forastiere F, Stafoggia M, Tasco C, Picciotto S, Agabiti N, Cesaroni G, Perucci CA.

*Am J Ind Med* 2007;50(3):208-16.

Analyse commentée par

Frédérique Millard<sup>1</sup> et Benoît Chardon<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Airparif, Paris

<sup>2</sup> Observatoire régional de santé (ORS) d'Île-de-France, Paris

### ■ Contexte

Si de nombreuses études épidémiologiques ont montré les effets sanitaires à court terme de la pollution particulaire aussi bien en termes de mortalité que de morbidité, certaines interrogations subsistent encore sur l'identification des sous-populations les plus sensibles. Dans cette étude menée à Rome sur des données recueillies entre 1998 et 2001, Forastiere *et al.* s'intéressent notamment au rôle du statut socio-économique des individus dans la relation entre les niveaux journaliers de particules de diamètre inférieur à 10 microns (PM<sub>10</sub>) et le nombre journalier de décès toutes causes non accidentelles.

### ■ Résumé de l'étude

#### Objectifs

Cette étude a pour objectifs de :

- mesurer l'association entre les niveaux de particules PM<sub>10</sub> et la mortalité toutes causes non accidentelles ;
- déterminer si les personnes sont plus ou moins sensibles aux effets sanitaires à court terme de la pollution particulaire selon leur statut socio-économique et expliquer cette éventuelle différence de sensibilité (population plus exposée ? Population en moins bonne santé ?).

#### Méthodes

L'analyse a été menée sur des données recueillies à Rome (2,6 millions d'habitants). La période d'étude s'étend de 1998 à 2001.

Les données environnementales utilisées sont les émissions de particules, d'oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) et de benzène, ainsi que la concentration en PM<sub>10</sub> dans l'air. Les auteurs ont estimé les émissions en particules (PM<sub>10</sub>), en oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) et en benzène liées au trafic routier en se basant sur la description du trafic routier en termes de flux de véhicules et de conditions de trafic, et en utilisant le modèle européen TEE. Ces émissions ont été calculées pour 164 zones de la ville de Rome et pour l'année 2002. Concernant la mesure des concentrations en PM<sub>10</sub>, celle-ci est basée sur le principe de la jauge bêta. Ont été traitées les concentrations journalières des

stations non influencées directement par le trafic routier, soit les stations dites de fond selon les critères nationaux français de l'Ademe ainsi que les stations ayant plus de 75 % de données sur une année entière.

Les auteurs se sont intéressés également au revenu et au niveau socio-économique de la population. La ville de Rome est découpée administrativement en 5 736 quartiers. Pour chacun de ces quartiers, un niveau médian de revenu et un indicateur du statut socio-économique ont été déterminés. Plusieurs critères ont permis de déterminer un indicateur du statut socio-économique pour chaque quartier : le niveau d'éducation, la catégorie professionnelle, le taux de chômage, la taille des familles, la densité de population et la proportion de propriétaires et de locataires dans le quartier. À partir de cet indicateur, quatre niveaux de statut socio-économique ont été définis (faible, assez faible, assez élevé et élevé) correspondant aux percentiles 20, 50 et 80 de la distribution de l'indicateur.

Les données de mortalité ont été fournies par le registre régional des causes de décès. Seules les personnes résidant à Rome et décédées dans cette ville d'une cause non accidentelle ont été incluses dans l'analyse. Pour chaque individu décédé, un historique des éventuelles hospitalisations pour maladies chroniques au cours des deux années précédant le décès a été réalisé.

Les auteurs ont également recueilli les facteurs de confusion connus qui interviennent dans la mesure de l'association entre l'exposition à la pollution atmosphérique et l'événement sanitaire : les facteurs météorologiques, les épidémies de grippe, et les périodes de vacances scolaires.

Les indicateurs de revenu et de statut socio-économique ont été croisés avec l'indicateur d'exposition aux émissions du trafic afin d'évaluer si la proportion de la population exposée à des hauts niveaux d'émissions varie selon le niveau de revenu et le niveau socio-économique. De même ces indicateurs ont été mis en relation avec les antécédents d'hospitalisation des personnes décédées afin d'évaluer si la morbidité varie selon la classe sociale.

Pour estimer le lien entre les niveaux de PM<sub>10</sub> couramment rencontrés à Rome et la mortalité toutes causes non accidentelles, une analyse de type cas-croisé a été réalisée. La stratégie d'appariement qui a été choisie est la technique *time stratified*. L'association entre les niveaux de PM<sub>10</sub> et la mortalité a été estimée pour l'ensemble de l'échantillon puis selon le revenu, le niveau socio-économique et enfin selon l'exposition aux émissions du trafic routier.

## Résultats

L'étude montre que les individus les plus aisés habitent le plus souvent dans la partie centrale de la ville alors que les plus pauvres habitent plutôt en périphérie. La part des

ménages exposés à de fortes émissions issues du trafic augmente avec le revenu et le statut socio-économique pour les trois polluants étudiés (NO<sub>x</sub>, CO, particules et benzène). Ce fait est plus marqué pour les NO<sub>x</sub>, le CO et le benzène que pour les particules.

Entre 1998 et 2001, 83 253 individus âgés de 35 ans et plus sont décédés. L'analyse descriptive montre que les individus les moins privilégiés ont été plus souvent hospitalisés au cours des deux années précédant leurs décès - notamment pour diabète, hypertension, crise cardiaque et broncho-pneumopathies chroniques obstructives (BPCO) -.

L'analyse cas-croisé montre un lien significatif entre les niveaux de PM<sub>10</sub> et la mortalité toutes causes non accidentelles (+ 1,1 % pour une augmentation de 10 µg/m<sup>3</sup> du niveau du polluant). Une interaction significative a été observée avec le revenu et le statut socio-économique : aucun effet sanitaire associé à une augmentation du niveau de PM<sub>10</sub> n'a été retrouvé chez les personnes les plus privilégiées, alors que ce lien existe chez les personnes les moins favorisées. Enfin, l'étude montre également que l'effet sanitaire des PM<sub>10</sub> augmente avec l'exposition aux émissions en particules du trafic.

## Discussion des auteurs

Les auteurs observent, à partir des résultats de leur étude, que les personnes qui résident dans les quartiers les plus exposés aux émissions du trafic sont les personnes les plus aisés. Ils soulignent que dans d'autres pays (États-Unis et Canada), du fait d'une urbanisation différente et donc d'infrastructures routières localisées différemment, ce sont les populations à faibles revenus qui sont les plus exposées aux émissions du trafic routier. En Europe, les résultats sont plus nuancés et divergent selon les études.

Les auteurs discutent les limites du calcul d'émissions tel qu'il est utilisé comme base pour estimer l'exposition. En effet, de nombreuses personnes à faibles revenus travaillent dans le centre de Rome, elles sont alors soumises aux émissions de polluants des grands axes routiers du centre. Parallèlement, certaines personnes à revenus élevés peuvent posséder une maison éloignée du centre de Rome. Ainsi, l'exposition de chaque type de population aux émissions localisées à proximité de leur logement n'est pas connue avec exactitude, engendrant un biais de classement.

Les auteurs montrent dans cette étude que les personnes les plus défavorisées ont tendance à être plus souvent hospitalisées. Ils précisent que ce résultat a déjà été observé dans de nombreuses études et qu'il peut s'expliquer par un ensemble de facteur : mauvaise alimentation, consommation plus importante de tabac, d'alcool, différences génétiques, inégalité d'accès aux soins... Parallèlement, les auteurs soulignent que des

études récentes ont montré la plus grande sensibilité aux effets sanitaires de la pollution atmosphérique des individus déjà fragilisés par une maladie type diabète, hypertension, maladies cardiaques, BPCO...

Les auteurs mettent en évidence dans leur étude que les individus au statut socio-économique plus faible sont plus sensibles aux effets sanitaires des niveaux de PM<sub>10</sub>, de même pour les personnes qui habitent à proximité d'un grand axe routier. Ils suggèrent que la différence de sensibilité selon le statut socio-économique s'explique davantage par une moins bonne santé générale de cette catégorie de la population que par une exposition plus importante aux émissions du trafic. Les auteurs n'ont pas d'arguments pour justifier que les niveaux de PM<sub>10</sub> n'ont pas d'effet sur la santé chez les personnes les plus aisées. Ils proposent de mener des études plus détaillées pour répondre à cette question.

Les auteurs concluent que s'il est nécessaire de réduire les émissions issues du trafic routier et d'encourager l'usage des transports en commun, la priorité devrait être de réduire les risques pour les populations les plus défavorisées.

## ■ Commentaires et conclusions des analystes

Une quantité importante d'informations sanitaires et socio-économiques a été recueillie pour la réalisation de cette étude, ce qui a permis la réalisation d'analyses très fines. Par ailleurs, l'exploitation des données d'émission, telle qu'elle est conduite, est intéressante.

D'une manière générale, la partie méthodologique relative aux données environnementales aurait pu être plus détaillée. Les données d'émissions et les concentrations mériteraient, par ailleurs, d'être associées à une incertitude. Les polluants retenus pour la description des émissions routières sont les traceurs usuels de cette source. Les auteurs utilisent les facteurs d'émission TEE basés sur COPERT II pour calculer les émissions. COPERT II n'est pas la dernière version disponible des résultats issus du programme européen de calcul des émissions appelé CORINAIR (Computer Programme to Calculate Emissions from Road Transport : COPERT III, 2000 et COPERT IV, 2006). Chaque nouvelle version tend à affiner les algorithmes de calcul des émissions en fonction de la vitesse.

Par ailleurs, la présentation de la méthode de calcul et notamment des variables prises en compte dans la méthode de calcul des émissions est trop imprécise pour que l'on puisse juger de la pertinence des résultats d'émission et/ou les comparer à d'autres résultats connus tels que ceux de Paris ou de Londres. Les auteurs ont-ils considéré les moteurs froids ? Comment sont distribués les flux de véhicules ? Quelles sont les vitesses moyennes selon les zones ? Bien que les émissions ne servent pas

en valeurs absolues, plus de précision apportée à la description de ce type de méthode aurait permis de mieux appréhender la distribution des valeurs d'émission en zones concentriques autour du centre de Rome.

Par ailleurs, nous n'avons aucune idée de la dispersion des valeurs d'émissions, notamment entre la valeur inférieure et la valeur supérieure. Il est ainsi difficile de pouvoir donner un avis sur les résultats qui s'appuient sur l'écart entre ces deux valeurs.

La mesure par jauge bêta sous-estime les valeurs de concentration en particules par rapport à la méthode de référence gravimétrique. Notons que l'article ne mentionne pas l'utilisation de méthode de correction.

Par ailleurs, l'absence de statistiques descriptives sur les niveaux mesurés par les deux stations (distribution et corrélation) ne permet pas de justifier la pertinence de la méthode de remplacement des valeurs de concentrations manquantes : les auteurs travaillent à partir de deux stations et remplacent la valeur manquante d'une station par la valeur de l'autre.

Enfin, il aurait été intéressant de réaliser la même analyse sur les autres polluants traités en émissions : benzène et NO<sub>2</sub>.

L'analyse porte sur 83 253 individus, ce qui assure une bonne puissance statistique des résultats obtenus. Dans la partie descriptive, les auteurs auraient pu détailler davantage la manière dont ils ont croisé les données d'émissions obtenues pour 164 zones géographique avec les données de revenus et de statut socio-économique obtenues pour 5 736 quartiers.

La méthode statistique repose sur une étude de type cas-croisé. Cette méthode est de plus en plus courante pour estimer les effets sanitaires de la pollution atmosphérique et est particulièrement intéressante lorsqu'il est possible, comme c'est le cas dans cette étude, de disposer d'informations à l'échelle individuelle. En effet, il est possible dans une étude de type cas-croisé d'inclure les caractéristiques personnelles des sujets. Les auteurs ont estimé ainsi les effets sanitaires de la pollution atmosphérique selon le statut socio-économique des individus et selon leurs expositions aux émissions du trafic. L'article ne précise pas pourquoi les auteurs n'ont pas estimé les effets sanitaires de la pollution atmosphérique selon les antécédents de santé.

Dans une analyse de type cas-croisé plusieurs stratégies d'appariements sont possibles. Les auteurs ont choisi la méthode *time stratified* pour laquelle les périodes témoins correspondent au même jour de la semaine que le jour cas, pour le même mois et la même année. Cette technique d'appariement semble à ce jour la technique la plus appropriée pour l'estimation des effets sanitaires de la pollution atmosphérique.

Il n'y a pas dans l'article de discussion sur le choix des variables introduites dans le modèle. Il n'est pas précisé le ou les critères de sélection utilisés pour l'inclusion des

variables dans le modèle, ou si différents jours de décalage entre l'événement sanitaire et la mesure des températures ont été testés.

Concernant les indicateurs sanitaires, les auteurs ne détaillent pas pourquoi ils n'ont sélectionné que les individus âgés de plus de 35 ans qui représentent une classe d'âge rarement utilisée dans d'autres études dans ce domaine. De même, il aurait été intéressant de réaliser ce type d'analyse pour des causes spécifiques de mortalité.

En conclusion, cette étude présente des résultats très intéressants sur le rôle du statut socio-économique dans les liens entre pollution particulaire et santé. Ces résultats ont été obtenus à partir d'un nombre considérable de données recueillies. On peut regretter toutefois le manque de précision sur la construction des variables environnementales