

Relations à court terme entre les niveaux de pollution atmosphérique et les admissions à l'hôpital :

résultats obtenus dans le cadre du Programme de surveillance air et santé (Psas)

Sabine Host, Benoît Chardon, Agnès Lefranc, Isabelle Grémy

Les effets sanitaires à court terme de la pollution atmosphérique ont été largement étudiés au cours des dernières années en Île-de-France (Erpus 2003, 2005, 2006 ; InVS (Psas) 2002, 2003). Dans le cadre du Programme de surveillance air et santé (Psas), les résultats d'une première étude utilisant les données concernant les admissions à l'hôpital pour causes respiratoires et cardiovasculaires ont été publiés en 2002. Cependant, les relations exposition-risque obtenues dans le cadre de cette étude étaient entourées de fortes incertitudes, c'est pourquoi de nouvelles analyses ont été conduites en 2006. L'objectif était d'améliorer la fiabilité des résultats en augmentant l'exhaustivité des données sanitaires, en construisant des indicateurs sanitaires plus pertinents et en rallongeant la

période d'étude (InVS (Psas), 2006).

Ce document présente les résultats de ces nouvelles analyses pour Paris et la proche couronne.

Le Programme de surveillance air & santé (Psas) est un programme multicentrique concernant neuf agglomérations françaises, coordonné par l'Institut de veille sanitaire (InVS). Il a pour objectifs à la fois de quantifier les risques sanitaires liés à l'exposition à la pollution atmosphérique urbaine, de surveiller leur évolution et de permettre la réalisation d'évaluations d'impact sanitaire de cette pollution atmosphérique. L'ORS Île-de-France participe à ce programme en temps que pôle local pour Paris et la proche couronne.

Les objectifs de l'étude

Cette étude avait pour objectif d'analyser les liens à court terme entre les niveaux de quatre indicateurs de pollution atmosphérique (dioxyde d'azote (NO₂), ozone (O₃) et particules (PM₁₀ et PM_{2,5})) et les admissions hospitalières pour causes respiratoires et cardio-vasculaires, dans les agglomérations françaises suivantes : Bordeaux,

Le Havre, Lille, Lyon, Marseille, Paris, Rouen et Toulouse. Sont présentés ici les résultats concernant l'agglomération parisienne.

La période d'étude s'étale sur 4 ans, de 2000 à 2003. La zone d'étude comprend Paris et la proche couronne (Hauts-de-Seine, Seine-Saint-Denis et Val-de-Marne).

Les données sanitaires

Les indicateurs sanitaires utilisés pour cette étude ont été construits à partir des données provenant du système d'information hospitalier français, le Programme de médicalisation du système d'information (PMSI). Seules les hospitalisations dans les établissements de l'AP-HP situées dans la zone d'étude de personnes domiciliées dans cette même zone ont été prises en compte. La sélection

des admissions a été réalisée sur le diagnostic principal contenu dans le premier Résumé d'unité médicale (RUM), qui correspond à la première unité de soin fréquentée par le patient, afin de se rapprocher le plus possible du motif d'admission. Cinq indicateurs ont été construits, comprenant des ensembles de pathologies et des pathologies plus ciblées dans le cas des maladies cardio-vasculaires.

Les données nécessaires à la réalisation de cette étude ont été fournies par :

Délégation à l'information médicale et à l'épidémiologie de l'Assistance publique des hôpitaux de Paris - Groupe régional d'observation de la grippe (GROG)-OpenROME - Météo France - Réseau national de surveillance aérobiologique (RNSA) - Surveillance de la qualité de l'air en Île-de-France (Airparif)

Il s'agit des nombres journaliers d'admissions hospitalières pour les pathologies suivantes :

- causes respiratoires (CIM10 : J00-J99) ;
- causes cardio-vasculaires (CIM10 : I00-I99) ;
- causes cardiaques (CIM10 : I00-I52) (représentant 69,5 % de la totalité des hospitalisations pour causes cardio-vasculaires) ;
- cardiopathies ischémiques (CIM10 : I20-I25) ;
- maladies cérébrovasculaires (CIM10 : I60-I64 et G45-G46) ;

Concernant les maladies cardio-vasculaires, l'étude a porté d'une part sur l'ensemble des

admissions et d'autre part sur celles de personnes âgées de 65 ans et plus uniquement. Quelle que soit la pathologie cardio-vasculaire étudiée, les hospitalisations des 65 ans et plus représentent, entre 57 % et 68 % des admissions, alors qu'ils ne représentent que 13 % de la population générale à Paris et proche couronne.

Concernant les maladies respiratoires, afin de rendre compte des différences liées à l'âge en terme de physiopathologie, l'étude a considéré de façon distincte les trois tranches d'âges suivantes : moins de 15 ans, 15-64 ans et, 65 ans et plus.

Les données environnementales

Les indicateurs de pollution

On suppose que pour un jour donné, la population est exposée de façon homogène aux différents polluants sur l'ensemble de la zone d'étude. L'exposition moyenne de la population à la pollution atmosphérique a été estimée à l'aide des indicateurs suivants :

- les concentrations moyennes sur 24 h pour le NO₂, les particules d'un diamètre inférieur à 10 µm (PM₁₀), et celles d'un diamètre inférieur à 2,5 µm (PM_{2,5}) ;
- le maximum journalier des concentrations moyennes glissantes sur 8 h pour l'O₃.

Ces niveaux ont été calculés à partir des mesures fournies par le réseau de stations de fond (stations installées loin de toutes sources directes de pollution) d'Airparif.

Sur la période concernée, le niveau moyen de PM₁₀ (tableau 1) est inférieur à la valeur limite annuelle pour la protection de la santé humaine en vigueur depuis 2005 (40 µg/m³). Pour le NO₂, le niveau moyen, sur la période concernée, dépasse la valeur limite annuelle pour la protection de la

santé humaine prévue par la Communauté européenne (40 µg/m³).

Tableau 1 : Distribution des niveaux des indicateurs de pollution (en µg/m³) pendant la période d'étude

Polluant	P5*	P50**	P95***	Moyenne
NO ₂	23,2	43,6	69,7	44,4
O ₃ en été ⁽¹⁾	38,1	74,6	138,9	79,2
PM ₁₀	11,3	21,0	41,9	23,1
PM _{2,5}	6,5	12,9	28,8	14,7

⁽¹⁾ du 1er avril au 30 septembre

Les cofacteurs pris en compte

Les principaux facteurs pris en considération, pouvant influencer les indicateurs sanitaires et/ou d'exposition sont les suivants :

- les températures minimales et maximales journalières, obtenues auprès de Météo-France ;
- les périodes d'épidémie de grippe, définies par le Groupe régional d'observation de la grippe (Grog) ;
- les périodes de pollinisation, les comptes journaliers de grains de pollen ayant été fournis par le Réseau national de surveillance aérobiologique (RNSA).

La méthode d'analyse statistique

Des méthodes d'analyse de séries temporelles (modèles additifs généralisés – GAM) ont été utilisées. Le principe de l'analyse est d'étudier les liens entre les variations d'un jour à l'autre des niveaux de pollution atmosphérique et les variations d'un jour à l'autre du nombre d'hospitalisations. Afin d'estimer au mieux cette relation, les facteurs de confusion potentiels ont

été pris en compte, soit les cofacteurs énumérés précédemment ainsi que la tendance à long et moyen terme des indicateurs, les jours fériés, les jours de la semaine et les vacances scolaires. Pour chaque indicateur sanitaire, les risques relatifs ont été estimés en prenant en compte l'exposition du jour et de la veille de l'événement sanitaire (exposition 0-1 jour).

* : 5^{ème} percentile de la distribution des niveaux journaliers de l'indicateur de pollution (niveau faible)

** : médiane de la distribution des niveaux journaliers de l'indicateur de pollution (niveau médian)

*** : 95^{ème} percentile de la distribution des niveaux journaliers de l'indicateur de pollution (niveau élevé)

Les résultats

Liens à court terme entre pollution atmosphérique et admissions hospitalières pour causes respiratoires à Paris et en proche couronne

Tableau 2 : Excès de risque relatif (%) et intervalle de confiance à 95 % d'admissions hospitalières pour causes respiratoires associés à une augmentation de 10 µg/m³ du niveau de l'indicateur de pollution

Polluant	Classe d'âge	Excès de risque relatif
PM ₁₀	0-14 ans	0,05 [-1,6 ; 1,8]
	15-64 ans	0,7 [-0,8 ; 2,4]
	65 ans et plus	0,4 [-1,3 ; 2,1]
PM _{2,5}	0-14 ans	-0,5 [-2,8 ; 1,8]
	15-64 ans	0,9 [-1,3 ; 3,1]
	65 ans et plus	-0,06 [-2,3 ; 2,3]
NO ₂	0-14 ans	-0,04 [-1,3 ; 1,2]
	15-64 ans	1,0 [-0,1 ; 2,2]
	65 ans et plus	0,04 [-1,3 ; 1,2]
O ₃	0-14 ans	-0,2 [-1,6 ; 1,2]
	15-64 ans	-0,2 [-1,2 ; 0,9]
	65 ans et plus	0,6 [-0,6 ; 1,8]

Les indicateurs de pollution gazeux ne sont pas associés significativement aux admissions respiratoires quelle que soit la classe d'âge. Cependant, pour certains polluants et certains indicateurs sanitaires, tels que les admissions des 15-64 ans associées aux niveaux de NO₂, les liens sont à la limite de la significativité (tableau 2).

Par ailleurs, d'autres études épidémiologiques ont mis en évidence des liens significatifs et les études toxicologiques montrent l'existence d'effets des polluants atmosphériques sur les fonctions respiratoires, avec une inflammation des voies aériennes (Bonvallot et al., 2001 ; Putman et al., 1997). Ces résultats s'expliquent sans doute par un manque de spécificité de l'indicateur sanitaire utilisé ici, qui regroupe l'ensemble des maladies respiratoires.

Liens à court terme entre pollution atmosphérique et admissions hospitalières pour causes cardio-vasculaires à Paris et en proche couronne

Tableau 3 : Excès de risque relatif (%) et intervalle de confiance à 95 % d'admissions hospitalières pour causes cardio-vasculaires associés à une augmentation de 10 µg/m³ du niveau de l'indicateur de pollution

Motif d'hospitalisation		Maladies cardio-vasculaires	Pathologies cardiaques	Cardiopathies ischémiques	Maladies cérébrovasculaires
PM ₁₀	tous âges	0,7 [-0,3 ; 1,7]	1,2 [0,0 ; 2,3]	2,3 [0,4 ; 4,3]	0,1 [-1,8 ; 2,1]
	65 ans et plus	1,3 [0,2 ; 2,5]	1,6 [0,2 ; 3,0]	3,4 [0,9 ; 6,0]	1,2 [-1,1 ; 3,6]
PM _{2,5}	tous âges	0,8 [-0,5 ; 2,2]	1,5 [0,0 ; 3,1]	3,0 [0,4 ; 5,7]	-0,5 [-3,1 ; 2,2]
	65 ans et plus	1,7 [0,1 ; 3,3]	2,2 [0,3 ; 4,1]	4,3 [0,8 ; 8,0]	0,6 [-2,6 ; 3,8]
NO ₂	tous âges	0,8 [0,1 ; 1,5]	1,1 [0,3 ; 1,8]	1,6 [0,3 ; 3,0]	0,7 [-0,7 ; 2,1]
	65 ans et plus	1,4 [0,6 ; 2,2]	1,7 [0,7 ; 2,6]	2,3 [0,5 ; 4,1]	1,0 [-0,7 ; 2,6]
O ₃	tous âges	-0,3 [-1,0 ; 0,4]	-0,2 [-1,0 ; 0,6]	-0,4 [-1,6 ; 0,9]	0,1 [-1,2 ; 1,4]
	65 ans et plus	-0,3 [-1,1 ; 0,5]	-0,3 [-1,2 ; 0,7]	-0,2 [-1,9 ; 1,5]	0,1 [-1,4 ; 1,6]

Quelle que soit la pathologie cardio-vasculaire considérée, aucun lien n'a pu être mis en évidence entre l'augmentation des niveaux d'ozone et les admissions hospitalières. Par ailleurs, aucune association significative n'a été mise en évidence entre les différents indicateurs de pollution atmosphérique considérés et les admissions pour maladies cérébrovasculaires, que ce soit en population générale ou chez les personnes âgées (tableau 3).

En ce qui concerne les pathologies cardiaques et les cardiopathies ischémiques, l'augmentation des niveaux de PM₁₀, de PM_{2,5} ou de NO₂ est associée à des excès de risque relatif significatifs en population générale (entre 1,1 et 3,0 %). Alors que pour les pathologies cardio-vasculaires, en population générale, seul l'excès de risque associé au NO₂ (0,8 %) est significatif.

Lorsque seules les personnes âgées de plus de 65 ans sont considérées, à l'exclusion des

maladies cérébrovasculaires, les excès de risque relatif sont plus élevés et sont significatifs pour les PM₁₀, PM_{2,5} et le NO₂ (entre 1,3 et 4,3 %) malgré des intervalles de confiance plus larges liés à la perte d'effectif.

Par ailleurs, quelle que soit la tranche d'âge considérée, les excès de risque sont plus élevés pour les causes cardiaques, et en particulier les cardiopathies ischémiques.

Ces résultats montrent que des liens plus forts sont

observés pour les indicateurs plus spécifiques (tranches d'âge et pathologies ciblées). La plus grande sensibilité des personnes âgées est par ailleurs retrouvée dans la littérature, tant pour les admissions hospitalières que pour la mortalité (Anderson et al., 2003 ; Fischer et al., 2003 ; Tessier et Bartaire, 2005), et des mécanismes physiopathologiques susceptibles d'expliquer cette plus grande sensibilité ont été proposés (Hoppe et al., 2003).

Principales limites de l'étude

La principale limite de cette étude repose sur l'utilisation des données du PMSI pour la construction des indicateurs sanitaires. Le PMSI représente aujourd'hui une source de données exhaustives et standardisées concernant les hospitalisations dans les unités de court séjour. Il s'agit par ailleurs du seul système d'information hospitalière généralisé disponible à ce jour en France. Pour autant il s'agit d'un système d'information à visée médico-économique, mesurant l'activité des services. Ainsi, il ne différencie pas les admissions programmées (dont l'occurrence n'a a priori aucun lien avec les niveaux

de pollution atmosphérique) des admissions en urgence, et ne recense pas les consultations aux urgences n'entraînant pas d'admission. En conséquence, l'utilisation d'indicateurs construits à partir de ces données est susceptible d'entraîner une sous-estimation des liens avec la pollution atmosphérique. D'autre part, seule l'exposition du jour et de la veille de la survenue de la pathologie a été considérée. La prise en compte d'un délai plus long entre l'exposition aux polluants et les effets sanitaires (jusqu'à 3 jours) permettrait peut-être de mettre en évidence des liens significatifs, notamment pour les hospitalisations pour causes respiratoires.

Conclusion

Malgré les limites évoquées précédemment, cette étude a permis de mettre en évidence des liens significatifs entre les niveaux de pollution atmosphérique rencontrés à Paris et en proche couronne et les admissions hospitalières pour causes cardio-vasculaires. Les améliorations

prévues du PMSI, avec notamment la distinction des admissions programmées et non programmées offrent des perspectives intéressantes, et devraient permettre d'améliorer l'estimation des liens entre pollution atmosphérique et hospitalisations.

Bibliographie

- Anderson HR, Atkinson RW, Bremner SA, Marston L. 2003. Particulate air pollution and hospital admissions for cardiorespiratory diseases: are the elderly at greater risk? *Eur Respir J Suppl.* May;40:39s-46s.
- Bonvallot V, Baeza-Squiban A, Baulig A, Brulant S, Boland S, Muzeau F, et al. Organic compounds from diesel exhaust particles elicit a proinflammatory response in human airway epithelial cells and induce cytochrome p450 1A1 expression. *Am J Respir Cell Mol Biol* 2001 Oct;25(4):515-21.
- Campagna D., Lefranc A., Nunes-Odasso C., Ferry R.. Évaluation des Risques de la Pollution URbaine sur la Santé (Erpurs) 1987-2000. Janvier 2003. 201 p.
- Chardon B., Lefranc A., Granados D., Gremy I. Erpurs. Analyse des liens à court terme entre niveaux de pollution atmosphérique et visites médicales à domicile – 2002/2003, septembre 2005. 59 p.
- Fischer P, Hoek G, Brunekreef B, Verhoeff A, van Wijnen J. 2003. Air pollution and mortality in The Netherlands: are the elderly more at risk? *Eur Respir J Suppl.* May;40:34s-38s
- Granados D., Chardon B., Lefranc A., Gremy I. Erpurs. Exploration de la différence de sensibilité à la pollution atmosphérique chez les hommes et les femmes. Mars 2006. (). 66 p.
- Hoppe P, Peters A, Rabe G, Praml G, Lindner J, Jakobi G, et al. Environmental ozone effects in different population subgroups. *Int J Hyg Environ Health* 2003 Oct;206(6):505-16.
- Institut de veille sanitaire. Programme de surveillance air et santé 9 villes (PSAS-9). Surveillance des effets sur la santé liés à la pollution atmosphérique en milieu urbain - Phase II. 2002, 184 p.
- InVS. PSAS-9. Vague de chaleur de l'été 2003: relations entre température, pollution atmosphérique et mortalité dans 9 villes françaises. 2004, 44 p.
- InVS. PSAS. Relations à court terme entre les niveaux de pollution atmosphérique et les admissions à l'hôpital dans huit villes françaises. 2006, 86 p. (rapport téléchargeable www.invs.sante.fr)
- Tessier J-F, Bartaire J-G 2005. Les seniors, une cible privilégiée pour la pollution atmosphérique - Editorial. *Extrapol* 26 : 3-5.