

Asthme de l'enfant et pollution atmosphérique

Étude épidémiologique dans l'agglomération du Havre

P. LE ROUX¹, C. BOILEAU², I. LOISEL³, A.M. ROGER³,
J. BOULLOCHE³, P. CZERNICHOW², B. LE LUYER³

RÉSUMÉ

Les relations asthme et pollution atmosphérique restent largement ouvertes au débat. L'asthme a dans l'agglomération du Havre (250 000 habitants) une prévalence de 7,8 p. cent. Une étude épidémiologique prospective menée d'Octobre 1989 à Septembre 1991 a inclus tous les enfants (âgés de 6 mois à 16 ans) admis pour une crise d'asthme au lieu d'accueil exclusif des urgences pédiatriques de l'agglomération. Les données météorologiques utilisées ont été la pression atmosphérique, l'hygrométrie et la présence de brouillard. Pour les polluants, les données quotidiennes de l'acidité forte - reflet des taux de dioxyde de soufre (SO₂), du dioxyde d'azote (NO₂) et de l'ozone (O₃) ont été recueillies à partir d'un réseau automatisé de surveillance de la qualité de l'air. En 24 mois, 416 enfants ont été admis pour crise d'asthme aux urgences pédiatriques. L'analyse n'a pas montré de liaison significative entre les facteurs météorologiques ou le niveau des polluants, et le nombre de crises aiguës d'asthme admises aux Urgences pédiatriques les jours suivants ; toutefois la liaison entre le niveau de SO₂ et les admissions approchait le seuil de signification, pour un décalage dans le temps de 3 à 5 jours.

SUMMARY

Asthma in children, acute effects of air pollution. An epidemiological study in Le Havre area. – Asthma is a public health problem and the leading chronic illness in pediatrics. The prevalence of asthma in Le Havre area is 7.8 per cent in children. Among the environmental determinants of acute asthma, the role of outdoor pollution has often been suggested. The aim of this epidemiologic contribution was to study the relationship between acute asthma in children, outdoor air pollution and weather parameters. All children with acute asthma admitted to the Pediatric Hospital, from October 1989 to September 1991, were enrolled in the study. The weather parameters selected were: atmospheric pressure, humidity of air and fog. For pollutants, we studied the daily variation of high acidity – reflecting sulfur dioxide (SO₂), nitrogen dioxide (NO₂) and ozone. Over this 24 month period, 416 children were enrolled. The analysis did not show any significant relationship between weather parameters, outdoor air pollution and acute asthma requiring pediatric admission. However, logistic regression showed a trend ($r = 0.08$) between SO₂ level and the number of admissions, with a delay of 3 to 5 days. Pollution and asthma are possibly related, but this study does not provide any conclusive results.

INTRODUCTION

L'asthme revêt chez l'enfant une gravité particulière dans la mesure où la croissance pulmonaire n'est pas achevée. La prévalence de l'asthme chez l'enfant est estimée en France entre 5 et 10 p.

cent [1]. L'augmentation de cette prévalence constatée au cours des dernières années n'a pas reçu d'explication ; la responsabilité des polluants aéroportés a été évoquée en particulier par le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France. Le rôle étiologique des polluants de l'atmosphère sur l'apparition de la maladie asthmatique reste

1. Unité de Pneumologie Allergologie Infantile, Département de Pédiatrie Centre Hospitalier, 76600 LE HAVRE.

2. Département d'Épidémiologie et de Santé Publique, Centre Hospitalier Universitaire, 1, rue de Germont, 76031 ROUEN Cedex.

3. Département de Pédiatrie, Centre Hospitalier, 55 bis, rue Gustave-Flaubert, 76600 LE HAVRE.

Tirés à part : Dr P. Le Roux.

Reçu le 18 septembre 1996.

LE ROUX P., BOILEAU C., LOISEL I., ROGER A.M., BOULLOCHE J., CZERNICHOW P., LE LUYER B. – Asthme de l'enfant et pollution atmosphérique. Étude épidémiologique dans l'agglomération du Havre. *Rev. fr. Allergol.*, 1997, 37 (2), 176-182.

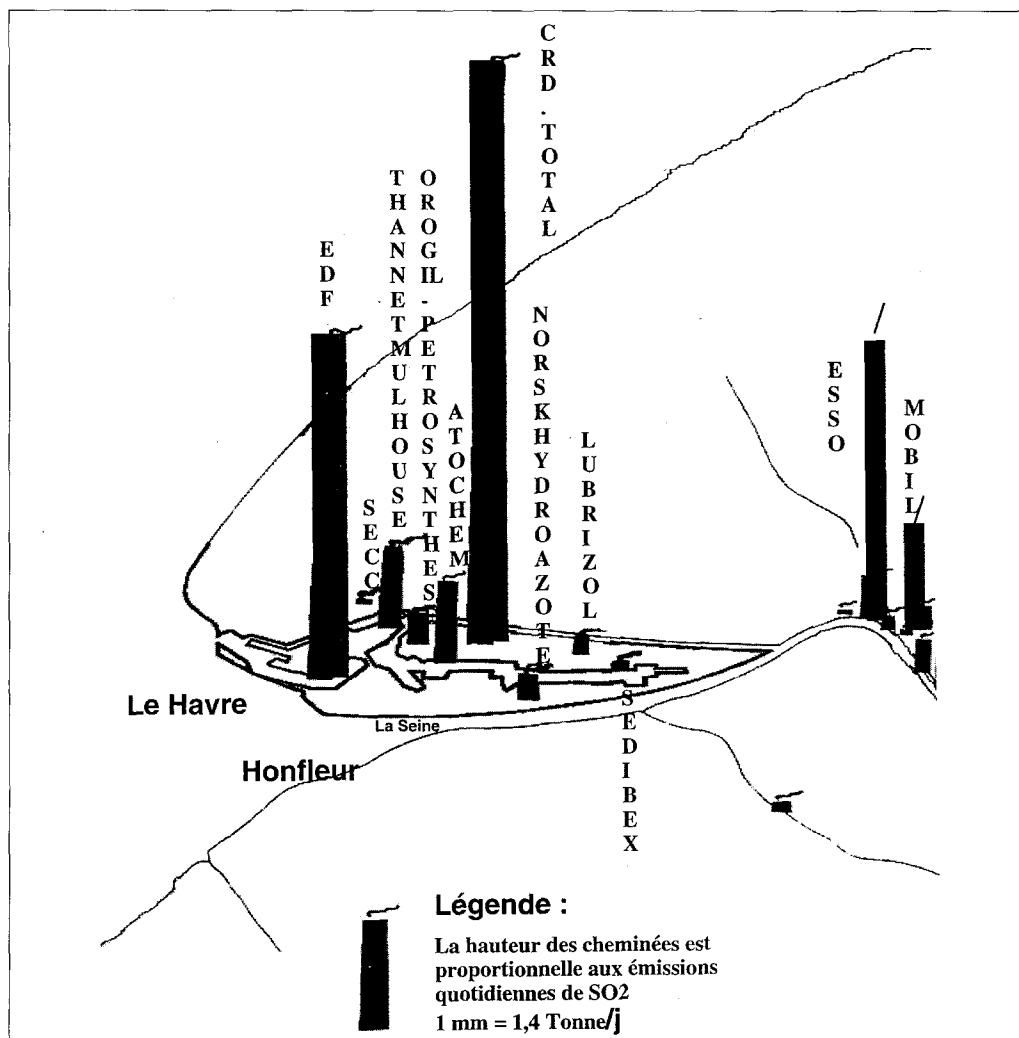


Fig. 1. – Les principaux rejets de dioxyde de soufre en Basse Seine en 1989 (Dire Haute Normandie).

discuté. Quoi qu'il en soit ces polluants peuvent aussi intervenir comme facteurs pronostiques, en favorisant le déclenchement des crises et donc en accroissant la sévérité de la maladie.

Le but de ce travail est de rechercher une liaison éventuelle entre les fluctuations météorologiques et/ou de la pollution atmosphérique et le déclenchement de crises aiguës d'asthme chez les enfants.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Population étudiée

En Haute Normandie, la prévalence de l'asthme chez l'enfant est de 7,8 p. cent [14]. Le Havre est une agglomération de 250 000 habitants, dont

l'activité industrielle est très orientée vers la pétrochimie [4]. Plusieurs industries rejettent plus d'une tonne par jour de dioxyde de soufre (SO₂) (fig. 1). Le climat est de type maritime. L'agglomération est exposée aux nuisances de la zone industrielle essentiellement lors des vents de secteur est-sud est.

Le Centre Hospitalier du Havre accueille de manière quasi exclusive les urgences pédiatriques de l'agglomération. D'octobre 1989 à Septembre 1991, tous les enfants de 6 mois à 16 ans se présentant pour crise d'asthme aux Urgences Pédiatriques du Centre Hospitalier ont été inclus prospectivement dans l'étude.

Un questionnaire médical a permis de recueillir les horaires de l'arrivée de l'enfant ; le degré de sévérité de la crise : modérée (cédant sous 0 ou 1 nébulisation de Salbutamol®) ou forte (nécessi-

tant au moins 2 nébulisations de Salbutamol®, hospitalisation jugée nécessaire, état de mal asthmatique) ; la notion de découverte du diagnostic d'asthme à cette occasion et le devenir à court terme de l'enfant : hospitalisation ou retour à domicile.

Recueil des données météorologiques

La station météorologique du Sémaphore du Havre – Port surveille de façon quotidienne les variations climatiques. La pression atmosphérique, et l'hygrométrie ont été recueillies et exprimées en valeurs moyennes journalières.

Recueil des données de pollution atmosphérique

Depuis 1973, du fait de l'importance de l'activité industrielle en Basse Seine, la qualité de l'air est surveillée dans l'agglomération du Havre par un réseau informatisé géré par l'association « Air Normand ». Les données utilisées pour cette étude ont été enregistrées à partir d'un capteur situé au centre de l'agglomération à proximité du centre hospitalier. Une douzaine de capteurs sont répartis sur la ville. Les polluants retenus pour l'étude étaient le dioxyde de soufre (SO_2) (exprimé en acidité forte – AF), le dioxyde d'azote (NO_2) et l'ozone (O_3) mesurés en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nous n'avons pas pu prendre en compte la pollution particulière. Les données ont été prises en compte pour l'analyse chaque fois que le temps d'enregistrement quotidien était supérieur à 75 p. cent.

Analyse des données

La comparaison entre elles des données qualitatives caractérisant l'échantillon des enfants admis aux Urgences Pédiatriques a été effectuée par le test de Chi-2. Pour rechercher une éventuelle liaison entre chaque paramètre météorologique et de pollution un jour donné d'une part et le nombre des enfants admis aux urgences les jours suivants d'autre part, le calcul des corrélations croisées a été effectué grâce au programme BMDP-2T. Cette méthode consiste à calculer des coefficients de corrélation en tenant compte du phénomène d'auto-corrélation entre des valeurs observées pour des jours proches, en considérant différents décalages dans le temps entre la modification de l'environnement et la réaction de l'organisme (délai de latence) ; les décalages étudiés allaient du jour même (J0) à six jours (J – 6).

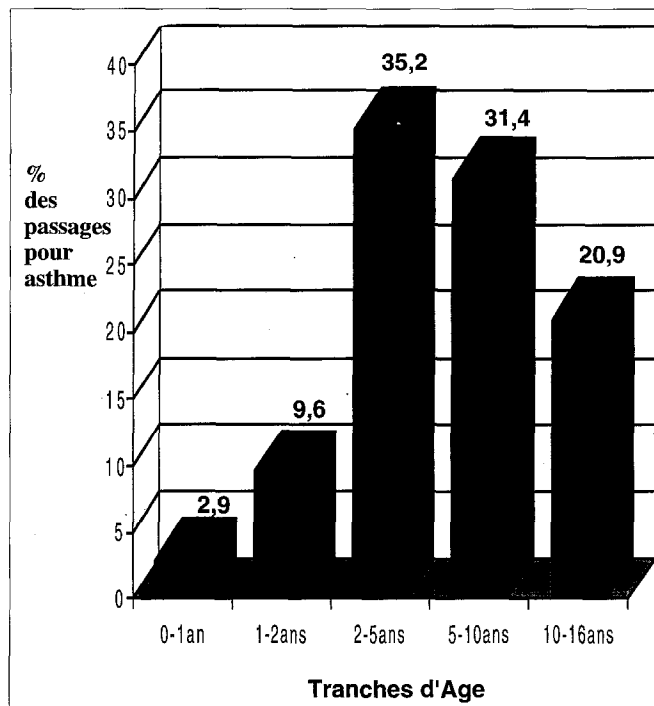


Fig. 2. – Histogramme des âges.

RÉSULTATS

Données cliniques

En 24 mois, 416 enfants ont été admis aux Urgences Pédiatriques pour crise d'asthme sur les 15 950 passages observés dans la même période pour motif médical (soit 2,6 %). Une prédominance des consultations pour asthme était notée de septembre à janvier et en avril, avec un supplément de 52 p. cent du nombre des crises en Janvier et une baisse de 30 p. cent de juin à août par rapport à la répartition mensuelle moyenne.

Il existait une prédominance masculine avec un sex ratio (M/F) de 1,79. La répartition par tranches d'âge montre la place importante des 2 à 10 ans qui représentaient 67 p. cent des enfants (fig. 2). Il n'existait pas d'horaire privilégié des consultations en urgence. La crise était l'occasion du diagnostic de l'asthme dans 5 p. cent des cas, le plus souvent chez des enfants de moins de 5 ans. Les crises sévères ont concerné 37 p. cent des enfants, plus souvent chez les enfants avant 2 ans (53 %) qu'après 2 ans (26 %) ($p < 0,01$). Dans l'ensemble 31 p. cent des enfants ont été hospitalisés, leur crise ayant résisté au traitement de première intention (1 à 2 nébulisations de Salbutamol). Toutefois la proportion d'enfants hospitalisés était significativement plus élevée avant 2 ans (53 %).

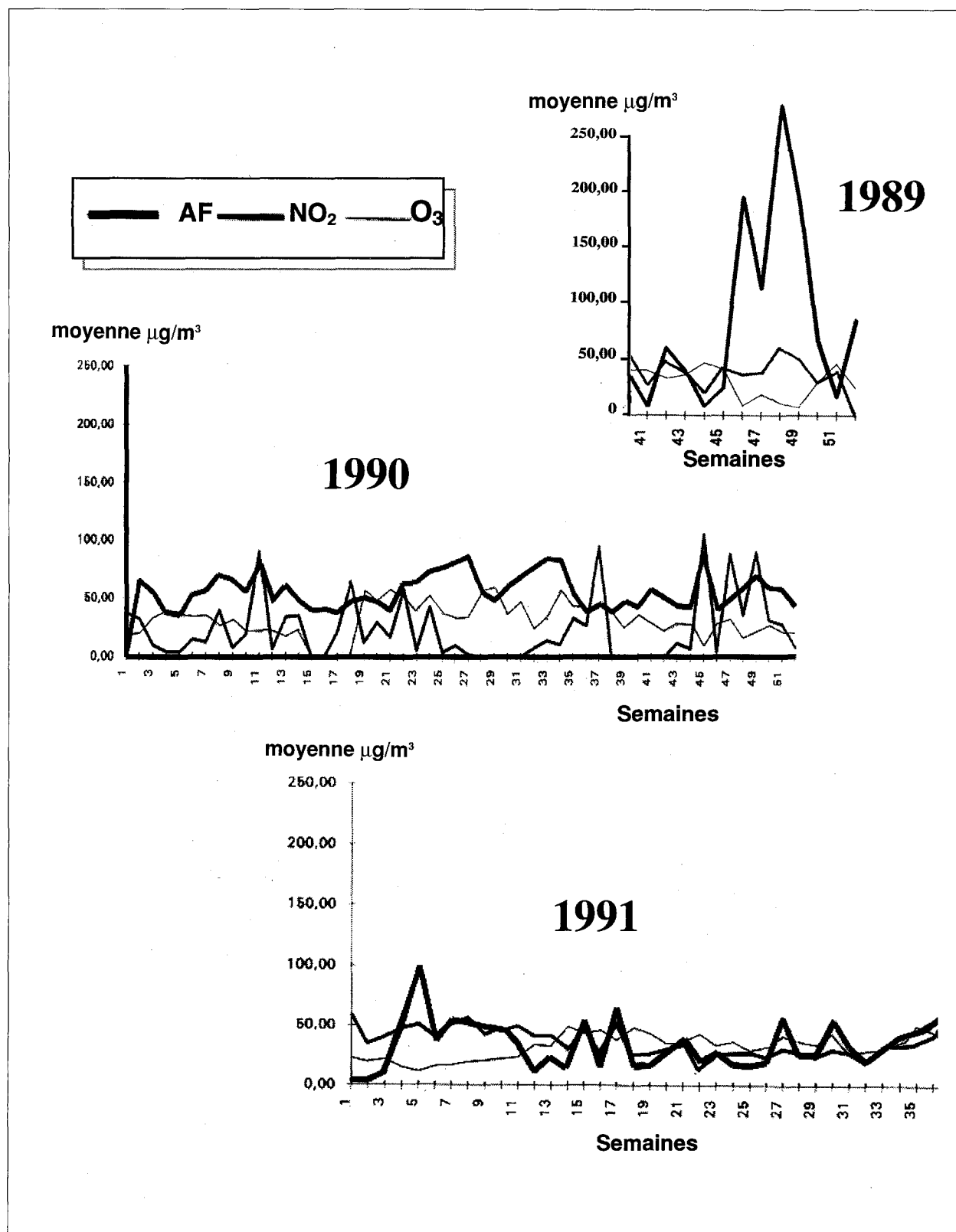


Fig. 3. – Concentrations de SO₂ par acidité forte (AF), NO₂, O₃ au Havre. Moyennes hebdomadaires 1989-90-91 (Capteur Drire).

Tableau I. – Coefficients de corrélation croisée entre les paramètres météorologiques, les polluants et le nombre d'admissions pour crise d'asthme aux Urgences Pédiatriques du Havre

Facteur étudié	Décalage avec le jour de l'admission						
	J0	J - 1	J - 2	J - 3	J - 4	J - 5	J - 6
Météorologie							
Pression atmosphérique	0,09	0,07	0,08	0,08	0,06	0,05	0,04
Hygrométrie relative	- 0,05	- 0,03	- 0,01	- 0,05	- 0,07	- 0,04	0,01
Polluants							
Dioxyde de soufre	0,03	0,04	0,04	0,07	0,08	0,06	- 0,01
Dioxyde d'azote	- 0,03	0	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02
Ozone	- 0,01	- 0,06	- 0,08	- 0,06	- 0,05	- 0,03	- 0,02

Données météorologiques et relations avec les crises d'asthme

Les corrélations croisées entre le nombre de crises journalières d'asthme et les moyennes journalières de la pression atmosphérique (tableau I) n'étaient pas significatives. L'analyse des variations de température n'a pas été possible.

Des taux très élevés d'humidité relative (de 71 à 90 %) étaient observés toute l'année, les moyennes journalières ne prenant pas en compte les variations importantes sur 24 heures (milieu d'après-midi, fin de nuit). Les coefficients de corrélation croisée n'étaient pas significatifs quelque soit le décalage étudié.

Cent cinq jours de brouillard ont été observés sur les 24 mois de l'étude soit 14 p. cent des jours. Il n'y avait pas de corrélation entre le nombre de passages pour crise d'asthme et la présence de brouillard.

Relations entre pollution atmosphérique et crises d'asthme

En novembre et décembre 1989, une forte augmentation des taux d'acidité forte était observée (fig. 3). Les moyennes journalières étaient supérieures à 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ avec un pic à 419 le 2 décembre (valeur guide : 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour l'OMS). Le taux moyen annuel était passé de 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 1989 à 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 1991 [20]. Les coefficients de corrélation croisée entre les passages pour crise d'asthme et les valeurs journalières pour l'acidité forte n'étaient pas significatifs (tableau I) approchant toutefois le seuil de signification pour des décalages allant de J - 3 à J - 5 (fig. 4).

Les valeurs des moyennes journalières de dioxyde d'azote étaient quasiment toutes inférieures à 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les valeurs les plus élevées étaient trouvées durant l'été 1990. Aucune corré-

lation significative n'était mise en évidence entre les crises d'asthme et les niveaux quotidiens de NO_2 (tableau I).

Les valeurs journalières d'ozone étaient très basses, presque toutes inférieures à 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Une élévation modérée était notée durant les mois d'ensoleillement (avril à septembre). La valeur journalière la plus élevée était alors de 72 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les coefficients de corrélation n'étaient pas significatifs (tableau I).

DISCUSSION

Notre étude concerne la population pédiatrique de l'agglomération havraise desservie par une structure exclusive de soins d'urgence. Au cours de la période d'étude, aucune liaison statistiquement significative n'a été trouvée entre les fluctuations quotidiennes des paramètres météorologiques analysés, les taux des polluants mesurés, et les variations journalières des passages pour crise d'asthme chez les enfants.

Plusieurs facteurs peuvent intervenir dans ce résultat négatif; seules les crises de gravité suffisante pour justifier un déplacement à l'hôpital ont été étudiées; il s'agit donc d'un biais de sélection dans le recrutement. Il est possible que la prise en compte des recours au médecin traitant et surtout de l'automédication familiale pour les enfants plus âgés, évidemment plus lourds à recueillir, fournissent des résultats différents.

La mesure retenue pour caractériser la pollution atmosphérique dans l'agglomération provenait d'un capteur localisé au centre ville; il est possible que les données ainsi obtenues ne soient pas représentatives de l'exposition à laquelle les enfants résidant à distance ont été soumis. La modélisation statistique ne permettait de subdi-

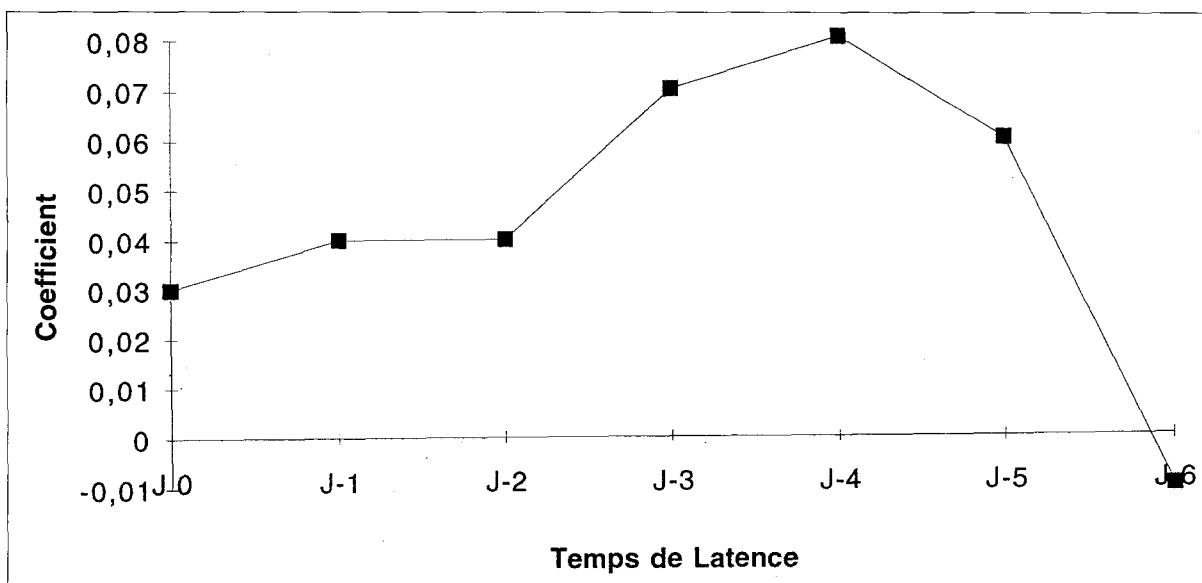


Fig. 4. – Coefficients de corrélation croisée pour différents décalages entre les niveaux de dioxyde de soufre et le nombre quotidien d'admissions pour asthme aux Urgences Pédiatriques du Havre (1989-1991).

viser la population selon son quartier d'origine, les effectifs devenant alors réduits. L'influence des pollens, faute d'un capteur pollinique, et le rôle des viroses – important comme déclencheur des crises d'asthme chez le jeune enfant, notamment l'hiver [7, 15] – n'ont pas été pris en compte dans notre étude. Canny et coll. [6] ont montré aux Urgences pédiatriques de Toronto que 75 p. cent des crises d'asthme pouvaient être déclenchées par une infection respiratoire en période hivernale. Un autre élément est que les variations des principaux polluants observées dans notre étude sur cette période sont restées modestes, à l'exception d'un pic à la fin de l'année 1989 pour l'acidité forte. Dans le même ordre d'idée, l'utilisation de moyennes journalières pour caractériser l'exposition peut masquer les niveaux élevés survenus pendant des temps brefs ; l'utilisation de données plus précises, telles que des moyennes horaires, notamment pour l'ozone et les oxydes d'azote, serait préférable mais la population analysée devient alors très faible.

Enfin, les effectifs des admissions intégrés dans notre étude (moins d'une admission par jour en moyenne) limitent la puissance statistique permettant de rechercher une liaison éventuelle.

La pollution atmosphérique peut intervenir dans la genèse et la pérennisation de l'asthme mais aussi provoquer une poussée de la maladie avec survenue de crise aiguë [1, 18]. Les études pédiatriques montrent les effets délétères de la pollution atmosphérique sur la santé respiratoire des enfants. L'absentéisme scolaire pour cause respiratoire est majoré lors des pics de pollution [2, 23].

Girsh et coll. à Philadelphie dans un suivi sur 2 ans avaient retrouvé une augmentation significative des consultations pédiatrique pour crise d'asthme lors des pics de pollution de l'air essentiellement dus au SO_2 , et lors des jours avec pression atmosphérique supérieure à 1 020 hPa. Leur étude avait inclus 1 346 enfants [12]. Notre étude ne permet pas de cerner de manière significative la responsabilité des variations de la pression atmosphérique.

A Saint-Nazaire, une relation très significative est retrouvée chez les enfants et non chez les adultes, entre admission pour crise d'asthme et taux de fumées noires et pics de SO_2 [9]. A Zurich, la morbidité respiratoire en pédiatrie est très liée aux pics de NO_2 et de particules en suspension mais pas au SO_2 [5].

Marzin et coll. montrent au premier trimestre de 1989 un nombre plus élevé de crises d'asthme lors des fortes teneurs en SO_2 , NO_2 , SO_4 avec des pressions atmosphériques élevées, mais seuls le SO_4 et la pression atmosphérique sont significativement corrélés avec le nombre journalier de crises. Au second trimestre, les teneurs journalières en ozone sont liées au nombre des crises d'asthme avec un décalage d'une journée [16]. Avec des taux moyens annuels de SO_2 proches de ceux observés dans notre agglomération, Soyseth et coll. montrent que l'exposition dès les 3 premières années de vie des enfants au dioxyde de soufre présent dans l'atmosphère majeure significativement le risque d'apparition d'une hyperréactivité bronchique [22]. Cette hyperréactivité bronchique est semble-t-il autant liée à la pollu-

tion photochimique qu'à la pollution acidoparticulaire, selon l'étude comparant deux populations pédiatriques Munich/Leipzig [24].

Le rôle de la pollution atmosphérique dans l'asthme reste donc un sujet de controverse, l'augmentation de prévalence de l'asthme depuis quelques années étant concomitante d'une diminution de concentration de polluants liés à l'industrie (notamment due à la combustion du pétrole) [19]. Ce constat permet malgré tout la détermination de risque relatif sur la mortalité par pathologie respiratoire et sur l'augmentation des hospitalisations à Paris [11].

L'ozone, oxydant photochimique, est reconnu responsable d'une augmentation des consultations pour pathologie respiratoire en pédiatrie l'été à Paris [17]. Hoek et Brunekreff montrent par contre l'absence de relation entre les taux d'exposition élevée en ozone et la morbidité respiratoire (toux, asthme) dans une zone rurale hollandaise

[13]. L'ozone est reconnu responsable de dégradation des fonctions respiratoires en Suisse, Autriche et à Mexico [5, 8, 25]. Une liaison positive entre le niveau de l'ozone et les admissions pour crise d'asthme a été observée dans cette dernière ville [21] après prise en compte des facteurs de confusion. Ce polluant est au Havre à un niveau nettement plus faible.

Notre étude épidémiologique ne montre pas de corrélation significative entre pollution atmosphérique et survenue de crise d'asthme chez l'enfant dans une agglomération très exposée. La pollution atmosphérique « coupable » [18] vis-à-vis de l'asthme reste donc un débat largement ouvert, notamment dans la distinction asthme-atopie-hyperréactivité bronchique [3, 10, 23].

Remerciements à M^{me} Delmas, Air Normand, M. Prigent, Station Météorologique, Sémaphore du Havre et à L. Beaufils pour la présentation.

RÉFÉRENCES

- Annesi I., Oryszcyn M.P. – L'apport de l'épidémiologie dans l'étude de la réponse allergique infantile. *Rev. Mal. Resp.*, 1994, 11, 325-344.
- Aubry C., Teculescu D., Chau N., Viaggi M.N., Pham Q.T., Manciaux M. – Santé respiratoire des enfants et pollution atmosphérique. I. Symptômes respiratoires. *Rev. Mal. Resp.*, 1989, 6, 215-220.
- Barnes P.J. – Air pollution and asthma. *Postgrad. Med. J.*, 1994, 70, 319-325.
- Beaudou P., Berrat B., Vedren J.P. – Risques technologiques majeurs au Havre : de l'étude des perceptions de la population... à la conception d'une stratégie de communication. *Santé Publique*, 1991, 3, 44-53.
- Braun-Fahrlander C., Ackermann-Liebrich U., Schwartz J., Gnehm H.P., Rutishauser M., Wanner H.U. – Air pollution and respiratory symptoms in preschool children. *Am. Rev. Respir. Dis.*, 1992, 145, 42-47.
- Canny G.J., Reisman J.R., Healy R., Schwartz C., Petrou C., Rebuck A.S., Levison H. – Acute asthma: observations regarding the management of a pediatric emergency room. *Pediatrics*, 1989, 83, 507-512.
- Carlsen K.H. – Childhood asthma and the environment. *Pediatr. Allergy Immunol.*, 1994, 5 (S-1), 48-51.
- Castillejos H., Gold D.R., Dockeay D., Tosteson T., Baum T., Sphzer F.E. – Effects of ambient ozone on respiratory function and symptoms in Mexico city school children. *Am. Rev. Respir. Dis.*, 1992, 145, 276-282.
- Chailleux E., Guyon C., Taddei F., Bouillard J., Pioche D. – Asthme et pollution atmosphérique. Une étude des admissions à l'Hôpital de Saint-Nazaire. *Rev. Mal. Resp.*, 1990, 7, 563-568.
- Charpin D., Vervloet D. – Rôle des polluants atmosphériques dans l'asthme. *Rev. Pneumol. Clin.*, 1996, 52, 70-78.
- Dab W., Medina S., Quenel P., Le Moullec Y., Le Tertre A., Thelot B., Monteil C., Lameloise P., Pirard P., Momas I., Ferry R., Festy B. – Short term respiratory health effects of ambient air pollution: results of the APHEA project in Paris. *J. Epidemiol. Comm. Health*, 1996, 50, Suppl. 1, S 42-S 46.
- Girsh L.S., Shubin E., Dick C., Schulaner F.A. – A study on the epidemiology of asthma in children in Philadelphia. *J. Allergy*, 1967, 39, 347-357.
- Hoek G., Brunekreff B. – Effect of photochemical air pollution on acute respiratory symptoms in children. *J. Respir. Crit. Care Med.*, 1995, 151, 27-32.
- Le Roux P., Bourderont D., Loisel I., Collet A., Boulloche J., Briquet M.T., Le Luyer B. – Épidémiologie de l'asthme infantile dans la région du Havre. *Arch. Pédiatr.*, 1995, 2, 643-649.
- Le Roux P., Scheinmann P. – Infections et crises d'asthme. In : Paupe J., Scheinmann P., de Blic J., *Allergologie Pédiatrique*, 2^e éd. Paris, Flammarion, Méd. Sc., 1994, 295-304.
- Marzin C., Lemoullec Y., Ancelle Th., Juhel J., Festy B., Pretet S. – Asthme, pollution atmosphérique urbaine et météorologie. *Rev. Mal. Resp.*, 1993, 10, 229-235.
- Medina S. – Résultats de l'étude ERPURS réalisée en Ile-de-France. Les Entretiens de Ségur, Paris, 26 septembre 1994.
- Michel F.B., Bousquet J., Godard Ph. – Pollution atmosphérique et asthme. *Rev. Mal. Resp.*, 1993, 10, 379-380.
- Newman-Taylor A. – Environmental determinants of asthma. *Lancet*, 1995, 345, 296-299.
- Pollution atmosphérique et qualité de l'air – Air Normand – Le Havre, 1993.
- Romieu I., Meneses F., Sienra-Monge J.J.L., Huerta J., Velasco S.R., White M.C., Etzel R.A., Hernandez-Avila M. – Effects of Urban Air Pollutants on emergency visits for childhood asthma in Mexico City. *Am. J. Epidemiol.*, 1995, 141, 546-553.
- Søyseth V., Kongerud J., Haarr D., Strand O., Bolle R., Boe J. – Relation of exposure to airway irritants in infancy to prevalence of bronchial hyperresponsiveness in schoolchildren. *Lancet*, 1995, 345, 217-220.
- Tessier J.F., Faugere J.G., Coudray P., Bernadou M., Serise M., Gachie J.P., Freour P. – Essai de corrélation entre les données de la pollution atmosphérique à Bordeaux et les absences scolaires des enfants pour cause broncho-respiratoire. *Bronchopneumologie*, 1976, 26, 30-45.
- Von Mutius E., Martinez F.D., Fritzsch C., Nicolai T., Roell G., Thiemann H.H. – Prevalence of asthma and atopy in two areas of West and East Germany. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, 1994, 149, 358-364.
- Zwack H., Wagner C., Reiser K., Schloger J., Bock A., Herkner K., Radunsky K. – Effects of ozone on the respiratory health, allergic sensitization and cellular immune system in children. *Am. Rev. Respir. Dis.*, 1991, 144, 1075-1079.