



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 (2011) xxx-xxx

Article original

Qualité de l'air intérieur dans les écoles et asthme et allergies parmi les écoliers en Auvergne. Différences entre le milieu rural et le milieu urbain

Indoor air quality at school and allergy and asthma among schoolchildren. Differences between rural and urban areas

M. Hulin ^{a,b,*}, I. Annesi-Maesano ^{a,b}, D. Caillaud ^c

^a Inserm, U707, EPAR, 27, rue de Chaligny, 75571 Paris cedex 12, France

^b UPMC Université Paris 06, UMR_S 707, EPAR, 27, rue de Chaligny, 75571 Paris cedex 12, France

^c Service de pneumologie, hôpital Gabriel-Montpied, CHU de Clermont-Ferrand, 63003 Clermont-Ferrand, France

Reçu le 3 janvier 2011 ; accepté le 5 janvier 2011

Résumé

But de l'étude. – Nous avons estimé la prévalence des maladies allergiques et respiratoires infantiles et la qualité de l'air à l'école en milieux urbain et rural et mis en relation l'exposition à la pollution et la santé respiratoire dans ces milieux.

Sujets et méthodes. – Deux études épidémiologiques transversales conduites à l'école ont été utilisées. La population urbaine était constituée des 1156 enfants ayant participé à Clermont-Ferrand à l'étude des Six Villes. Une étude similaire a été menée auprès de 271 enfants d'Auvergne en contact régulier avec des animaux d'élevage. Les protocoles étaient les mêmes et incluaient un questionnaire parental et des tests allergologiques cutanés. Pendant une semaine, des mesures de pollution (dioxyde d'azote, particules fines, formaldéhyde et acétaldéhyde) ont été réalisées dans les classes.

Résultats. – Des prévalences plus faibles de rhinoconjonctivite et de sensibilisation allergique ont pu être observées chez les enfants du milieu rural comparé à ceux du milieu urbain (8,7 % vs. 12,1 % et 14,8 % vs. 28,8 %, respectivement). La qualité de l'air était meilleure à la campagne, avec des concentrations jusqu'à six fois plus faibles pour le dioxyde d'azote. Enfin, des prévalences plus fortes de ces pathologies ont pu être observées chez les enfants du milieu urbain exposés à de fortes concentrations de polluants en classes.

Conclusion. – Cette étude confirme les précédentes publications qui suggèrent un effet protecteur de l'environnement rural sur les maladies allergiques. De plus, elle met en évidence l'importance du transfert d'air de l'extérieur à l'intérieur des locaux en milieu urbain. Cependant d'autres études impliquant des échantillons plus importants sont nécessaires.

© 2011 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Pollution ; Classe ; Intérieur ; Asthme ; Allergie ; Enfant ; Rural

Abstract

Aim. – The aim of this study was to (1) compare the prevalence of asthma and allergy between rural and urban schoolchildren and their exposure to indoor air pollution in classrooms and (2) estimate the associations between these two factors.

Subjects and methods. – Two cross-sectional studies at school were used. Urban population constituted 1156 children who participated to the French Six Cities Study in Clermont-Ferrand. A similar study was conducted in Auvergne among 271 children in regular contact with farm animals. During one week, concentrations of several pollutants (nitrogen dioxide, fine particles, formaldehyde and acetaldehyde) were objectively assessed.

Results. – Lower prevalence of rhinoconjunctivitis and allergic sensitization was observed among rural children compared to urban ones (8.7% vs. 12.1% and 14.8% vs. 28.8%, respectively). Indoor air quality in classrooms was also better in this environment, with concentrations up to six times lower. Higher prevalence of asthma and allergies was observed among children who attended school with high concentrations of indoor pollutants.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : hulin@u707.jussieu.fr (M. Hulin).

Conclusion. – This study confirms previous ones which suggest a protective effect of rural environment on allergies. Moreover, it underlines the importance of monitoring indoor air quality at school, especially in urban environment. However, other investigations including larger sample sizes are needed.

© 2011 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Keywords: Pollution; Classroom; Indoor; Asthma; Allergy; Children; Rural

1. Introduction

De plus en plus d'études mettent en relation la qualité de l'air intérieur avec la santé allergique et respiratoire infantile [1,2], avec un excès de symptômes et maladies parmi les enfants les plus exposés. L'environnement scolaire est, après la maison, le lieu dans lequel l'enfant passe la plupart de son temps. Or très peu d'études ont évalué la qualité de l'air intérieur dans cet environnement [3–5]. Dans une première étude réalisée au sein de l'étude des Six Villes, nous avons observé une augmentation des manifestations d'asthme et d'allergies chez les enfants fréquentant des écoles dans lesquelles des concentrations excessives des principaux polluants ont été observées¹ [6]. L'ensemble de ces données suggère que l'environnement scolaire est important à prendre en compte dans l'étude de l'impact sanitaire de la pollution de l'air intérieur parmi les enfants.

À notre connaissance, seule une étude dans les pays industrialisés a mesuré la qualité de l'air dans les écoles du milieu rural et a analysé ses effets sur la santé respiratoire des écoliers [7]. Pourtant ce milieu constitue un bon modèle d'étude car il est caractérisé par une prévalence moindre de maladies allergiques comparée à celle du milieu urbain [8–11]. L'étude des populations rurales pourrait donc permettre de mieux comprendre les effets de l'exposition à la pollution atmosphérique, principalement par le biais de mécanismes non allergiques.

L'objectif de la présente étude était d'estimer la prévalence des maladies allergiques et respiratoires infantiles et la qualité de l'air à l'école en milieux urbain et rural et mettre en relation l'exposition à la pollution à la santé respiratoire dans ces milieux.

2. Sujets et méthodes

2.1. Protocole

La population rurale ciblée dans le cadre de l'étude FERMA était composée d'enfants scolarisés en classe de CM₁-CM₂, de parents agriculteurs ou étant en contact régulier avec des animaux d'élevage (critères d'inclusion). Ces informations ont été fournies par la Mutualité sociale agricole (MSA) d'Auvergne. Au total, 56 écoles, réparties sur les quatre départements de l'Auvergne, ont participé à l'étude FERMA

(Fig. 1). Cette population a été comparée à celle ayant participé à l'étude des Six Villes dans la ville de Clermont-Ferrand [12,13], à savoir 1285 écoliers de CM₁ et CM₂ répartis dans 18 écoles et 63 classes. Le protocole de ces deux études était similaire et composé d'un questionnaire sur les maladies allergiques et respiratoires, d'un bilan médical réalisé par un médecin et de mesures de pollution à l'école [6]. Un questionnaire spécifique sur l'exposition des enfants aux animaux d'élevage (fréquence, durée, début de l'exposition, type de contact...) ainsi que sur les caractéristiques de l'exploitation agricole, pour les enfants d'agriculteurs, a également été complété.

2.2. Exposition à la pollution atmosphérique

L'exposition à la pollution a été évaluée à partir des concentrations de dioxyde d'azote, particules fines, formaldéhyde et acétaldéhyde mesurées dans les classes pendant une semaine par capteurs passifs et pompes. Le protocole détaillé est présenté dans des précédents articles [12,14]. Dans le cadre de l'étude FERMA, les mesures de pollution ont été réalisées dans un sous-échantillon de 21 écoles.

2.3. Indicateurs sanitaires

Les indicateurs sanitaires pris en compte dans les analyses sont les suivants² :

- asthme actuel : déclaration de sifflements, crises d'asthme, toux sèche, sifflements à l'effort ou médicaments anti-asthmatiques dans les 12 derniers mois ;
- rhinoconjonctivite dans l'année : nez qui coule et démangeaisons oculaires dans les 12 derniers mois ;
- sensibilisation allergique : au moins un test cutané positif à un des allergènes suivants (acariens [*Dermatophagoides pteronissinus*, *D. farinae*], moisissures [*Alternaria tenuis*], blattes [*blatta*], chats, pollens de graminées et d'arbres ainsi que des trophoallergènes tels que la morue, l'arachide, le blanc d'œuf) [12].

2.4. Méthodes statistiques

Afin de comparer l'exposition des individus entre milieux urbain et rural, les différences de concentrations ont été testées à partir d'un test de Wilcoxon-Mann-Whitney. Les ratios concentrations intérieure/extérieure ont également été calculés afin d'estimer la part de pollution intérieure pouvant être

¹ Annesi-Maesano I, et al., Poor air quality in classrooms related to current asthma and rhinitis in primary schoolchildren of the French 6 Cities Study. En préparation.

² Idem.

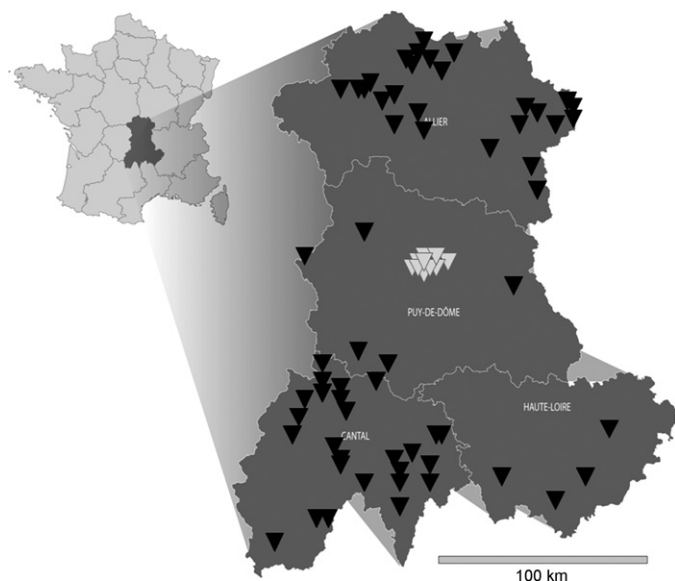


Fig. 1. Localisation géographique des écoles incluses dans l'étude FERMA. En noir sont représentés les logements du milieu urbain et en gris ceux du milieu rural.

expliquée par les concentrations extérieures. Les relations entre pollution intérieure et santé respiratoire ont été estimées en comparant les prévalences des différents indicateurs sanitaires selon le groupe d'exposition. Les enfants étaient classés comme faiblement ou fortement exposés selon la comparaison entre la concentration mesurée dans leur classe et la valeur de la médiane des concentrations (concentration totale : rural + urbain). Les différences de prévalence ont été testées par le test du χ^2 ou le test exact de Fisher (selon le nombre d'individus présent dans les différents groupes d'exposition). En raison du

faible nombre d'enfants du milieu rural présentant un asthme ou autres maladies respiratoires, les analyses ajustées n'ont pas pu être réalisées.

3. Résultats

3.1. Population

Dans les écoles de l'étude FERMA, 357 enfants, correspondant aux critères d'inclusion (enfants d'agriculteurs et/ou en contact régulier avec les animaux d'élevage), ont été invités à participer à l'étude. Trois cent trente enfants (91 %) ont répondu au questionnaire principal et 271 (76 %) ont participé aux deux phases du protocole (questionnaire principal et bilan médical). Parmi les 330 enfants ayant participé à l'étude FERMA, seuls 145 (43,9 %) ont eu des mesures de pollution à l'école. Ces enfants étaient comparés en termes d'exposition et d'indicateurs sanitaires, avec les enfants ayant participé à l'étude des Six Villes à Clermont-Ferrand, soit les 1285 enfants inclus et ayant répondu au questionnaire principal. Parmi ces enfants, 1156 ont participé aux deux phases du protocole (90 %). Dans l'étude des Six Villes, les enfants étaient plus vieux d'un an ($10,6 \pm 0,7$ ans vs. $9,6 \pm 0,9$) et il y avait moins de garçons (49,8 % vs. 51,5 %) que dans l'étude FERMA.

3.1.1. Exposition à la pollution

Les concentrations mesurées dans les classes des écoles des milieux rural et urbain sont représentées sur la Fig. 2. Leur comparaison montre des concentrations significativement plus faibles pour l'ensemble des polluants mesurés en milieu rural. Les ratios de concentrations ($C_{\text{intérieure}}/C_{\text{extérieure}}$) calculés en milieu rural étaient significativement supérieurs à ceux obtenus pour le milieu urbain (Tableau 1).

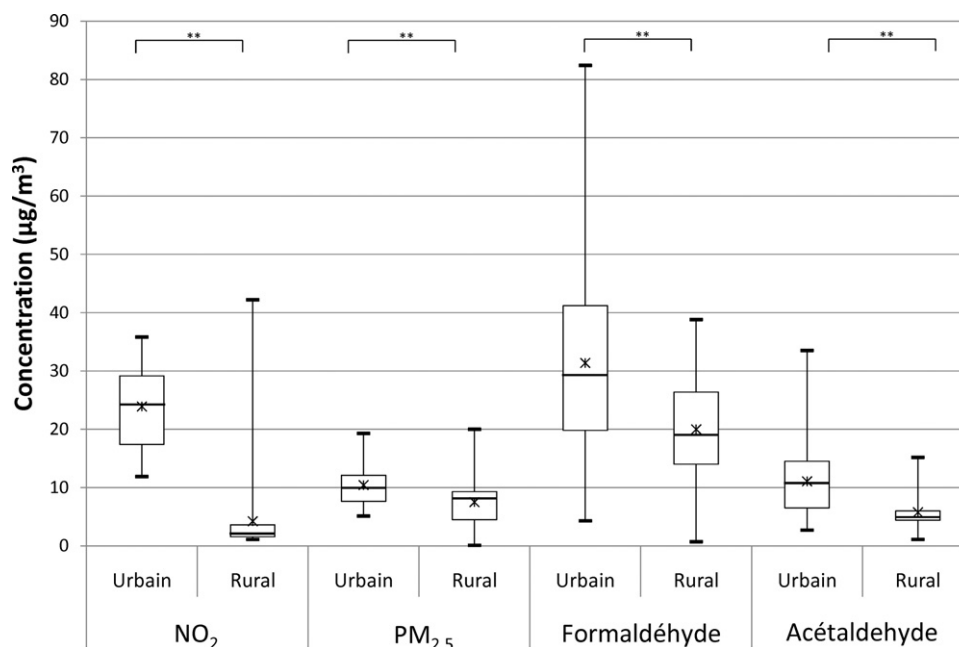


Fig. 2. Comparaison de l'exposition à la pollution dans les classes des écoles du milieu urbain ($n = 63$ classes de 18 écoles de Clermont-Ferrand, étude des Six villes) et rural ($n = 22$ classes de 21 écoles d'Auvergne, étude FERMA).

** $p < 0,05$, différence de concentration entre milieu rural et urbain (test de Wilcoxon-Mann-Whitney).

Tableau 1

Comparaison des rapports entre concentrations intérieures et extérieures ($C_{\text{intérieure}}/C_{\text{extérieure}}$) mesurées dans les classes des écoles du milieu urbain ($n = 63$ classes de 18 écoles de Clermont-Ferrand, étude des Six Villes) et rural ($n = 22$ classes de 21 écoles d'Auvergne, étude FERMA).

	Ratio $C_{\text{intérieure}}/C_{\text{extérieure}}$	
	Urbain	Rural
NO ₂	1,2 ± 0,3	11,1 ± 9,5**
PM _{2,5}	1,6 ± 0,9	6,5 ± 23,6**
Formaldéhyde	8,2 ± 5,1	17,9 ± 24,2**
Acétaldéhyde	4,1 ± 1,9	5,8 ± 3,6**

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, différence de ratio entre milieu rural et urbain (test du χ^2).

Tableau 2

Prévalence (%) des maladies allergiques et respiratoires des enfants inclus dans les études des Six Villes et FERMA.

	Étude des Six Villes		Étude FERMA
	Total	Clermont-Ferrand	
	$n = 6590$	$n = 1156$	$n = 271$
Asthme actuel, %	6,9	6,2	6,3
Non atopique	2,2*	2,5	4,2
Atopique	3,8	3,4	1,9
Rhinoconjonctivite année, %	11,9	12,1	8,7
Sensibilisation allergique, %	28,0*	28,8*	14,8
Allergènes intérieurs	20,9*	18,6*	11,7
Allergènes extérieurs	12,3*	16,2*	5,3
Moisissures	2,8	3,3	1,4

* $p < 0,05$, différence de prévalence entre milieu rural et urbain.

3.1.2. Prévalence des maladies allergiques et respiratoires

Des prévalences plus faibles de sensibilisation allergique ont pu être observées en milieu rural (Tableau 2). Aucune différence n'a été observée pour la prévalence de l'asthme (6,3 vs. 6,2 %). En milieu urbain, 28,8 % des enfants

présentaient au moins un test cutané positif à un allergène intérieur (chat, acarien) contre 14,8 % en milieu rural. Lorsque les prévalences en milieu rural ont été comparées aux prévalences des 6590 enfants de l'étude des Six Villes, des prévalences plus élevées d'asthme non atopique ont pu être mises en évidence en milieu rural (2,2 % vs. 4,2 %, $p = 0,0493$), et dans une moindre mesure, des prévalences plus faibles d'asthme atopique (3,8 % vs. 1,9 %, $p = 0,1045$).

3.1.3. Associations entre santé allergique et respiratoire et pollution dans les classes

Des prévalences légèrement plus élevées d'asthme, de rhinoconjonctivite et de sensibilisation allergique ont pu être observées chez les enfants du milieu urbain fortement exposés à la pollution par rapport à celles des enfants faiblement exposés (Tableau 3). Pour les enfants du milieu rural, des tendances inverses ont été trouvées. Cependant aucune différence statistique n'a été observée.

4. Discussion

Nous avons montré des différences à la fois d'exposition à la pollution atmosphérique à l'intérieur des classes et de santé allergique et respiratoire parmi les enfants auvergnats des milieux urbain et rural. Dans notre étude, des prévalences plus faibles de rhinoconjonctivite et de sensibilisation allergique ont pu être observées dans la population rurale par rapport à la population urbaine. Ces différences étaient significatives pour la sensibilisation aux allergènes intérieurs (acariens, chat et blattes) et extérieurs (graminées et pollens) mais pas pour la sensibilisation aux moisissures.

Ces données sont en cohérence avec les études ayant mis en évidence une protection conférée par le milieu agricole vis-à-vis des allergies [15]. Les conclusions concernant l'asthme sont plus controversées. Dans notre population, les prévalences

Tableau 3

Prévalence (%) des maladies en fonction de la concentration en polluants à l'école chez les enfants du milieu urbain ($n = 1285$, étude des Six Villes) et rural ($n = 145$, étude FERMA).

	Asthme actuel (%)		Rhinoconjonctivite année (%)		Sensibilisation allergique (%)	
	Fortement exposés	Faiblement exposés	Fortement exposés	Faiblement exposés	Fortement exposés	Faiblement exposés
NO ₂						
Total	4,38	2,10	11,24	10,25	18,33	10,04
Urbain	4,99	1,56	8,19	3,51	20,68	9,24
Rural	0,00	6,06	0,00	5,43	0,00	16,28
PM _{2,5}						
Total	3,61	2,68	6,54	4,70	15,26	12,78
Urbain	7,08	5,76	7,34	4,90	16,80	12,62
Rural	0,79	3,94	0,83	3,33	2,48	14,05
Formaldéhyde						
Total	3,60	2,53	7,08	4,17	17,33	11,14
Urbain	3,86	2,30	7,81	4,21	18,76	11,08
Rural	1,47	4,41	1,55	3,88	4,65	11,63
Acétaldéhyde						
Total	3,20	2,96	6,19	5,01	16,37	12,04
Urbain	3,59	2,58	6,99	5,04	18,06	11,78
Rural	0,00	6,11	0,00	4,80	0,80	14,40

Fort/faible exposition définie en fonction de la médiane des concentrations (rural + urbain).

observées de cette pathologie étaient identiques dans les deux populations. Cependant la stratification sur le statut atopique nous a permis d'observer des tendances selon le phénotype d'asthme considéré. Alors que les enfants du milieu rural présentaient une prévalence plus faible d'asthme atopique, la prévalence d'asthme non atopique était plus élevée. Cela concorde avec les données sur l'asthme en milieu rural aux États-Unis [16]. Ces résultats, en lien avec les résultats de différentes études épidémiologiques [15,17], suggèrent que le milieu agricole pourrait protéger de l'asthme atopique mais augmenter le risque d'asthme non atopique.

Dans notre étude, les concentrations extérieures en milieu urbain seraient responsables d'une part importante de la pollution intérieure (ratio proche de 1) alors que les sources intérieures de pollution semblent être plus importantes en milieu rural (ratio > 1). Ces différences peuvent s'expliquer en raison des plus fortes concentrations extérieures observées en milieu urbain [18-21].

Dans cet environnement, des prévalences plus élevées d'asthme, de rhinoconjonctivite et de sensibilisation allergique ont pu être observées chez les enfants les plus exposés. Ces résultats confirment les études précédentes qui ont observé des associations positives entre santé respiratoire et pollution intérieure³ [1,2,22]. De plus, nos résultats renforcent l'idée que la qualité de l'air intérieur dans les écoles est importante pour la santé des enfants. Dans le cadre de l'étude des Six Villes, des associations positives ont été observées entre l'exposition aux particules fines à l'école et le risque d'asthme atopique et de sensibilisation allergique [6]. Récemment, nous avons observé de tels résultats en lien avec la pollution dans les classes⁴ confirmant ainsi les études précédentes [3-5]. Cependant, dans la présente étude aucune différence significative n'a pu être mise en évidence. Le faible nombre d'individus présentant une pathologie respiratoire dans notre échantillon d'enfants du milieu rural ne nous a pas permis de réaliser les analyses ajustées. Ainsi la non-significativité des résultats pourrait être due à un manque de puissance plutôt qu'à l'absence d'effet en milieu rural, milieu dans lequel la pollution est plus faible. L'absence d'association chez les enfants vivant à la campagne, alors que des résultats ont été observés en milieu urbain⁵ [6], pourrait également refléter la différence de représentativité de la pollution à l'école dans ces deux environnements. En ville, les enfants vivent à proximité de leur école, alors qu'à la campagne, de grandes distances peuvent séparer l'école et le domicile. Il est donc possible que les associations observées en milieu urbain ne soient pas uniquement un effet de la pollution à l'école mais aussi de la pollution générale à laquelle est soumise l'enfant, et notamment la pollution à domicile. Ces résultats sont renforcés par l'observation qu'une part importante des concentrations observées à l'intérieur, en milieu urbain, pourrait être due à une contamination par l'air extérieur. Au contraire, à la campagne, les expositions peuvent être totalement différentes dans ces deux

lieux, ce qui pourrait expliquer l'absence d'association dans cet environnement. En fait, il se peut qu'en milieu rural la pollution à l'école ne soit pas représentative de l'exposition des enfants ; l'exposition pouvant être plus importante au domicile. Dans des sous-échantillons de ces populations pour lesquels des mesures objectives de qualité de l'air au domicile sont disponibles, nous avons pu montrer pour le milieu rural un lien significatif entre l'exposition aux composés organiques volatils (COV) et l'asthme même à des concentrations faibles [9]. Il paraît donc nécessaire d'étudier l'environnement majeur dans lequel l'enfant passe la plupart de son temps, à savoir le domicile, et de calculer l'exposition cumulative des enfants.

Au total, cette étude confirme dans une population d'enfants auvergnats les résultats des nombreuses publications qui suggèrent un effet protecteur du milieu agricole sur l'allergie infantile. De plus elle met en évidence des différences importantes dans la qualité de l'air à l'intérieur des écoles dans ces deux environnements. Enfin, elle confirme qu'en milieu urbain, où la pollution dans les classes est plus élevée, l'environnement scolaire pourrait avoir un impact sur la santé respiratoire des écoliers.

Conflit d'intérêt

Aucun.

Remerciements

Nous sommes particulièrement reconnaissants envers les élèves et les parents sans qui cette étude n'aurait pas été possible. Nous souhaitons remercier Yvon Le Moullec et Anne-Marie Laurent du laboratoire d'hygiène de la ville de Paris, qui ont centralisé les mesures de pollution et Paolo Sacco et Vincenzo Cocheo⁺ (Fondation Maugeri, Italie) pour l'analyse des concentrations en NO₂ et COVs. Les extraits allergéniques ont été gracieusement fournis par les laboratoires Stallergènes (France). Un remerciement particulier à l'Éducation Nationale, les médecins scolaires, ainsi que les proviseurs et enseignants. Nous tenons à remercier Prof. Jean Mercier du Comité contre la tuberculose et les maladies respiratoires.

L'étude des Six Villes a été financée par l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm) (programme déterminants de la santé), le ministère de la Santé (DGS), le programme Environnement PRIMEQUAL-PREDIT, l'Agence de la maîtrise de l'énergie (ADEME), la Mutuelle générale de l'Éducation Nationale (MGEN), l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Afsset) ainsi que la fédération Antadir. L'étude FERMA a été financé par l'Agence de la maîtrise de l'énergie (ADEME), l'Assistance publique-Hôpitaux de Paris (AP-HP) et la Société de pneumologie de langue française.

Références

- [1] Mendell MJ. Indoor residential chemical emissions as risk factors for respiratory and allergic effects in children: a review. *Indoor Air* 2007; 17(4):259-77.

³ Idem.

⁴ Idem.

⁵ Idem.

- [2] Viegi G, et al. Indoor air pollution and airway disease. *Int J Tuberc Lung Dis* 2004;8(12):1401–15.
- [3] Mi YH, et al. Current asthma and respiratory symptoms among pupils in Shanghai, China: influence of building ventilation, nitrogen dioxide, ozone, and formaldehyde in classrooms. *Indoor Air* 2006;16(6):454–64.
- [4] Simoni M, et al. School air quality related to dry cough, rhinitis and nasal patency in children. *Eur Respir J* 2010;35(4):742–9.
- [5] Zhao Z, et al. Asthmatic symptoms among pupils in relation to winter indoor and outdoor air pollution in schools in Taiyuan, China. *Environ Health Perspect* 2008;116(1):90–7.
- [6] Annesi-Maesano I, et al. Residential proximity fine particles related to allergic sensitisation and asthma in primary school children. *Respir Med* 2007;101(8):1721–9.
- [7] Kim JL, et al. Indoor molds, bacteria, microbial volatile organic compounds and plasticizers in schools: associations with asthma and respiratory symptoms in pupils. *Indoor Air* 2007;17(2):153–63.
- [8] Braun-Fahrlander C, et al. Prevalence of hay fever and allergic sensitization in farmer's children and their peers living in the same rural community, SCARPOL team. Swiss Study on Childhood Allergy and Respiratory Symptoms with Respect to Air Pollution. *Clin Exp Allergy* 1999;29(1):28–34.
- [9] Downs SH, et al. Having lived on a farm and protection against allergic diseases in Australia. *Clin Exp Allergy* 2001;31(4):570–5.
- [10] Remes ST, et al. Which factors explain the lower prevalence of atopy amongst farmers' children? *Clin Exp Allergy* 2003;33(4):427–34.
- [11] Riedler J, et al. Austrian children living on a farm have less hay fever, asthma and allergic sensitization. *Clin Exp Allergy* 2000;30(2):194–200.
- [12] Flamant-Hulin M, Annesi-Maesano I, Caillaud D. Association entre pollution particulaire et inflammation des bronches : effet modulateur de l'asthme et de l'atopie. *Rev Fr Allergol* 2010.
- [13] Hulin M, Caillaud D, Annesi-Maesano I. Indoor air pollution and childhood asthma: variations between urban and rural area. *Indoor Air* 2010;20(6):502–14.
- [14] Flamant-Hulin M, et al. Air pollution and increased levels of fractional exhaled nitric oxide in children with no history of airway damage. *J Toxicol Environ Health A* 2010;73(4):272–83.
- [15] Hulin M, Annesi-Maesano I. Allergies et asthme chez l'enfant en milieu rural agricole. *Rev Mal Respir* 2010;27:1195–220.
- [16] Ownby DR. Asthma in rural America. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2005;95(5 Suppl. 1):S17–22.
- [17] Dalphin JC. En milieu agricole, il y a asthme et asthme... ou le paradoxe de l'asthme agricole. *Rev Mal Respir* 2007;24(9):1083–6.
- [18] Gallego E, et al. Indoor and outdoor BTX levels in Barcelona City metropolitan area and Catalan rural areas. *J Environ Sci (China)* 2008;20(9):1063–9.
- [19] Jiang R, Bell ML. A comparison of particulate matter from biomass-burning rural and non-biomass-burning urban households in northeastern China. *Environ Health Perspect* 2008;116(7):907–14.
- [20] Lawrence AJ, Masih A, Taneja A. Indoor/outdoor relationships of carbon monoxide and oxides of nitrogen in domestic homes with roadside, urban and rural locations in a central Indian region. *Indoor Air* 2005;15(2):76–82.
- [21] Simoni M, et al. Indoor exposures and acute respiratory effects in two general population samples from a rural and an urban area in Italy. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 2004;14(Suppl. 1):S144–52.
- [22] Matsui EC, et al. Asthma in the inner city and the indoor environment. *Immunol Allergy Clin North Am* 2008;28(3):665–86 [x].