



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 (2009) xxx-xxx

Article original

Synergie pollen-polluants et rôle des facteurs météorologiques sur le risque de pollinose : évolution des consultations dans la région amiénoise pendant la saison pollinique 2007

Synergy pollen-pollutants and role of meteorological factors on the pollinosis: Evolution of consultations in the Amiens city during the pollen season in 2007

O.R. Abou Chakra^{a,*}, G. Lacroix^b, H. Senechal^{a,c}, M. Thibaudon^d

^a ESPCI, ParisTech, UMR CNRS 7195 – PECSA, laboratoire environnement et chimie analytique, 10, rue Vauquelin, 75231 Paris cedex 05, France

^b INERIS, DRC – TOXI, parc technologique ALATA, BP 2, 60550 Verneuil-en-Halatte, France

^c Inserm, 101, rue de Tolbiac, 75654 Paris cedex 13, France

^d RNSA, chemin des Gardes, 69610 Saint-Genis l'Argentièrre, France

Reçu le 4 novembre 2009 ; accepté le 10 novembre 2009

Résumé

Introduction. – Depuis plusieurs décennies, une augmentation de la fréquence des allergies respiratoires est régulièrement observée. Bien que ces affections coïncident avec les périodes de pollinisation, il n'existe pas de relation univoque entre ces deux phénomènes. De nombreux autres facteurs – dont les polluants atmosphériques et les facteurs météorologiques – doivent être pris en compte.

Objectif. – Corréler les paramètres atmosphériques avec le nombre de consultations faisant suite à des crises allergiques, pendant la période pollinique 2007.

Méthodes. – L'étude est menée sur la ville d'Amiens. Les données cliniques sont fournies par l'Observatoire régional de la santé et du social. Les données atmosphériques concernent des comptages polliniques, des taux de polluants atmosphériques et différents paramètres météorologiques. Les corrélations entre ces facteurs sont effectuées en utilisant des modèles de régression linéaire simple et multiple.

Résultats. – Les consultations pour rhinites sont corrélées positivement avec le pollen des Graminées et le taux d'ozone atmosphérique alors que l'asthme se trouve corrélé avec les précipitations. Les résultats des régressions linéaires multiples permettent de montrer que les rhinites et l'asthme sont liés à plusieurs facteurs atmosphériques, notamment les polluants gazeux, la température et la présence de pollen des Graminées.

Conclusion. – Une partie importante des pics de consultations pour allergie respiratoire semble coïncider avec les pics de pollinisation. Ainsi, une relation simple a été trouvée entre la rhinite et le pollen de Graminées sur la période prise en compte. En revanche, les granules cytoplasmiques de pollen pourraient intervenir dans la survenue de crises d'asthme sans relation directe avec les pics de consultations.

© 2009 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Allergie respiratoire ; Pollen ; Polluants atmosphériques ; Facteurs météorologiques ; Régression linéaire simple et multiple

Abstract

Background. – Respiratory allergic diseases are currently a major public health problem worldwide, especially in industrialized countries. Although the symptoms associated with these affections coincide with the pollination season, it is now well established that simple and direct relations do not exist between these two phenomena and that, in the same time, several other factors – air pollutants and meteorological factors – must be taken into account.

Objective. – To correlate atmospheric parameters with the medical consultations in response to rhinitis and asthma symptoms.

Methods. – This study was conducted in the city of Amiens, during the pollen season in 2007. Clinical results were provided from the Picardie Regional Health Observatory. The atmospheric data gathered the count of pollen grains, the concentrations of gaseous air pollutants and several meteorological parameters. The correlations between these parameters are carried out using simple and multiple linear regressions.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : Oussama.Abou-chakra@espci.fr (O.R. Abou Chakra).

Results. – The consultations for rhinitis were positively correlated with grass pollen counts and atmospheric ozone, whereas asthma was correlated with precipitations. The results of multiple linear regressions showed that the two allergic symptoms, rhinitis and asthma, were related to several atmospheric factors, in particular airborne grass pollen, gaseous pollutants and temperature.

Conclusion. – The large size of pollen grains could explain the simple relationship between rhinitis and grass pollen, because pollen grains can penetrate only the higher respiratory tract. This effect was not observed for asthma, but a positive relationship between asthma and precipitation suggests a potential role of pollen cytoplasmic granules. These granules could massively increase asthma attacks during the pollen season.

© 2009 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Keywords: Respiratory allergic diseases; Pollen; Airborne pollutants; Meteorological factors; Linear regressions

1. Introduction

Les allergies respiratoires, au sens large, incluant donc aussi bien l'asthme que la rhinite allergique, sont classées, par l'Organisation mondiale de la santé, parmi les problèmes majeurs de santé publique en zone urbaine. En effet, depuis plus de quatre décennies, une augmentation constante de la fréquence des allergies respiratoires est observée. Sont concernés essentiellement les sujets jeunes, de l'enfance jusqu'à 20 à 30 ans, et les habitants des grandes villes des pays développés [1].

Ces maladies atopiques sont déclenchées par divers aéroallergènes, qui, quantitativement, représentent la source allergénique la plus importante en atmosphère urbaine [2,3]. Si tous les pollens ne sont pas allergisants, certains sont connus depuis longtemps pour leur rôle potentiel dans les affections regroupées sous le terme de « pollinoses », aussi bien parmi les arbres (bouleau, cyprès et frêne, par exemple) que parmi les herbacées (ambrosie et Graminées figurant souvent en tête). Les pollinoses provoquent des symptômes peu invalidants comme des rhinites, conjonctivites, toux, mais aussi des complications bronchiques comme l'asthme.

Toutefois, bien que les symptômes liés à ces affections coïncident avec les périodes de pollinisation, il est maintenant bien établi qu'il n'existe pas de relation univoque entre ces deux phénomènes et que de nombreux autres facteurs doivent être pris en compte [4].

Parmi ceux-ci, les polluants atmosphériques semblent jouer un rôle aggravant dans l'incidence des allergies et de la sensibilisation des populations [5,6]. Ainsi, de nombreuses études épidémiologiques ont établi un lien entre le nombre de visites aux urgences pour asthme et les niveaux de certains polluants atmosphériques, notamment les dérivés soufrés [7]. En Angleterre, la sensibilisation d'enfants à divers allergènes (issus d'acariens ou de pollen) apparaît plus importante en zone polluée qu'en zone non polluée [8]. Enfin, des études épidémiologiques réalisées au Japon ont montré que, pour une quantité similaire de pollen dans l'air, des riverains de voies à grande circulation bordées de cèdres développaient plus de rhinoconjonctivites que des personnes vivant près de forêts de cèdres où le trafic automobile est moins intense (13,2 % contre 5,1 %) [9]. Ces études suggèrent que la pollution automobile est, en partie, responsable de l'augmentation de la fréquence des rhinoconjonctivites.

De même, les symptômes d'allergie respiratoire, en particulier de pollinose, sont influencés aussi par les conditions

climatiques : une recrudescence par beau temps, surtout après la survenue de pluie, et une diminution pendant les périodes pluvieuses. L'augmentation du degré hygrométrique a été associée aux augmentations de prévalence de l'asthme, mais cela n'a pas été observé pour les rhinites et les conjonctivites. De plus, différents types d'orages semblent directement liés à des épidémies d'asthme aigu grave. Cela a plus particulièrement été étudié, jusqu'alors, à Melbourne et à Londres [10,11]. En effet, suite à des orages violents accompagnés d'une chute brusque de température, d'une augmentation du taux d'humidité relative et de la quantité de pluie, après un court laps de temps, on a pu observer une augmentation des taux de visites aux urgences, pour asthme grave [12].

Par ailleurs, aussi bien certains polluants atmosphériques que différents facteurs météorologiques peuvent avoir des effets sur la production en pollen d'arbres et d'herbacées et sur la dispersion de fragments ou d'allergènes polliniques [13–15].

Très peu d'études, notamment en France, se sont intéressées, pour le moment, à l'impact des différents facteurs de pollution, biologiques et chimiques, et des facteurs météorologiques sur la survenue de ces allergies respiratoires.

L'objectif de cette étude est de corrélérer différents paramètres atmosphériques (pollen, polluants et facteurs météorologiques) et des comptes rendus de consultations de généralistes et de spécialistes faisant suite à des crises allergiques (allergie respiratoire), en utilisant des modèles de régression linéaire simple et multiple.

2. Méthodes

2.1. Étude

L'étude a été menée dans l'agglomération amiénoise, pendant la saison pollinique 2007, entre la semaine 14 (2 avril 2007) et la semaine 36 (9 septembre 2007). Amiens est une ville moyenne, en termes d'habitants (~136 000 habitants). Au 1^{er} janvier 2006, elle se situait au 28^e rang parmi les villes de France de plus de 50 000 habitants, entre Villeurbanne et Metz.

2.2. Patients et médecins

La classification des symptômes allergiques (survenue et types) a été réalisée par un réseau de cinq médecins généralistes et deux allergologues, dont le nombre a varié au cours de l'étude. Le nombre de consultations hebdomadaires et les comptes rendus étaient ensuite transmis à l'Observatoire

régional de la santé et du social de la Picardie (OR2S). Les symptômes allergiques ont été classés en quatre groupes : asthme, rhinites, conjonctivites et toux spasmodique. Dans le cadre de cet article, nous ne prenons en compte, pour les régressions, qu'une partie des symptômes : ceux concernant l'asthme et les rhinites.

2.3. Pollen, polluants et facteurs météorologiques

Les comptes polliniques sont réalisés par recueil des grains de pollen sur des capteurs volumétriques de type Hirst fonctionnant sur le principe de l'impaction. Dans les données du Réseau national de surveillance aérobiologique (RNSA) disponibles sur la période considérée, les comptages sont quotidiens [16]. Les pollens d'arbres pris en compte sont ceux de frêne, platane et bouleau. Un comptage spécifique existe pour les pollens de Graminées et, enfin, une entité « autres taxons » regroupe différents pollens de plantes diverses.

Les polluants atmosphériques, gazeux ont été prélevés dans trois stations urbaines de « Atmo-Picardie » : Saint-Leu, Salouël et chambre de commerce et d'industrie (CCI). Les polluants gazeux quantifiés sont les oxydes d'azote (NO_x), l'ozone (O_3), le dioxyde de soufre (SO_2).

Les concentrations de pollen et de polluants sont représentées par une moyenne hebdomadaire.

Les données météorologiques journalières ont été fournies par Météo France. Parmi celles-ci, ont été retenues les moyennes hebdomadaires : de la température (en degré Celsius), de l'humidité relative (en pourcentage de vapeur d'eau), des précipitations (en millimètre d'eau), de la pression atmosphérique (en millimètre de mercure) et de la force du vent (en mètre par seconde).

2.4. Analyse statistiques

Des corrélations simples sont effectuées entre, d'une part, les consultations pour allergies respiratoires et, d'autre part, le nombre de grains de pollen, la quantité de polluants atmosphériques et les facteurs météorologiques. Les coeffi-

cients de corrélations (r) sont obtenus à l'aide du logiciel GraphPad Prism (version 4.03).

Des régressions linéaires multiples sont effectuées à l'aide de tests paramétriques entre, d'une part, le nombre de consultations pour allergie respiratoire et, d'autre part, les autres paramètres : pollen, polluants ainsi que facteurs météorologiques. Lorsque la valeur de p (probabilité critique) est inférieure à 0,05, le résultat est considéré comme significatif. Les régressions multiples (coefficient de détermination R^2 , analyse de la variance et équation du modèle retenu) sont obtenues avec des modèles descendants en utilisant Microsoft® Office Excel 2003.

3. Résultats

3.1. Patients

Sur l'ensemble de la période d'étude, 184 patients, parmi lesquels 101 hommes et 83 femmes, présentant un ou plusieurs symptôme(s), ont été pris en compte (Fig. 1).

La part des patients atteints de rhinites est toujours la plus importante (88 %). En seconde position, les conjonctivites sont également abondamment retrouvées avec 60,1 %. On retrouve ainsi plus d'un tiers des patients atteints de conjonctivites durant les semaines 23 et 24. Enfin, 45,9 % des patients venant consulter pour allergie pollinique présentent une toux spasmodique (asthmatiforme) et 23,5 % un asthme. De plus, il faut signaler également que la majorité des patients (67 %) présente au moins deux symptômes.

Quand on s'attache au nombre de patients qui ont consulté pour la totalité des symptômes allergiques, on remarque deux pics correspondant aux semaines 17 et 23. Par ailleurs, à partir de la semaine 24, le nombre de patients allergiques consultant diminue significativement (Fig. 1).

3.2. Pollen, polluants et facteurs météorologiques

Les concentrations polliniques hebdomadaires les plus fortes de pollen d'arbres (bouleau, platane et frêne) sont

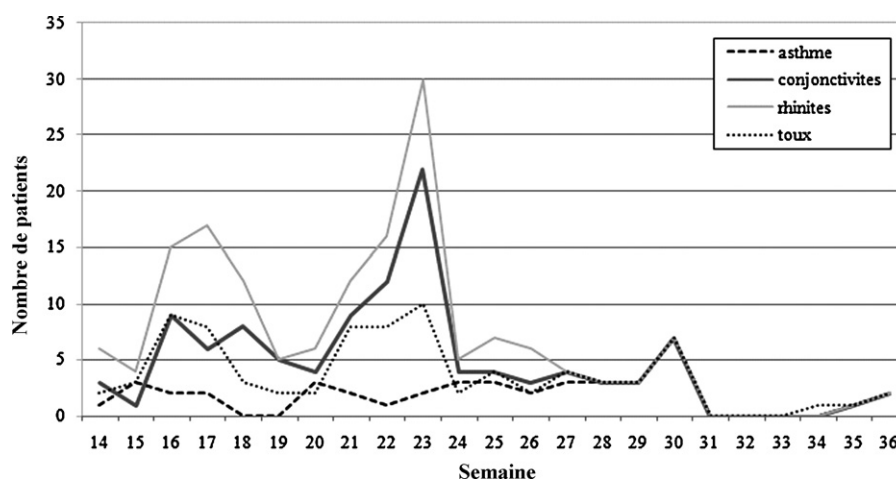


Fig. 1. Évolution du nombre de patients ayant consulté pour les différents symptômes allergiques au fil de l'étude (OR2S – Pollen Amiens).

situées entre les semaines 14 et 19. Pour le pollen de Graminées, on remarque que les concentrations polliniques commencent à augmenter à partir de la semaine 17 et s'estompent à partir de la semaine 30. Les autres taxons polliniques représentent 72 % du recueil pollinique pendant les semaines 17 et 18. À partir de la semaine 24, cette catégorie (autres taxons) représente au moins 50 % de tous les taxons pris en compte, avec des proportions supérieures à 80 % à partir de la semaine 27 (Fig. 2).

Les taux de tous les polluants gazeux considérés ont été plus élevés pendant la première partie de l'étude (semaine 14 à 24). Une relation significative est à signaler entre les valeurs des oxydes d'azote et de soufre ($r = 0,43$; $p < 0,05$).

Tableau 1

Corrélations (r) entre les allergies respiratoires, d'une part, et le pollen, les polluants et les facteurs météorologiques, d'autre part, pendant la période pollinique considérée.

	Pollen				
	Bouleau	Frêne	Platane	Graminées	Autre
Rhinites	0,32	0,02	−0,00	0,56*	−0,08
Asthme	0,07	0,09	0,13	0,07	−0,28

	Polluants atmosphériques		
	NO _x	O ₃	SO ₂
Rhinites	0,05	0,65*	0,03
Asthme	−0,22	−0,15	0,15

	Facteurs météorologiques				
	Température	Humidité	Précipitation	Pression	Vent
Rhinites	−0,12	0,03	−0,21	−0,14	−0,23
Asthme	0,20	0,10	0,46*	−0,04	−0,08

* $p < 0,05$.

Parmi les facteurs météorologiques, les précipitations les plus abondantes sont regroupées sur une période continue entre les semaines 20 et 30. De fortes valeurs de précipitations journalières (≥ 20 mm/j) ont été mesurées au cours des semaines 25, 27 et 30.

3.3. Corrélations simples

Le Tableau 1 montre les corrélations (coefficient de Spearman) entre les symptômes allergiques, d'une part, les pollen, les polluants et les facteurs météorologiques, d'autre part.

Les consultations pour rhinites ont été corrélées significativement avec la concentration de pollen de Graminées ($r = 0,56$; $p = 0,016$) et la concentration d'ozone ($r = 0,65$; $p = 0,002$).

S'agissant des consultations pour asthme, le facteur « précipitations » est déterminant ($r = 0,46$ et $p = 0,02$).

3.4. Régressions linéaires multiples

Les meilleurs modèles expliquant les variations de consultations pour les maladies allergiques respiratoires sont obtenus par des régressions linéaires multiples descendantes.

Les modèles retenus pour tous les symptômes allergiques prennent en compte à la fois des comptages polliniques, des polluants atmosphériques et des facteurs météorologiques. À partir de ces modèles, nous avons mis en évidence des relations significatives entre, d'une part, les deux symptômes étudiés et, d'autre part, les paramètres suivants : pollen de platane, autres taxons, ozone, oxydes d'azote, température et force de vent.

S'agissant des rhinites (Tableau 2), le modèle retenu a un facteur de détermination de 84 %. Outre les paramètres cités ci-dessus, on observe que les consultations pour rhinites se trouvent positivement liées au pollen de Graminées, au dioxyde de soufre et à la pression atmosphérique, mais que la corrélation est négative pour les précipitations.

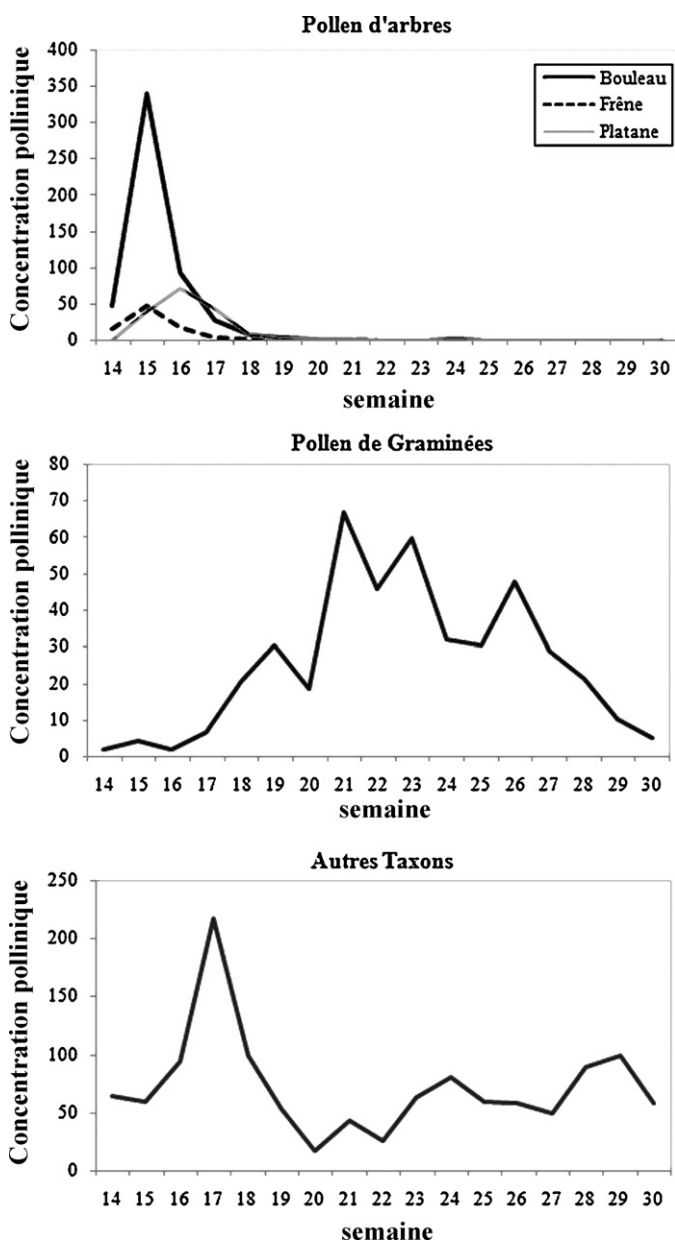


Fig. 2. Évolution des concentrations atmosphériques de pollen d'arbres (bouleau, platane et frêne), de graminées et autres taxons sur l'ensemble de la période d'étude. La concentration pollinique est exprimée en grains de pollen par mètre cube d'air.

Tableau 2

Paramètres de la régression linéaire multiple permettant d'évaluer les patients ayant consulté pour rhinite ($R^2 = 0,84$).

	Coefficients	Écart-type	Statistique <i>t</i>	<i>p</i>
Constante	−172,27	44,07	−3,91	0,004
Graminées	0,21	0,05	3,88	0,005
Platane	0,71	0,15	4,89	0,001
Autres taxons	−0,13	0,03	−4,62	0,002
NO _x	39,23	11,36	3,45	0,009
O ₃	0,88	0,23	3,76	0,006
SO ₂	5,42	1,84	2,95	0,018
Température	1,52	0,64	2,38	0,045
Précipitations	−1,28	0,55	−2,33	0,048
Pression atmosphérique	0,12	0,04	3,23	0,012
Force de vent	−0,72	0,29	−2,48	0,038

Tableau 3

Paramètres de la régression linéaire multiple permettant d'évaluer les patients ayant consulté pour asthme ($R^2 = 0,68$).

	Coefficients	Écart-type	Statistique <i>t</i>	Probabilité
Constante	6,13	7,64	0,80	0,443
Frêne	0,12	0,08	1,49	0,171
Platane	0,20	0,04	4,89	0,001
Autres taxons	−0,05	0,01	−4,33	0,002
NO _x	10,76	3,81	2,83	0,020
O ₃	0,27	0,06	4,82	0,001
SO ₂	2,08	0,54	3,84	0,004
Température	0,83	0,25	3,28	0,009
Humidité relative	−0,21	0,07	−3,11	0,013
Force de vent	−0,41	0,10	−4,22	0,002

Les consultations pour asthme (Tableau 3) ont été positivement corrélées aux concentrations atmosphériques de pollen de platane, de dioxyde de soufre, d'ozone et à la température. Par ailleurs, le nombre de consultations pour asthme est inversement proportionnel pour les autres taxons, l'humidité relative et la force du vent. Les différents paramètres du Tableau 3 expliquent 68 % de la variation du nombre de consultations pour ce type de symptôme.

4. Discussion

Dans cette étude, menée dans l'agglomération amiénoise, pendant la saison pollinique 2007, on a observé un lien entre les consultations pour allergie respiratoire, aussi bien chez les généralistes que chez les spécialistes, et différents indicateurs atmosphériques : pollen, polluants et facteurs météorologiques. Les tests statistiques utilisés, notamment l'analyse de régression pas à pas, permettent d'évaluer le rôle respectif, sur chaque symptôme, des différents paramètres atmosphériques pris en compte.

Dans les dernières décennies, l'augmentation observée des affections allergiques dans la plupart des grandes villes du monde occidental est particulièrement manifeste chez les enfants et les adolescents [17,18]. Dans notre étude, la proportion des jeunes (moins de 19 ans) qui consultent les médecins pour allergies respiratoires représente 36 % des patients, alors que cette tranche d'âge ne représente que 22 %

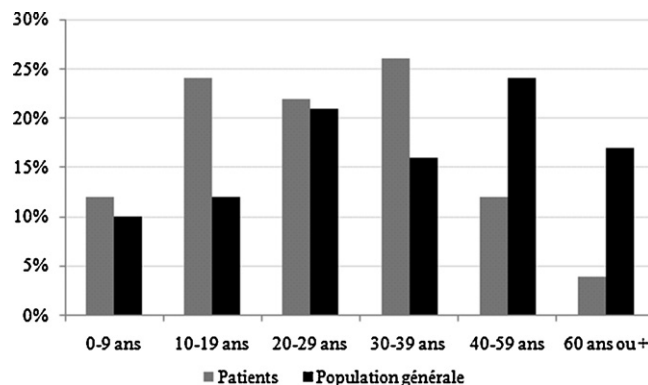


Fig. 3. Répartition des patients allergiques et de la population générale de la ville d'Amiens en fonction de l'âge (OR2S – Pollen Amiens).

de la population générale de la ville d'Amiens (Fig. 3). De même, par rapport à la saison pollinique 2006, le nombre des patients a augmenté de 9 % [19].

Le pollen est quantitativement la source d'aéroallergènes la plus abondante en Europe. Plusieurs types de pollen – arbres de différentes familles botaniques et quasiment toutes les espèces de Graminées – provoquent des réactions allergiques respiratoires et/ou cutanées [20]. Dans notre étude, le premier pic de consultations, tous symptômes allergiques confondus, est survenu à la semaine 17 (23–29 avril). Ce pic semble provenir de la pollinisation de différents arbres parmi lesquels figurent bouleau, frêne et platane. Le second pic de consultations, survenu au cours de la semaine 23 (début juin), a été plus fort que le premier (36 versus 20 patients ayant consulté). Ce pic peut être expliqué par la période optimale de pollinisation des Graminées.

La relation entre les comptes polliniques et les différentes maladies allergiques respiratoires a fait l'objet de plusieurs études épidémiologiques. La majorité des ces études montrent que les allergies respiratoires coïncident avec la saison pollinique, mais aucun lien simple et direct entre les deux phénomènes n'a pu être mis en évidence [4]. Dans notre étude, pendant toute la période étudiée, seul le pollen de Graminées aura été corrélé significativement avec les consultations pour rhinites et conjonctivites. Ce n'est pas le cas de l'asthme. Cela pourrait être expliqué par le fait que les grains de pollen, à cause de leur taille, ne peuvent atteindre que les voies respiratoires supérieures [21]. Nos résultats montrent aussi que les effets de pollen d'arbres et de Graminées sur l'appareil respiratoire ont été ressentis plus d'une à deux semaines après le début de la pollinisation. En effet, l'augmentation des consultations pour asthme est perceptible quand la pollinisation a débuté depuis environ 15 jours.

L'augmentation de la prévalence et de l'incidence des allergies respiratoires met en cause d'autres facteurs, en particulier les polluants atmosphériques issus de la pollution acido-particulaire (SO₂, NO_x, PM₁₀ et particules diesel), photochimique (NO₂, CO, O₃) ou automobile (SO₂) [20]. Dans notre étude, différents polluants gazeux se trouvent liés statistiquement de façon significative aux consultations pour allergies respiratoires.

En effet, l'ozone induit une diminution des fonctions pulmonaires, une inflammation et des dommages des cellules épithéliales bronchiques [4,22]. Les variations de la teneur ambiante en ozone ont été associées au risque d'asthme. L'ozone a également un effet adjuvant sur la réaction allergique. En effet, plusieurs études épidémiologiques ont montré un lien entre les niveaux ambiants d'ozone et la prévalence de l'allergie respiratoire [23]. Dans notre étude, des relations positives et significatives ont été observées entre la teneur atmosphérique en ozone et les consultations tous symptômes confondus.

Nos résultats montrent des relations significatives et positives entre la teneur atmosphérique en oxydes d'azote (NO_x) et les consultations pour les allergies respiratoires. Les NO_x regroupent le monoxyde d'azote (NO), le dioxyde d'azote (NO_2), le protoxyde d'azote (N_2O), le tétraoxyde de diazote (N_2O_4) et le trioxyde de diazote (N_2O_3). L'inhalation de NO_2 entraîne une diminution des fonctions pulmonaires et déclenche une réaction inflammatoire chez des sujets humains sains [24,25]. Les effets de ce polluant sont accentués chez les patients souffrants d'allergie, montrant un rôle adjuvant de ce gaz sur la réaction allergique. De très nombreuses études antérieures ont montré une association entre les niveaux atmosphériques de NO_2 et un accroissement des cas de maladies respiratoires allergiques, rhinites et asthme [26,27].

Dans notre étude, des relations positives et significatives ont été observées entre le dioxyde de soufre (SO_2) et les consultations pour asthme, rhinites et toux. L'inhalation de SO_2 provoque une bronchoconstriction chez les sujets adultes aussi bien normaux qu'asthmatiques [28]. Une augmentation de la fréquence respiratoire a été observée à la suite d'une exposition d'une heure de 200 ppb de SO_2 chez des sujets asthmatiques [29]. D'autres études épidémiologiques montrent que le SO_2 est souvent corrélé avec la morbidité et la mortalité dues à l'asthme, principalement chez les enfants [30]. De plus, plusieurs équipes [9,31] ont observé que la pollution automobile (NO_2 et SO_2 , essentiellement) accentue les phénomènes de bronchite chronique, toux nocturne et rhume des foins.

Dockery et Pope observent qu'une augmentation de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} induit une augmentation des crises d'asthme. De la même façon, une association peut être faite, concernant les PM_{10} , avec l'utilisation d'un bronchodilatateur, des visites aux urgences et des cas d'hospitalisation pour crise d'asthme [32].

Outre leur action directe sur l'appareil respiratoire, les polluants atmosphériques peuvent avoir un effet sur les grains de pollen en modifiant leur structure mais aussi leur contenu allergénique [33] et en fragilisant la membrane cytoplasmique [14].

Les pollinoses sont directement liées, également, aux facteurs météorologiques. Ces derniers influencent aussi bien la production que la libération ou la dispersion du pollen. Les températures élevées (ou même simplement évoluant à la hausse) induisent l'apparition et l'aggravation des symptômes allergiques [13]. Nos résultats montrent que la température est positivement liée aux consultations avec tous les symptômes pris en compte.

Les chutes de pression atmosphérique favoriseraient assez souvent la déhiscence des anthères, ce qui a pour résultat la libération de grains de pollen ; cela a directement une incidence sur les rhinites et les crises d'asthme [13].

De même, une forte nébulosité agit souvent dans l'amélioration sensible du sort du patient parce qu'elle diminue l'insolation et la chaleur [13]. Dans notre étude, nous avons observé que l'humidité relative était négativement liée aux consultations pour asthme et toux spasmodique.

Dans la littérature, il a été montré que les épisodes pluvieux entraînent aussi une diminution de la fréquence des allergies respiratoires ; cela peut être expliqué par le fait que la pluie favorise, en quelque sorte, une rétention au sol des grains de pollen [13,20]. Nos résultats, concernant la rhinite et la conjonctivite, vont dans le même sens. En revanche, les consultations pour asthme sont positivement corrélées avec les précipitations. En effet, l'eau de pluie peut induire une libération, par les grains de pollen, de particules microscopiques dites granules cytoplasmiques de pollen qui comprend une quantité substantielle d'amidon. Des auteurs ont observé que la concentration de granules d'amidon dans l'air ambiant augmente de 20 à 50 fois après la survenue des orages [10], alors même que les grains de pollen entiers ne sont plus détectables. Plus récemment, d'autres études ont montré que des polluants atmosphériques peuvent entraîner des cassures de la membrane pollinique et ainsi une libération accrue des granules. Si les grains de pollen pénètrent tout au plus dans la région nasale jusqu'à la trachée, rien n'empêche les granules polliniques de poursuivre leur progression vers les profondeurs du tractus respiratoire et d'induire ensuite des crises d'asthme. Ces microparticules ont été mises en cause dans les épisodes épidémiques d'asthme associés aux orages ou *thunderstorm asthma* [3,12].

Bien que des corrélations aient pu être mises en évidence entre les consultations pour allergies respiratoires, d'une part, et les facteurs atmosphériques, d'autre part, il faut mentionner un certain nombre de faiblesses de notre étude. Le plus important est le nombre de patients qui sont inclus dans cette étude. Cela pourrait en partie être imputé au nombre restreint de médecins ayant participé à l'étude. Dans les prochaines études, les consultations de médecins (généralistes et spécialistes) et les admissions hospitalières pour allergies respiratoires, ainsi que la consommation des médicaments anti-allergiques respiratoires doivent être prises en compte pour approfondir les connaissances concernant les liens les plus significatifs entre allergies respiratoires et différents paramètres atmosphériques. De même, une étude sur une plus longue durée pourrait permettre de mieux caractériser le risque. Enfin, une quantification des granules cytoplasmiques de pollen dans l'air permettrait de rendre plus clair le rôle de ces particules dans la survenue des asthmes allergiques.

En conclusion, cette étude est l'une des rares pour l'heure, en France tout au moins, à prendre en compte différents facteurs atmosphériques (pollen, polluants et facteurs météorologiques) dans la recherche des causes des allergies respiratoires. Des corrélations simples ont été trouvées entre les teneurs en pollen et ozone, d'une part, et les rhinites et les conjonctivites, d'autre

part. De plus, la présence des granules cytoplasmiques de pollen pourrait expliquer la corrélation positive entre les précipitations et les consultations pour asthme.

Conflit d'intérêt

Aucun.

Références

- [1] Lacroix G. Allergies respiratoires, pollens et polluants [Respiratory allergy, pollen and pollutants]. *ARCH Mal Prof Environ* 2005;66:584–91.
- [2] Bousquet J, Demoly P, Vignola AM, Godard P, Michel FB. Comprendre la maladie asthmatique [New concepts in asthma]. *Med Sci* 1999;15:823–32.
- [3] Suphioglu C. Thunderstorm asthma due to grass pollen. *Int Arch Allergy Immunol* 1998;116:253–60.
- [4] Davies RJ, Rusznak C, Devalia JL. Why is allergy increasing? Environmental factors. *Clin Exp Allergy* 1998;28(Suppl. 6):8–14.
- [5] Pauli G, Bessot JC, Quoix E. Effect of the environment on the development of respiratory allergies. *Rev Pneumol Clin* 1989;45:231–6.
- [6] von Mutius E. The environmental predictors of allergic disease. *J Allergy Clin Immunol* 2000;105:9–19.
- [7] Lebowitz MD. Epidemiological studies of the respiratory effects of air pollution. *Eur Respir J* 1996;9:1029–54.
- [8] Luczynska CM, Walker LA, Burney PGJ. Skin sensitivity in school children in two different areas of London. *Eur Respir J* 1995;8:250s.
- [9] Ishizaki T, Koizumi K, Ikemori R, Ishiyama Y, Kushibiki E. Studies of prevalence of Japanese cedar pollinosis among the residents in a densely cultivated area. *Ann Allergy* 1987;58:265–70.
- [10] Bellomo R, Gigliotti P, Treloar A, et al. Two consecutive thunderstorm associated epidemics of asthma in the city of Melbourne. The possible role of rye grass pollen. *Med J Aust* 1992;156:834–7.
- [11] Newson R, Strachan D, Archibald E, et al. Effect of thunderstorms and airborne grass pollen on the incidence of acute asthma in England, 1990–94. *Thorax* 1997;52:680–5.
- [12] Marks GB, Colquhoun JR, Girgis ST, et al. Thunderstorm outflows preceding epidemics of asthma during spring and summer. *Thorax* 2001;56:468–71.
- [13] Laaidi K, Laaidi M, Besancenot JP. Pollens, pollinoses et météorologie [Pollen, hay fever and meteorology]. *Météorologie* 1997;20:41–56.
- [14] Motta AC, Marliere M, Peltre G, Sterenberg PA, Lacroix G. Traffic-related air pollutants induce the release of allergen-containing cytoplasmic granules from grass pollen. *Int Arch Allergy Immunol* 2006;139:294–8.
- [15] Wayne P, Foster S, Connolly J, Bazzaz F, Epstein P. Production of allergenic pollen by ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) is increased in CO₂-enriched atmospheres. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2002;88:279–82.
- [16] Thibaudon M. Le réseau national de surveillance aérobiologique (RNSA). Un outil au service de la santé publique, de la biodiversité, du changement climatique et de la recherche. *Environ Risque Sante* 2008;7:217–9.
- [17] Haahela T, Lindholm H, Björkstén F, Koskenvuo K, Laitinen LA. Prevalence of asthma in Finnish young men. *BMJ* 1990;301:266–8.
- [18] Shaw RA, Crane J, O'Donnell TV, Porteous LE, Coleman ED. Increasing asthma prevalence in a rural New Zealand adolescent population: 1975–89. *Arch Dis Child* 1990;65:1319–23.
- [19] Geghe N, Trugeon A, Bénabes-Jezraoui B. Bulletin Pollens no 1 – 2006. Observatoire régional de la santé et du social de Picardie. <http://www.or2s.fr>.
- [20] Rancé F, Navarro-Rouimi R, Dutau G. Les allergies polliniques. Paris: éd. Expansion Formation et Éditions; 2007.
- [21] Wilson AF, Novey HS, Berke RA, Surprenant EL. Deposition of inhaled pollen and pollen extract in human airways. *N Engl J Med* 1973;288:1056–8.
- [22] Broekaert F, Arsalane K, Hermans C, et al. Lung epithelial damage at low concentrations of ambient ozone. *Lancet* 1999;353:900–1.
- [23] Ramadour M, Burel C, Lantéaume A, et al. Prevalence of asthma and rhinitis in relation to long-term exposure to gaseous air pollutants. *Allergy* 2000;55:1163–9.
- [24] Ponsonby AL, Glasgow N, Gatenby P, et al. The relationship between low level nitrogen dioxide exposure and child lung function after cold air challenge. *Clin Exp Allergy* 2001;31:1205–12.
- [25] Schindler C, Kunzli N, Bongard JP, et al. Short-term variation in air pollution and in average lung function among never-smokers. The Swiss Study on Air Pollution and Lung Diseases in Adults (SAPALDIA). *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163:356–61.
- [26] Anderson HR, de Leon AP, Bland JM, et al. Air pollution, pollens, and daily admissions for asthma in London 1987–92. *Thorax* 1998;53:842–8.
- [27] de Marco R, Poli A, Ferrari M, et al. The impact of climate and traffic-related NO₂ on the prevalence of asthma and allergic rhinitis in Italy. *Clin Exp Allergy* 2002;32:1405–12.
- [28] Horstman D, Roger LJ, Kehrl H, Hazucha M. Airway sensitivity of asthmatics to sulfur dioxide. *Toxicol Ind Health* 1986;2:289–98.
- [29] Tunnicliffe WS, Harrison RM, Kelly FJ, Dunster C, Ayres JG. The effect of sulphurous air pollutant exposures on symptoms, lung function, exhaled nitric oxide, and nasal epithelial lining fluid antioxidant concentrations in normal and asthmatic adults. *Occup Environ Med* 2003;60:e15.
- [30] Sunyer J, Atkinson R, Ballester F, et al. Respiratory effects of sulphur dioxide: a hierarchical multicity analysis in the APHEA 2 study. *Occup Environ Med* 2003;60:e2.
- [31] Heinrich J, Topp R, Gehring U, Thefeld W. Traffic at residential address, respiratory health, and atopy in adults: the National German Health Survey 1998. *Environ Res* 2005;98:240–9.
- [32] Dockery DW, Pope CA. Acute respiratory effects of particulate air pollution. *Annu Rev Public Health* 1994;15:107–32.
- [33] Rogerieux F, Godfrin D, Senechal H, et al. Modifications of Phleum pratense grass pollen allergens following artificial exposure to gaseous air pollutants (O₃, NO₂, SO₂). *Int Arch Allergy Immunol* 2007;143:127–34.