

Évaluation de l'impact sanitaire des expositions résidentielles à la pollution atmosphérique à proximité du trafic routier dans l'agglomération parisienne

Health impact assessment of residential heavy traffic exposure in Paris Greater Area

S. HOST, E. CHATIGNOUX et A. SAUNAL⁽¹⁾

Contexte

Au cours des vingt dernières années, un nombre important d'études épidémiologiques a permis de mettre en évidence les liens à court et à long termes entre les niveaux de pollution atmosphérique, de particules notamment, observés dans les zones urbaines et la survenue de différents problèmes de santé [Brunekreef et Holgate, 2002]. À partir des relations exposition-risque issues de ces études, il est possible de quantifier les impacts sanitaires de la pollution atmosphérique, par exemple en termes de nombres de décès (ou de perte d'espérance de vie) ou d'hospitalisations, et d'en évaluer les coûts. Ces Évaluations d'Impact Sanitaire (EIS) constituent un outil d'aide à la décision et s'imposent comme outil de sensibilisation et de communication.

Les méthodes standardisées [Ung *et al.*, 2012], appliquées jusqu'à présent, évaluent les impacts sanitaires dus à la pollution générale des agglomérations, mesurée par les niveaux de fond, et ne permettent pas de rendre compte des impacts sanitaires des variations intra-urbaines des concentrations en polluants. Or la pollution atmosphérique, tant en termes de niveaux que de composition chimique, est généralement très contrastée au sein des grandes agglomérations, selon que l'on se situe à l'écart ou à

proximité des sources de polluants, notamment des voies à fort trafic routier le long desquelles des niveaux de polluants atmosphériques particulièrement élevés sont relevés [Airparif, 2012]. Ainsi, les populations résidant dans les agglomérations sont régulièrement exposées, d'une part, à des niveaux de polluants majorés par rapport aux niveaux de fond, et d'autre part, à une composition de polluants spécifiques de la source de proximité. Ces gradients intra-urbains d'exposition posent ainsi des problèmes de santé publique spécifiques, d'autant plus préoccupants qu'ils contribuent aux inégalités sociales de santé dont l'impact reste aujourd'hui difficile à apprécier. En effet, on observe que les populations résidant à proximité des sources de pollution sont souvent les plus défavorisées [Deguen et Zmirou-Navier, 2010].

Les études épidémiologiques portant spécifiquement sur la question des expositions à la pollution atmosphérique à proximité de ces sources se sont multipliées ces dernières années. En particulier, un nombre croissant d'études a documenté une dégradation, souvent plus importante que celle rapportée pour les niveaux de fond [Jerrett *et al.*, 2005], de la santé des populations résidant à proximité des voies à fort trafic routier [HEI, 2009]. Si les évidences apportées par ces études, trop diversifiées en termes de populations, pathologies, et métriques d'expositions, ne permettent pas de dégager des intensités de

(1) ORS Ile-de-France, 43 rue Beaubourg, 75003 Paris.

risques suffisamment robustes [Host *et al.*, 2012], l'importance du problème a conduit une équipe de recherche du projet Aphekom à intégrer les effets des expositions chroniques aux polluants du trafic routier dans les évaluations d'impacts [Perez et Kunzli, 2012].

Cette méthode a été appliquée à l'agglomération parisienne où l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique à proximité du trafic routier a été évalué en termes de genèse et d'exacerbations de l'asthme chez les enfants.

Méthode

Les chercheurs du projet Aphekom ont développé une approche pour quantifier les impacts de la pollution sur les pathologies asthmatiques des enfants, qui rend compte à la fois des impacts à long terme des expositions chroniques à proximité du trafic, et des impacts à court terme des expositions aiguës à la pollution atmosphérique ambiante. Leur évaluation se base sur les constats suivants :

- D'une part, le trafic routier est directement responsable du développement de cas d'asthme chez les enfants. Ainsi, en comptabilisant le nombre d'enfants exposés à proximité du trafic, il est possible d'en déduire la proportion de cas d'asthme qui sont attribuables à cette exposition spécifique. Ils proposent d'utiliser pour cela les relations exposition-risque issues de l'étude de Mc Connell *et al.* (2006), qui évalue les expositions aux polluants à proximité du trafic par la distance du lieu d'habitation à des voies à grande circulation.

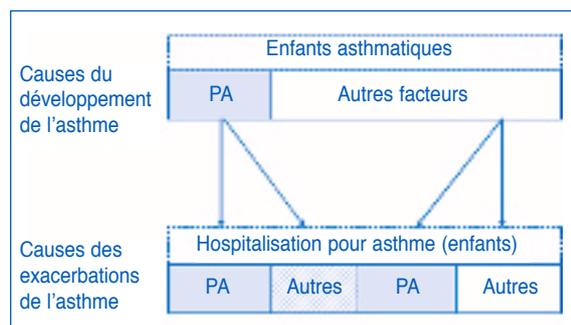


Figure 1.

Implication de la pollution atmosphérique dans la genèse de l'asthme et l'exacerbation des symptômes (d'après Kunzli *et al.*, 2008).

- D'autre part, chez les enfants asthmatiques, les crises et les exacerbations aiguës de l'asthme, qui peuvent conduire à des hospitalisations, sont favorisées par les expositions aiguës aux polluants atmosphériques. Ainsi, il est possible d'évaluer le nombre de ces manifestations à court terme qui seraient évitées par une diminution des niveaux de pollution atmosphérique ambiant. C'est l'approche traditionnellement adoptée dans les EIS, qui reste néanmoins incomplète et sous-estime l'impact de la pollution atmosphérique [Kunzli *et al.*, 2008] tel qu'illustré sur la figure 1. En effet, comme une partie des enfants chez qui surviennent ces crises ont développé leur asthme du fait de leur exposition chronique à la pollution atmosphérique (à proximité du trafic routier notamment), une diminution des niveaux de polluants permettrait de réduire la prévalence de l'asthme, et donc de ses exacerbations (liées ou non aux expositions aux polluants). L'EIS proposée dans Aphekom prend en compte cette dualité, en comptabilisant également les manifestations d'asthme aiguës, provoquées par des facteurs autres que la pollution atmosphérique, qui surviennent chez les enfants dont l'asthme est attribuable aux expositions à proximité du trafic.

Ces deux volets d'évaluation ont été appliqués à la zone de Paris et des trois départements de proche couronne, sur la période allant de 2004 à 2006.

L'estimation de la proportion de survenues de nouveaux cas d'asthme chez les enfants attribuables aux expositions à proximité du trafic se fonde sur une hypothèse « tout ou rien » ; l'impact est estimé comparativement à une situation où plus personne ne résiderait à proximité du trafic. Les voies à grande circulation ont été sélectionnées sur la base du réseau routier exploité par Airparif⁽²⁾ (Association agréée de surveillance de la qualité de l'air en Ile-de-France) pour ses besoins de modélisation et complété par les données des conseils généraux, soit les voies comptant plus de 10 000 véhicules/jour (2007). Le réseau exploité par Airparif correspond aux voies à grande circulation du réseau routier structurant de la zone d'étude et repose sur des critères de trafic moyen journalier annuel (>15 000 véhicules/jour), de typologie (autoroutes, boulevard périphérique, boulevard des Maréchaux) et de continuité du réseau. Le nombre d'habitants résidant respectivement à moins de 75 mètres, 100 mètres et 150 mètres de ces axes a été estimé à partir des données de population du recensement de l'Insee de 2006 ventilées au bâti⁽³⁾, tel qu'illustré sur la figure 2. Ces données ont été exploitées par un système d'information géographique.

(2) Ce réseau est issu du réseau de trafic régional opéré par la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement Ile-de-France et recalé par Airparif par rapport à l'environnement bâti.

(3) Estimation de la répartition de la population de l'INSEE sur les bâtiments de la BD-Topo (©INSEE-RGP, IGN, IAU Ile-de-France).

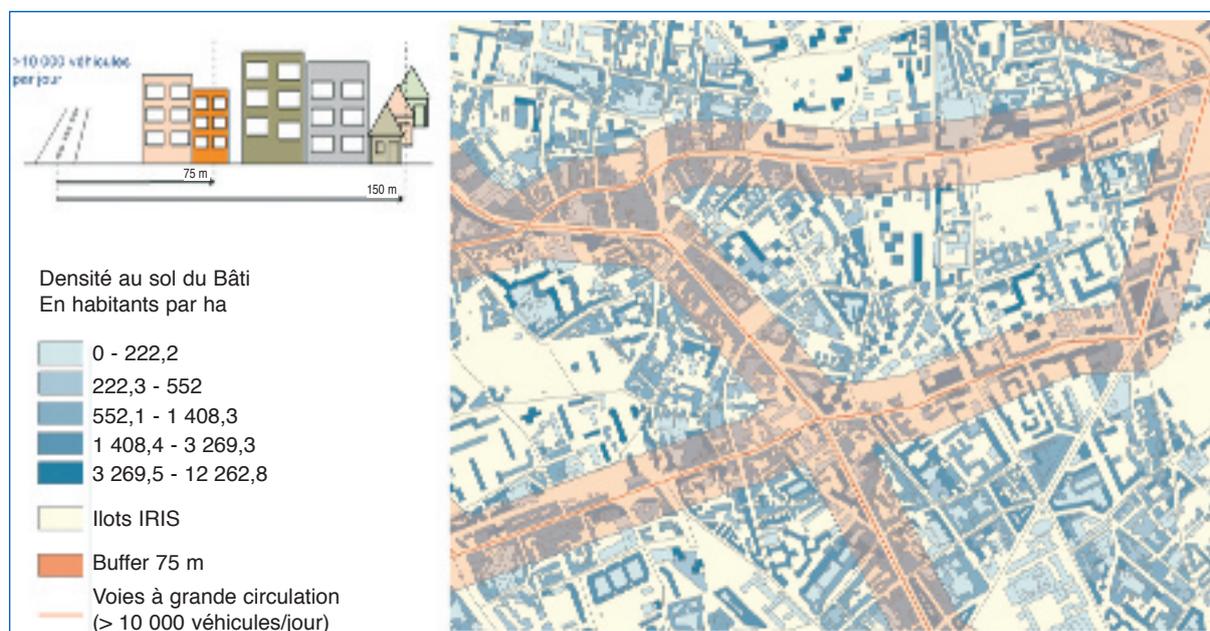


Figure 2.

Estimation du nombre d'habitants résidant à une distance proche des axes routiers à fort trafic (sources : IGN, Insee, IAU Ile-de-France, exploitation ORS Ile-de-France).

Tableau I.

Relations exposition-risque de survenue et d'exacerbation de l'asthme chez l'enfant, utilisées pour l'évaluation.

Indicateurs sanitaires	Âges	RR	Proximité	Références
Nouveaux cas d'asthme	5-7	1,64 [1,1-2,44]	Résidence \leq 75 m	(Mc Connell <i>et al.</i> , 2006)
Indicateurs sanitaires	Âges	RR ($\uparrow 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Scénario (moyenne annuelle du polluant ramenée à la valeur)	Références
Crise d'asthme	0-17	1,259 [0,580-2,736]	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (PM _{2,5})	Méta-analyses (Perez et Künzli, 2012)
Hospitalisation pour asthme	0-17	1,013 [1,002-1,024]	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (PM ₁₀)	

L'impact de la pollution sur les exacerbations des symptômes d'asthme a été calculé en se référant à une situation où les niveaux de PM₁₀ auraient été ramenés à la valeur guide de l'OMS (niveaux inférieurs à 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). En appliquant des relations exposition-risque issues de la littérature (cf. tableau I), la proportion de crises d'asthme et le nombre d'hospitalisations(4) attribuables au dépassement de la valeur guide de l'OMS ont été calculés.

Les deux approches décrites précédemment ont été considérées :

• L'approche « classique » qui rend compte uniquement des événements aigus déclenchés par la pollution atmosphérique ;

• L'approche développée dans le cadre du projet Aphekom, qui intègre également le nombre d'événements aigus survenant chez des enfants dont l'asthme est attribuable à une exposition chronique à proximité sur trafic.

Tableau II.

Estimation du nombre moyen annuel d'hospitalisations chez les enfants entre 2004 et 2006 à Paris et départements de proche couronne (source : PMSI – exploitation ORS Ile-de-France).

Événements sanitaires	Codes CIM 10	Nombre
Nombre d'hospitalisations pour asthme chez les enfants (0-17 ans)	J 45-46	3 905

Résultats

Il a été estimé que 31 % de la population de l'agglomération parisienne résidaient à moins de 75 mètres d'un axe à fort trafic routier, tel qu'illustré à la figure 3.

(4) Le nombre total d'hospitalisations pour les années 2004 à 2006 a été estimé à partir des données du programme médicalisé du système d'information (PMSI) (cf. tableau II).

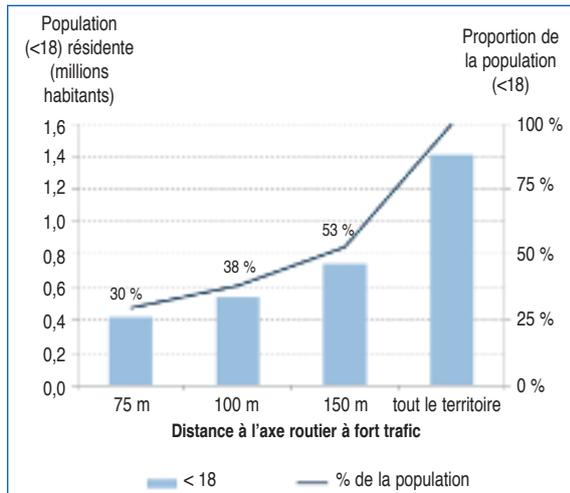


Figure 3.

Estimation de la population résidant à proximité des axes routiers à fort trafic.

Notre évaluation montre ainsi que vivre à proximité des axes routiers à fort trafic est responsable de l'ordre de 16 % des nouveaux cas d'asthme chez les enfants (0-17) compris dans un intervalle de confiance de 3 à 30 %⁽⁵⁾. Ce résultat est du même ordre de grandeur que les résultats obtenus pour 10 autres villes du projet Aphekom et approche la moyenne de 15 % [Pascal et Medina, 2012].

Par ailleurs, il a été estimé que la pollution atmosphérique est responsable de 29 % des symptômes chez les enfants asthmatiques et 16 % des hospitalisations, ce qui représente environ 650 hospitalisations évitables chaque année pour cette population. Ce calcul a été effectué en considérant les bornes inférieure et supérieure de l'intervalle de confiance entourant les relations exposition-risque (uniquement pour le risque chronique). Ces intervalles

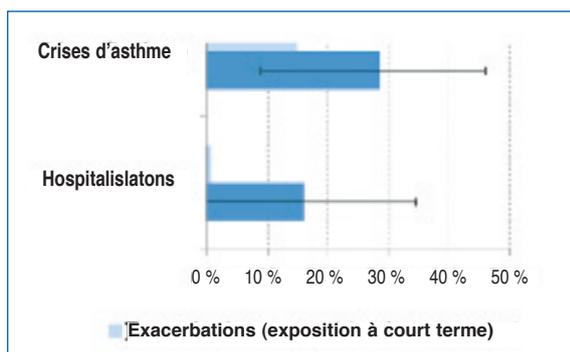


Figure 4.

Pourcentage d'exacerbations (symptômes et hospitalisations) attribuable à la pollution atmosphérique et intervalles de confiance.

sont reportés sur la figure 4. Ces résultats montrent un impact de la pollution atmosphérique sur les exacerbations de symptômes, substantiellement plus important lorsque les effets chroniques sont considérés.

Conclusion

L'asthme figure parmi les maladies qui affectent une fraction non négligeable de la population. En France, la prévalence de l'asthme chez l'enfant est estimée entre 10 et 12 %⁽⁶⁾. Ces évaluations montrent que les expositions résidentielles au trafic routier seraient responsables d'une part non négligeable de cette maladie chronique, soit 16 % de survenues de nouveaux cas, compte tenu d'une urbanisation dense à proximité des voies de grande circulation. Elles montrent également que la pollution atmosphérique joue un rôle important dans l'exacerbation de ces pathologies, avec de l'ordre d'un tiers des symptômes attribuables dans une population particulièrement sensible que constituent les enfants. Cette évaluation souligne la contribution importante de l'exposition résidentielle chronique au trafic routier à la survenue de ces pathologies. Cette dernière, non prise en compte jusqu'à présent, ne devrait pas être négligée, au risque de sous-estimer largement l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique.

Ces résultats sont issus d'une démarche exploratoire basée sur des données dont la robustesse doit être améliorée ; comme tout résultat scientifique, ils sont entachés d'incertitude et doivent être interprétés avec prudence. Ils ne sont par ailleurs qu'une illustration des effets de la pollution atmosphérique sur la santé. En effet, ils ne portent que sur quelques manifestations sanitaires, alors que plusieurs travaux documentent la survenue d'autres pathologies chroniques telles que la bronchite chronique, ou encore les maladies cardiaques en lien avec la pollution de proximité au trafic routier. Enfin, ils ne tiennent pas compte des potentiels cobénéfices pour la santé des politiques de gestion, relatifs, par exemple, à une diminution de l'exposition au bruit ou à l'augmentation de la mobilité active.

Ces résultats encouragent à poursuivre les efforts afin d'améliorer la qualité de l'air en zone urbaine dense et invitent à s'attaquer prioritairement à la question de la circulation routière, mais aussi à repenser la ville. À l'heure où les orientations de développement urbain prônent des objectifs de densification de l'habitat, les politiques d'aménagement urbain devraient être intégrées aux politiques de santé publique [Chaix, 2012].

(5) Afin d'appréhender une part de l'incertitude que comportent ces résultats, le calcul a été effectué en considérant les bornes inférieure et supérieure de l'intervalle de confiance entourant la relation exposition-risque.

(6) www.invs.sante.fr.

Références

- Airparif. Bilan de la qualité de l'air 2011 en Ile-de-france. *Airparif* 2012 : 99 p.
- Brunekreef B, Holgate ST. Air pollution and health. *Lancet* 2002 ; 360 : 1233-42.
- Chaix B. Villes et santé : consolider le dialogue entre santé publique et aménagement urbain. Questions de santé publique. Institut de Recherche en Santé Publique 2012 : 4 p.
- Deguen, S., Zmirou-Navier, D. Social inequalities resulting from health risks related to ambient air quality – A European review. *Eur J Public Health* 2010 ; 20(1) : 27-35. doi:10.1093/eurpub/ckp220
- HEI. Traffic-related air pollution: a critical review of the literature on emissions, exposure, and health effects. 2009 : 394 p.
- Host S, Chatignoux E, Leal C et Grémy I. Health risk assessment of traffic-related air pollution near busy roads. *Rev Epidemiol Santé Publique* 2012 ; 60 : 321-30.
- Jerrett M, Burnett RT, Ma R *et al.* Spatial analysis of air pollution and mortality in Los Angeles. *Epidemiology* 2005 ; 16(6) : 727-736.
- Kunzli N, Perez L, Lurmann F *et al.* An attributable risk model for exposures assumed to cause both chronic disease and its exacerbations. *Epidemiology* 2008 ; 19 : 179-185.
- McConnell R, Berhane K, Yao L *et al.* Traffic, susceptibility, and childhood asthma. *Environ. Health Perspect.* 2006 ; 114 : 766-72.
- Pascal L, Delmas M, Fuhrman C. Hospitalisations pour asthme en France métropolitaine, 1998-2002. Évaluation à partir des données du PMSI (p. 60). Saint-Maurice, 2007. Retrieved from http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=4271
- Pascal M, Medina S. Résumé des résultats du projet Aphekom 2008-2011. Des clefs pour mieux comprendre les impacts de la pollution atmosphérique urbaine sur la santé en Europe. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2012c. 6 p. Disponible à partir de l'URL : <http://www.invs.sante.fr>
- Perez L et Künzli N. Guidelines of methods for integrating chronic effects of local-traffic pollution in the air pollution health impact methodology. Aphekom. Swiss Tropical and Public Health Institute (Basel), University of Basel, CREAL 2012 : 40 p.
- Ung A, Pascal M, Chanel O *et al.* Comment réaliser une évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine ? Guide méthodologique. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire 2012.

