



Disponible en ligne sur
ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France
EM|consulte
www.em-consulte.com

REVUE FRANÇAISE
D'**Allergologie**

Revue française d'allergologie xxx (2018) xxx–xxx

Article original

Association entre les niveaux de pollution atmosphérique et l'augmentation de la consommation médicamenteuse pour asthme et allergies dans 12 grandes villes de France métropolitaine, pour un total de 12 millions d'individus entre 2009 et 2015

Association between air pollution levels and increased asthma and allergy drug-use in 12 major cities in metropolitan France among a total of 12 million people between 2009 and 2015

S. Sclison^a, J. Prud'homme^b, F. Amrani^b, D. Perrot^a, D. Huguet^a, I. Annesi-Maesano^{b,*}

^a IQVIA, Tour D2, 17, bis place des Reflets, 92099 La Défense cedex, France

^b Équipe d'épidémiologie des maladies allergiques et respiratoires (EPAR), UMR-S 1136, institut Pierre-Louis d'épidémiologie et santé publique, faculté de médecine Saint-Antoine, Sorbonne université, Paris, France

Reçu le 29 octobre 2018 ; accepté le 12 novembre 2018

Résumé

Introduction. – La diversité des études épidémiologiques montre que les effets à court terme de l'exposition aux polluants atmosphériques ne sont plus à discuter en termes d'augmentation des symptômes et de recours aux soins. Cependant, il existe peu d'études ayant examiné la consommation médicamenteuse dans la population générale, la majorité d'entre elles ayant utilisé des panels de patients ou un nombre réduit de participants dans le cadre d'études transversales et plus rarement longitudinales.

Objectifs. – L'objectif de l'étude était d'investiguer en France métropolitaine l'association entre l'augmentation des concentrations des principaux polluants atmosphériques et la prise de bêta-2 mimétiques de courte durée d'action par voie inhalée pour l'asthme et d'antihistaminiques et corticostéroïdes nasaux pour les autres allergies.

Méthodes. – Cette étude est basée sur 12 grandes villes, pour une période de 8 ans. Les concentrations des principaux polluants atmosphériques (NO₂, O₃, PM₁₀) ont été obtenues auprès des stations de surveillance de la qualité de l'air et la consommation médicamenteuse pour l'asthme et les allergies a été documentée par des pharmacies de ville ($n = 6442$). Des méthodes statistiques classiques ont été utilisées pour étudier la corrélation entre les deux.

Résultats. – La variation mensuelle de la concentration des polluants atmosphériques et l'évolution de la délivrance des produits des marchés de référence dans le cas de l'asthme et des allergies sont fortement corrélées entre elles, sauf dans le cas de l'ozone. Les associations les plus fortes sont observées pour le NO₂.

Conclusions. – La consommation médicamenteuse est influencée par l'exposition à la pollution atmosphérique et peut constituer un bon traceur de l'exposition des individus à celle-ci.

© 2018 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Pollution atmosphérique ; Consommation médicamenteuse ; Asthme ; Allergies

Abstract

Introduction. – The diversity of epidemiological studies shows that the short-term effects of exposure to air pollutants in terms of increased symptoms and use of care are beyond doubt. However, few studies have considered drug consumption among the general population, with most investigations relying on either patient panels or small groups in cross-sectional and, more rarely, longitudinal studies.

* Auteur correspondant. Équipe EPAR-IPLESP UMRS 1136 Inserm et SU, faculté de médecine Saint-Antoine, 27, rue de Chaligny 75571 Paris cedex 12, France.

Adresse e-mail : isabella.annesi-maesano@inserm.fr (I. Annesi-Maesano).

<https://doi.org/10.1016/j.reval.2018.11.003>

1877-0320/© 2018 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Objectives. – The objective of this study was to investigate the association between increased concentrations of the principal atmospheric pollutants in continental France and the consumption of inhaled short-acting beta-2 mimetics for asthma, and of nasal antihistamines and corticosteroids for other allergies.

Methods. – This study focused on 12 large cities over a period of 8 years. The concentrations of the principal atmospheric pollutants (NO_2 , O_3 , PM_{10}) were obtained from air-quality monitoring stations while drug use for asthma and allergy was documented by local pharmacies ($n = 6442$). Conventional statistical methods were used to study any correlation.

Results. – There was a marked correlation between changes in the dispensing of reference drugs for asthma and allergies and monthly variations in the concentration of atmospheric pollutants other than ozone. The strongest association concerned NO_2 .

Conclusions. – Drug consumption is associated with exposure to air pollution and may be used as a tracer/proxy of overall exposure at the population level.

© 2018 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Keywords: Air pollution; Drug consumption; Asthma; Allergy

1. Introduction

De nombreuses publications ont fait état de l'impact négatif de la pollution atmosphérique sur l'état de santé de certains patients [1]. La pollution atmosphérique est à l'origine d'effets à court terme en cas de pics et d'effets à long terme à la suite d'une exposition chronique, même à des concentrations dépassant de peu les valeurs préconisées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

En termes d'effets à court terme, les effets de la pollution atmosphérique sont notamment de nature à aggraver la pathologie allergique et à déclencher des crises d'asthme. Les symptômes, la fonction respiratoire et le recours aux soins et au niveau de médication sont très directement impactés par des niveaux de pollution élevés, notamment pour ces pathologies. Cependant, peu d'études se sont basées sur la consommation médicamenteuse associée au niveau de la population générale pour estimer l'impact sanitaire de la pollution de l'air. La majorité des études considèrent des panels de patients ou, plus rarement, un nombre réduit de participants dans le cadre d'études transversales et longitudinales.

Pourtant, l'adaptation des mesures de santé publique pour faire face aux nombreux pics de pollution nécessite une meilleure compréhension de l'impact quantitatif des polluants sur la santé. La délivrance de médicament constitue un événement de santé, au même titre que la consultation de laquelle elle est issue. Le médicament peut donc être un bon traceur de l'impact sanitaire d'un événement. C'est en partant de ce principe que nous avons voulu regarder ce que « disait » le médicament.

L'objectif de notre étude était d'investiguer l'association entre l'augmentation des concentrations des principaux polluants atmosphériques et la prise de bêta-2 mimétiques de courte durée d'action par voie inhalée pour l'asthme d'une part et pour les autres allergies d'autre part en France métropolitaine.

2. Méthodes

L'étude a ciblé 12 grandes villes de la France métropolitaine, à savoir Bordeaux, Clermont-Ferrand, Le Havre, Lille, Marseille,

Paris, Rennes, Rouen, Strasbourg, Toulouse, Tours, Grenoble, pour un total de près de 12 millions de personnes exposées.

La période de relevé des polluants atmosphériques et des délivrances médicamenteuses couvre la période de janvier 2009 à avril 2015. Nous avons tout d'abord déterminé la traduction opérationnelle de la qualité de l'air et celle de l'état pathologique.

2.1. Qualité de l'air

La qualité de l'air a été quantifiée pour les 12 métropoles par le niveau moyen mensuel des concentrations de 3 polluants : dioxyde d'azote (NO_2), ozone (O_3), et particules fines (PM_{10}). Nous avons exclu de cette analyse les particules très fines de 2,5 microns ($\text{PM}_{2.5}$) par manque de séries complètes de mesures pour toutes les villes considérées. Les données mensuelles représentent la moyenne des concentrations ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de polluants pour la zone considérée en prenant le niveau moyen des relevés des stations urbaines, périurbaines et de « trafic ».

Cette moyenne nous a semblé pouvoir approcher le niveau de pollution présent sur chaque agglomération de l'étude pendant la période qui nous intéresse.

2.2. Consommation médicamenteuse

L'état pathologique de la population a été mesuré par la délivrance mensuelle de produits de références par les pharmacies pour le marché de l'allergie et celui de l'asthme. La base de données des pharmacies rend compte de toutes les unités de médicaments vendues en pharmacie, qu'elles soient sur prescription ou non, permettant de capturer des consommations en automédication. Cette consommation a été exprimée en unités délivrées en pharmacie de ville.

Les marchés de référence pour l'allergie et pour l'asthme sont déterminés par des classes thérapeutiques de niveau 3 de la classification EPhMRA (European Pharmaceutical Market Research Association). Nous nous sommes basés sur les classes suivantes :

- marché de l'allergie : R01A1 (corticoïdes rhinologiques sans anti-infectieux), R01A6 (préparations rhinologiques antiallergiques) et R06A0 (antihistaminiques) ;

Moyenne consolidée sur la période janvier 2008 - avril 2015 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
	NO ₂	O ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}
Objectifs (moyenne annuelle)	40		30	
Bordeaux	28	53	23	
Clermont-Ferrand	27	54	20	
Grenoble	32	42	27	
Le Havre	30	52	25	15
Lille	29	42	28	
Marseille	48	51	35	
Paris	58	38	29	18
Rennes	26	48	22	14
Rouen	36	49	27	
Strasbourg	35	40	27	
Toulouse	43	58	27	
Tours	29	52	23	

Source : INSERM / SU / EPAR

Fig. 1. Concentrations moyennes des polluants atmosphériques dans les 12 villes de la France métropolitaine pour la période janvier 2009 à avril 2015.

- marché de l'asthme : R03A4 (béta 2 mimétiques à courte durée d'action).

Il est à noter que seuls les produits de la prise en charge de la crise asthmatique étaient retenus pour le marché de l'asthme (à l'opposé des traitements de fond comme les corticoïdes). Les crises étant la première manifestation d'un impact de la pollution atmosphérique, avant une dégradation du terrain de fond asthmatique qui ne se manifeste que sur le plus long terme.

Les ventes de ces produits en nombre ont été extraites de la base Xponent d'IQVIA pour les territoires choisis. Cette base exhaustive de toutes les ventes de médicaments effectuées dans près de 14000 pharmacies en France, soit près des 2/3 des pharmacies de France métropolitaine, fournit des données à un niveau de granularité géographique très élevé (le niveau choisi pour cette étude est celui d'une division de la France en 747 zones). Cette base regroupe toutes les unités de médicament vendues en pharmacie, qu'elles soient sur prescription ou non.

Sur les 22000 pharmacies françaises, 6442 pharmacies se trouvent dans les 12 villes de l'étude.

2.3. Méthodes statistiques

À partir des séries mensuelles historiques, nous avons généré de nouvelles séries donnant l'augmentation des variables par rapport au mois précédent (pour les niveaux de polluants ainsi que pour les ventes des marchés de référence).

Des analyses de corrélation ont ensuite été réalisées avec le logiciel Statistica pour mesurer la significativité ainsi que la force d'association entre les séries d'augmentation mensuelles de chaque polluant considéré dans l'étude avec chacun des deux marchés de référence.

3. Résultats

En moyenne, sur la période considérée, les concentrations des polluants atmosphériques varient selon les villes (Fig. 1).

La valeur la plus élevée de NO₂ est observée à Paris, celle d'O₃ à Toulouse, celle de PM₁₀ à Marseille.

Dans les villes considérées, plus de 15,7 millions de béta 2 mimétiques à courte durée d'action et 111 millions d'antiallergiques ont été vendus entre janvier 2009 et avril 2015. L'évolution des ventes des médicaments indique une progression globale des ventes de produits pour le marché de l'asthme (Fig. 2) sur la totalité de la période dans les 12 villes étudiées. Les ventes les plus importantes se font à Paris avec plus de 8 millions d'unités vendues sur la période considérée. Par ailleurs, la plus forte évolution a été enregistrée pour Toulouse avec une moyenne de +4,3 % de ventes de janvier 2009 à décembre 2014 (Tableau 1a). Au total, plus de 6 villes (Grenoble, Lille, Marseille, Rouen, Toulouse et Tours) ont dépassé les +3 % de ventes sur cette période, avec les plus fortes progressions enregistrées en 2012 : +11 % pour Le Havre et Tours et +8 % pour Lille et Rouen.

L'évolution des ventes des produits pour le marché de l'allergie sont en revanche plus stables (Fig. 2), Paris toujours en tête des ventes avec près de 55 millions d'unités vendues au total. Il est à noter une réduction moyenne de plus de 3 % des ventes pour Rennes entre janvier 2009 et décembre 2014 (Tableau 1b). Comme pour l'asthme, les pics de ventes ont été enregistrés en 2012 pour les villes du Havre (+9 %), Lille et Tours (+6 %).

Les analyses statistiques montrent de nombreuses associations significatives, positives et fortes, entre la variation mensuelle de la concentration des polluants et l'évolution mensuelle de la délivrance en officine de ville des produits des marchés de référence (Tableau 2).

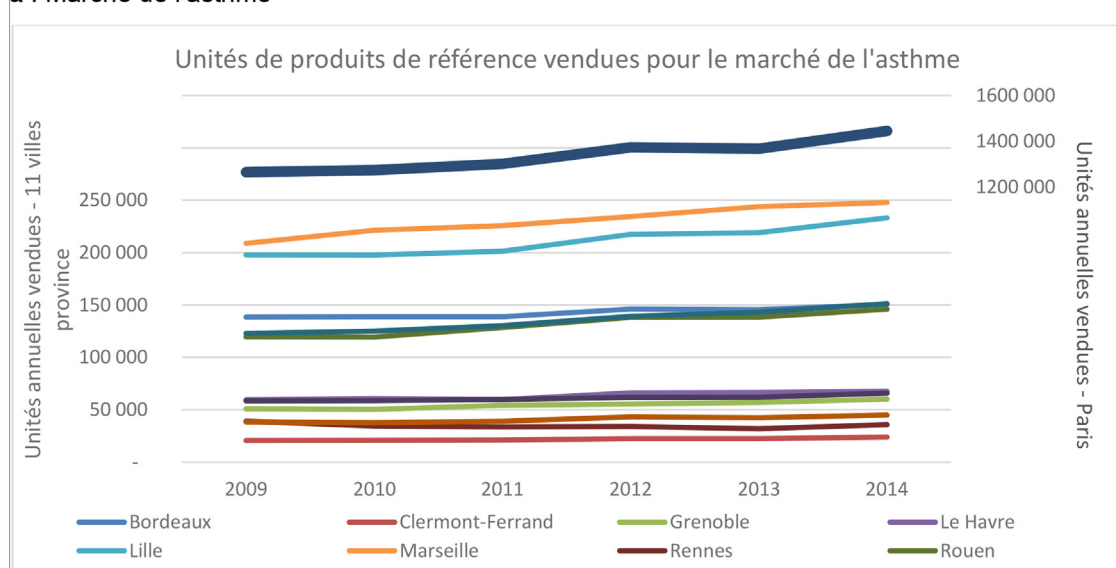
3.1. Dioxyde d'azote

Dans le cas des médicaments pour asthme, pour 11 villes sur 12 la corrélation est positive et statistiquement significative. Les valeurs du coefficient de corrélation vont de 0,22 pour Clermont-Ferrand à 0,68 pour Paris. Seule Marseille ne présente pas d'association significative. Dans le cas des allergies, le nombre de villes pour lesquelles on constate une corrélation significative et positive est élevé, avec 8 villes sur 12 étudiées. Les valeurs du coefficient de corrélation vont de 0,25 pour Rouen à 0,61 pour Paris. Pour Clermont-Ferrand, Grenoble, Le Havre et Marseille, les données ne mettent pas en évidence de relation de ce type.

3.2. Particules fines

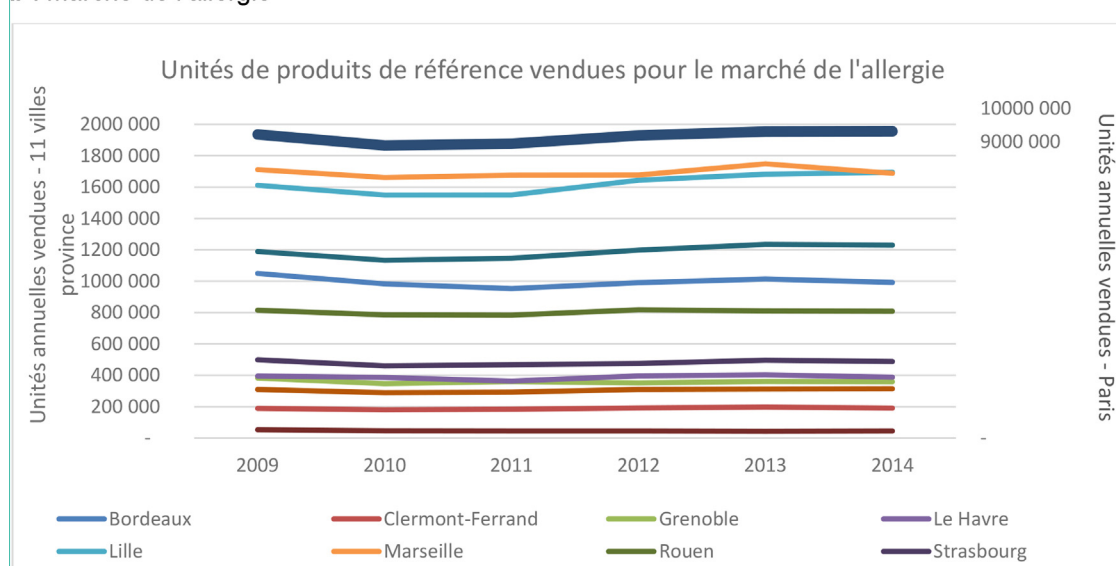
Une association positive est observée entre les concentrations des particules et l'asthme pour 5 métropoles sur 12 (Bordeaux, Lille, Paris, Rennes et Tours) avec des valeurs du coefficient de corrélation allant de 0,26 pour Tours à 0,43 pour Bordeaux. Dans le cas de l'allergie il y a moins d'associations avec les particules fines, avec seulement 4 villes sur 12 qui ont un coefficient significatif et positif (Bordeaux, Paris, Rennes et Strasbourg).

a : Marché de l'asthme



Somme des ventes annuelles en unités de produits appartenant à la classe R03A4, entre le 1^{er} Janvier 2009 et le 31 décembre 2014, au sein de 6442 pharmacies réparties sur les 12 zones géographiques d'intérêt.

b : Marché de l'allergie



Somme des ventes annuelles en unités de produits appartenant aux classes R01A1, R01A6 et R06A0, entre le 1^{er} Janvier 2009 et le 31 décembre 2014, au sein de 6442 pharmacies réparties sur les 12 zones géographiques d'intérêt.

Fig. 2. Ventes des médicaments (en unités) par ville, par année. a : marché de l'asthme. Somme des ventes annuelles en unités de produits appartenant à la classe R03A4, entre le 1^{er} janvier 2009 et le 31 décembre 2014, au sein de 6442 pharmacies réparties sur les 12 zones géographiques d'intérêt. b : marché de l'allergie. Somme des ventes annuelles en unités de produits appartenant aux classes R01A1, R01A6 et R06A0, entre le 1^{er} janvier 2009 et le 31 décembre 2014, au sein de 6442 pharmacies réparties sur les 12 zones géographiques d'intérêt.

3.3. Ozone

Pour ce polluant, il n'y a pratiquement pas de corrélation positive, significative avec le marché de l'asthme et celui de l'allergie. Seules les villes de Lille, Marseille et Paris ont un coefficient de corrélation significatif mais négatif, même si sa valeur est faible (autour de $-0,30$).

3.4. Analyse globale

Le dioxyde d'azote apparaît dans notre analyse comme le polluant atmosphérique pour lequel la « réponse » médicament est la plus forte. On peut ainsi remarquer que dans 7 des villes pour lesquelles l'association est significative, la valeur du coefficient de corrélation est supérieure à $0,40$.

Tableau 1a

Évolution des ventes des médicaments par ville, par année. Marché de l'asthme.

	2010	2011	2012	2013	2014	Évolution moyenne
Bordeaux	0 %	0 %	5 %	0 %	4 %	1,70 %
Clermont-Ferrand	0 %	2 %	6 %	0 %	6 %	2,90 %
Grenoble	-1 %	8 %	2 %	3 %	6 %	3,50 %
Le Havre	2 %	-2 %	11 %	1 %	1 %	2,70 %
Lille	0 %	2 %	8 %	1 %	7 %	3,40 %
Marseille	6 %	2 %	4 %	4 %	2 %	3,50 %
Paris	1 %	2 %	6 %	0 %	6 %	2,70 %
Rennes	-12 %	-3 %	2 %	-7 %	12 %	-1,50 %
Rouen	0 %	8 %	8 %	0 %	6 %	4,20 %
Strasbourg	0 %	2 %	3 %	0 %	6 %	2,40 %
Toulouse	2 %	4 %	7 %	3 %	6 %	4,30 %
Tours	-2 %	4 %	11 %	-2 %	6 %	3,30 %

Évolution annuelle des ventes en unités de produits appartenant à la classe R03A4, entre le 1^{er} janvier 2009 et le 31 décembre 2014, au sein de 6442 pharmacies réparties sur les 12 zones géographiques d'intérêt. L'évolution moyenne sur le total de la période est calculée en faisant la moyenne des évolutions annuelles de 2010 à 2014.

Tableau 1b

Évolution des ventes des médicaments par ville, par année. Marché de l'allergie.

	2010	2011	2012	2013	2014	Évolution moyenne
Bordeaux	-6 %	-3 %	4 %	2 %	-2 %	-1,10 %
Clermont-Ferrand	-4 %	2 %	4 %	3 %	-3 %	0,30 %
Grenoble	-9 %	4 %	-2 %	3 %	0 %	-1,10 %
Le Havre	-2 %	-6 %	9 %	2 %	-4 %	-0,20 %
Lille	-4 %	0 %	6 %	2 %	1 %	1,10 %
Marseille	-3 %	1 %	0 %	4 %	-3 %	-0,20 %
Paris	-4 %	1 %	3 %	1 %	0 %	0,20 %
Rennes	-14 %	-3 %	1 %	-5 %	5 %	-3,10 %
Rouen	-4 %	0 %	4 %	-1 %	0 %	-0,10 %
Strasbourg	-8 %	2 %	2 %	4 %	-2 %	-0,30 %
Toulouse	-5 %	1 %	4 %	3 %	0 %	0,70 %
Tours	-7 %	1 %	6 %	1 %	0 %	0,40 %

Évolution annuelle des ventes en unités de produits appartenant aux classes R01A1, R01A6 et R06A0, entre le 1^{er} janvier 2009 et le 31 décembre 2014, au sein de 6442 pharmacies réparties sur les 12 zones géographiques d'intérêt. L'évolution moyenne sur le total de la période est calculée en faisant la moyenne des évolutions annuelles de 2010 à 2014.

Tableau 2

Corrélations entre les concentrations des polluants atmosphériques ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) et la consommation médicamenteuse pour asthme et allergies en France métropolitaine.

	NO ₂ asthme	NO ₂ allergie	O ₃ asthme	O ₃ allergie	PM ₁₀ asthme	PM ₁₀ allergie
Bordeaux	0,6147*	0,4083*	-0,1933	0,095	0,4284*	0,3116*
Clermont-Ferrand	0,2183*	0,112	-0,0211	0,0905	0,198	0,1383
Grenoble	0,2578*	0,0746	-0,196	0,0258	0,1462	0,07
Le Havre	0,2359*	0,1705	-0,1595	-0,0873	0,1867	0,152
Lille	0,4273*	0,3714*	-0,2307*	-0,1201	0,2789*	0,1626
Marseille	0,0908	0,0051	-0,3032*	0,1379	0,0177	0,0407
Paris	0,6751*	0,6087*	-0,2448*	-0,1096	0,3898*	0,3538*
Rennes	0,5362*	0,3594*	-0,1596	0,1076	0,4245*	0,2950*
Rouen	0,4525*	0,2462*	-0,1779	0,0336	0,1867	0,1417
Strasbourg	0,2914*	0,4028*	-0,0393	-0,0674	0,1394	0,2340*
Toulouse	0,4656*	0,3679	-0,2278*	-0,0419	0,21888	0,1234
Tours	0,4569*	0,2908*	0,1557	0,0447	0,2559*	0,1194

* $p = 0,05$.

4. Discussion

Nos observations confirment de façon quantitative l'impact de la pollution atmosphérique sur l'asthme et les pathologies allergiques. Les associations les plus fortes sont observées dans

le cas du NO₂, polluant souvent la cause d'effets sanitaires chroniques. Des relations inverses sont observées dans le cas d'O₃, ce qui confirme la forte relation entre NO₂ et O₃ ; dans la troposphère. En effet, l'O₃ est un polluant secondaire produit principalement par la transformation, sous l'effet du

rayonnement solaire, des oxydes d'azote (NO_x). En ville, le NO₂ et les particules sont des polluants principalement issus du trafic routier, une réduction du trafic automobile polluant contribuerait donc à diminuer la prise de médicaments.

Ayant mis en relation directement la pollution atmosphérique avec la consommation médicamenteuse sur le marché de l'asthme, peu d'études peuvent être comparées à la nôtre. En effet, la majorité des études réalisées jusqu'à présent considèrent les visites aux urgences et les hospitalisations par maladies respiratoires dont l'asthme [2], ce qui revient à ne considérer que les cas les plus graves de ces pathologies.

Dans l'étude de von Klot et al. [3], les résultats suggèrent que l'utilisation de médicaments pour l'asthme augmente en association avec la pollution particulaire fines par les PM_{2.5} et le dioxyde d'azote. Ces auteurs ont fait un très gros effort méthodologique (assurance qualité, peu de données manquantes) en ce qui concerne la métrologie des particules (mesurage en nombre et en masse), cependant il n'y a eu qu'un seul site de mesure des particules dont la représentativité, en termes d'exposition, était insuffisamment documentée, d'autant plus qu'il était installé à environ 50 m d'une importante voie de circulation. Une autre limite tient au fait que l'effet des PM₁₀ ne soit pas présenté. Dans cet article, seuls les cas prévalents sont analysés, alors que l'étude des cas incidents permettrait de prendre en compte l'apparition de nouveaux symptômes selon les niveaux de pollution atmosphérique.

Plus récemment, en considérant la vente de médicaments et la pollution atmosphérique dans la ville de Bruxelles pour la période allant de 2005 à 2011, Casas et al. [4] ont montré des associations significatives entre les variations temporelles de l'exposition aux polluants atmosphériques et les ventes quotidiennes de médicaments respiratoires. Les PM₁₀ y sont associées aux ventes quotidiennes de médicaments chez les personnes de 13 à 64 ans. Pour le NO₂, des associations significatives ont été observées chez tous les groupes d'âge sauf pour les groupes supérieurs à 84 ans. Le risque relatif le plus élevé a été observé pour NO₂, mais les auteurs ne distinguent pas les médicaments pour l'asthme de ceux pour la broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO). Une autre étude réalisée sur une longue période est celle de Yishak-Sade et al. [5] en Israël qui a investigué la relation entre les tempêtes de sable et la vente de médicaments respiratoires entre 2005 et 2011. Ses auteurs ont observé un risque accru d'achat de médicaments contre l'asthme lors des tempêtes de poussière.

Ainsi, notre étude propose une approche originale, tant thématique que méthodologique. En effet, des estimations existent entre quantité de pollens et prise de médicaments, mais pas

dans le cas de la pollution. De plus, elle porte sur une population de 12 millions de personnes exposées, pendant plusieurs années.

Notre étude présente cependant des limites. Le cas de l'ozone est particulier et on peut s'interroger sur l'effet de l'historique complet qui a été analysé, comparé à une étude qui se serait focalisée sur les périodes estivales pour lesquelles le niveau de ce polluant est plus élevé avec des conditions de chaleur et d'humidité qui ajoutent potentiellement à sa nocivité. Le fait de considérer des moyennes mensuelles pour les polluants et les délivrances totales mensuelles au lieu de ventes journalières peut également être un biais dans l'analyse. Le fait de prendre en compte seulement les bronchodilatateurs peut être aussi critiqué. Si l'association entre prise à la demande de bronchodilatateurs et pollution a souvent été mise en évidence, celle avec les corticoïdes inhalés a été rarement étudiée [3]. Nous avons considéré que les corticoïdes constituaient un traitement anti-inflammatoire de fond qui doit être pris quotidiennement. Cependant, on ne peut pas exclure une mauvaise pratique des patients qui arrêteraient leur traitement corticoïde lorsqu'ils se sentent mieux et le reprennent en cas de besoin, lors de pics de pollution atmosphérique par exemple.

Au final, nos résultats suggèrent de nouvelles manières d'analyser l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique au travers du recours au médicament.

Déclaration de liens d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

Références

- [1] Annesi-Maesano I, Dab W. Pollution atmosphérique et poumon : approche épidémiologique. *Med sci (Paris)* 2006;22(6–7):589–94.
- [2] Charpin D, Pairon J-C, Annesi-Maesano I, Caillaud D, de Blay F, Dixsaut G, et al. La pollution atmosphérique et ses effets sur la santé respiratoire. Document d'experts du groupe pathologies pulmonaires professionnelles environnementales et iatrogéniques (PAPPEI) de la Société de pneumologie de langue française (SPLF). *Rev Mal Respir* 2016;33:484–508.
- [3] von Klot S, Wölke G, Tuch T, Heinrich J, Dockery DW, Schwartz J, et al. Increased asthma medication use in association with ambient fine and ultrafine particles. *Eur Respir J* 2002;20:691–702, <http://dx.doi.org/10.1183/09031936.02.01402001>.
- [4] Casas L, Simons K, Nawrot TS, Brasseur O, Declerck P, Buyl R, et al. Respiratory medication sales and urban air pollution in Brussels (2005 to 2011). *Environ Int* 2016;94:576–82.
- [5] Yitshak-Sade M, Novack V, Katra I, Gorodischer R, Tal A, Novack L. Non-anthropogenic dust exposure and asthma medication purchase in children. *Eur Respir J* 2015;45(3):652–60.