



Info Santé Environnement Intérieur

N°17
Décembre 2006

Bulletin de veille scientifique conçu et réalisé par le réseau RSEIN, *Recherche Santé Environnement Intérieur*, grâce à des financements du ministère de l'écologie, de la direction générale de la santé et de l'ADEME

EDITO

La protection des non-fumeurs en France

La protection des non-fumeurs est une histoire ancienne car le Comité National Contre le Tabagisme fut créé en 1868 ! Pendant des décennies, la gêne occasionnée aux non-fumeurs était l'argument principal. Tout change quand un auteur japonais démontre en 1981 que, sans qu'elles fument elles-mêmes, les épouses de fumeurs étaient plus souvent atteintes de cancer du poumon que les épouses de non-fumeurs. Depuis, la liste des effets létaux du tabagisme passif s'est allongée : cancer du poumon, infarctus du myocarde, mort subite du nourrisson, cancer du sein pré-ménopausique.

En octobre 2004, un sondage réalisé pour l'Alliance Contre le Tabac montre que 2 Français sur 3 sont pour une interdiction totale de fumer dans les bars et discothèques, 3 sur 4 dans les restaurants et les lieux de travail. C'est un électrochoc suivi d'un rapport de l'Alliance, d'un rapport de l'Inspection générale des affaires sociales (IGAS), d'une communication à l'Académie nationale de médecine qui établissent solidement la pertinence scientifique d'une interdiction générale de fumer dans les lieux publics et les lieux de travail clos et couverts pour assurer une protection totale des non-fumeurs.

La jurisprudence récente accélère le mouvement. La décision du 16 mars 2004 de la Cour d'Appel de Rennes indique qu'exposer un salarié à la fumée de tabac « a porté atteinte à son droit à la santé » et reconnaît son droit au retrait face à un risque immédiat. La Cour de Cassation, dans son arrêt du 29 juin 2005 indique qu'en ce domaine, l'employeur est tenu à une obligation de résultat. Dans le cas contraire, il s'agit d'une rupture de contrat qui a l'effet d'un licenciement sans cause réelle et sérieuse. En mars 2006, 78 % des Français soutiennent le principe d'une protection des non-fumeurs.

Le soutien politique de certains députés, dont Yves Bur est la figure la plus marquante, est contré par les relais parlementaires du lobby du tabac. Malgré la position favorable du ministre de la santé qui considère « que le *statu quo* est impossible », le Premier ministre tente d'évacuer le sujet en avril 2006. Une vive réaction médiatique conduit à la mise en place d'une commission d'information parlementaire en juin et juillet 2006. Après consultation des différentes parties, le décret du 15 novembre 2006 met en place de nouvelles dispositions. Bien qu'elles laissent la possibilité de fumeurs, mais dans des conditions dissuasives, et que l'application se fasse en deux temps, la reportant au 1^{er} janvier 2008 dans les lieux les plus pollués, elles améliorent grandement et sans conteste la protection des non-fumeurs en France.

C'est une grande victoire de santé publique et on peut compter sur les Français eux-mêmes pour en assurer le succès comme dans les cinémas, les trains et les avions.

Pr. Gérard DUBOIS, président de l'Alliance Contre le Tabac

SOMMAIRE

Substances → p3 ; Lieux de vie → p7 ; Effets sanitaires → p8 ; Expologie – Évaluation des risques → p10 ; Informations diverses → p14

Les astérisques renvoient aux termes du glossaire. → p22

Le présent bulletin rassemble les analyses faites par les experts du réseau RSEIN, de travaux scientifiques récents sélectionnés pour leur intérêt scientifique. Le lecteur est invité à se reporter à la liste de tous les articles recueillis pour l'élaboration de ce numéro disponible sur le site Internet du réseau RSEIN : <http://rsein.ineris.fr>. Le lecteur est également invité à consulter le texte intégral de chaque article analysé.

Interdiction du tabagisme dans les lieux publics : l'exemple de l'Italie

The Italian way to a comprehensive smoking ban

The first Italian regulation on tobacco smoking was issued in 1975 when smoking was banned in schools, hospitals, cinemas and buildings of the public administration. However, this law was not adequately enforced, the fines were negligible, and no officer was appointed with the specific role to monitor the observance of the law. The result was that it was not unusual to see doctors smoking in their offices, teachers in school halls and sometimes in the classroom, and policemen in the police stations.

Only in cinemas was the law totally respected, this was probably the case because the managers were held responsible to abide by inflexible firefighter rulings. An additional limit was that the law did not ban smoking in workplaces, hospitality venues and on public transport.

In the following few years the scientific evidence that environmental tobacco smoke (ETS) was responsible for heavy indoor pollution gave rise to an intense debate among scientists that led to acknowledge that indoor air quality is often much worse than outdoors' ⁽¹⁾. Real time measurement of particulate matter allowed to demonstrate that cigarettes pollute much more than new eco-diesel engines ⁽²⁾ and was employed to monitor quickly and inexpensively public places and workplaces ⁽³⁾, showing to the vast public how unhealthy the indoor air quality due to ETS could be (see the "PM10" video produced by the television stars "Le Iene") ⁽⁴⁾. Well designed media campaigns and educational programs were also carried out in primary and secondary schools ^(4,5). Concurrently, a lot of evidence on the consequences of ETS on lung cancer risk and respiratory and cardiovascular health was being published ⁽⁶⁻⁸⁾, drawing the attention of policy makers, while a big lobbying effort for a comprehensive smoking ban was carried out by medical and nurse societies, asthma patient associations, children's parents leagues and Smoke-Free Hospital program ⁽⁹⁾. In the meantime a few surveys showed that a comprehensive smoking ban would be welcome by the majority of Italians, including most of the current smokers ⁽⁵⁾.

In 2000, a first attempt to issue a new law was unsuccessful, but in 2003 the Italian parliament issued the law n° 3/2003 (also called "Sirchia" law, following the name of the health minister whose commitment was crucial) that banned smoking in all public places, workplaces and public transport ⁽¹⁰⁾. Smoking rooms are exempted only if built according to a stringent protocol that requires a negative pressure in the room and a forced ventilation with an elevated air exchange. The law imposes relevant fines for those who smoke in smoke-free places, and mandates that public officers monitor its observance.

The law, enforced in January 10th 2005, obtained a good compliance, rather unexpectedly for a Latin country, as some observer reported. In the recently published "Tobacco Control Scale", Italy ranks a good 8th place out of 30 European countries, thanks to its smoking ban ⁽¹¹⁾.

Here are a few key points from Italy's smoking ban experience:

1. sharing scientific information with the lay people is of paramount importance to pave the road to rules that involve personal habits with deep cultural roots ⁽⁵⁾
2. a coalition among scientists, doctors, press, teachers and pupils, families and policy makers is essential ⁽⁹⁾
3. most people, even most of the smokers, are aware of health risks from ETS and welcome a smoking ban ⁽⁵⁾
4. tobacco sales dropped significantly after the ban ⁽⁵⁾
5. after the ban indoor air quality index improved dramatically in hospitality venues ^(12,13), as found also in Ireland ⁽¹⁴⁾
6. a study from the Turin area showed a short-term decrease in hospital admission for myocardial infarction after the ban ⁽¹⁵⁾, confirming a recent report from Helena, a small US town ⁽¹⁶⁾, and previous long-term data from California ⁽¹⁷⁾
7. a study in Scotland demonstrated a reduction in respiratory symptoms and an improvement of pulmonary function shortly after the enforcement of the smoking ban in bar workers ⁽¹⁸⁾
8. smoking ban encourage smokers to quit or to reduce consumption ⁽⁵⁾
9. no detriment has been observed in Italy for hospitality venues after the ban ⁽⁵⁾.

**Giovanni INVERNIZZI, Ario RUPRECHT, Roberto MAZZA and Roberto BOFFI
Tobacco Control Unit, Istituto Nazionale Tumori and SIMG-Società Italiana di Medicina
Generale, Milan, Italy**

1. Repace JL, Lowrey AH. Indoor air pollution, tobacco smoke, and public health. *Science*, 1980; 208:464-72.
2. Invernizzi G, Ruprecht A, Mazza R, Rossetti E, Sasco A, Nardini S, Boffi R. Particulate matter from tobacco versus diesel car exhaust: an educational perspective. *Tob Control*, 2004; 13:219-21.
3. Invernizzi G, Ruprecht A, Mazza R, Majno E, Rossetti E, Paredi P, Boffi R. Real-time measurement of indoor particulate matter originating from environmental tobacco smoke: a pilot study. *Epidemiol Prev*, 2002; 26:2-6.
4. PM10 video "Le Iene". www.ideeinfumo.it/articoli.html#
5. Ministero della Salute. Tutela della salute dei non fumatori. www.ministerosalute.it/dettaglio/pdPrimoPiano.jsp?id=247&sub=3&lang=it.
6. International Agency for Research on Cancer (IARC). Tobacco Smoke and Involuntary Smoking. vol.83. IARC Monographs, Lyon, 2004.
7. Barnoya J, Glantz SA. Cardiovascular effects of secondhand smoke: nearly as large as smoking. *Circulation*, 2005; 24(111):2684-98.
8. Jayet PY, Schindler C, Schwartz J, Kunzli N, Zellweger JP, Ackermann-Liebrich U, Leuenberger P; SAPALDIA Team. Passive smoking exposure among adults and the dynamics of respiratory symptoms in a prospective multicenter cohort study. *Scand J Work Environ Health*, 2005 Dec; 31(6):465-73.
9. Istituto Nazionale per lo Studio e la Cura dei Tumori, Milano. L'ambulatorio per la prevenzione dei danni da fumo. www.istitutotumori.mi.it/int/Anti_fumo/Default.asp.
10. Parlamento Italiano. Legge 16 gennaio 2003, n°3. Articolo 51 (Tutela della salute dei non fumatori). www.senato.it/parlam/leggi/030031.htm.
11. Joossens L and Raw. The Tobacco Control Scale: a new scale to measure country activity. *Tob. Control*, 2006; 15:247-53.
12. Ruprecht A, Boffi R, Mazza R, Rossetti E, De Marco C, Invernizzi G. A comparison between indoor air quality before and after the implementation of the smoking ban in public places in Italy. *Epidemiol Prev*, 2006; in press.
13. Gorini G, Gasparini A, Fondelli MC, Costantini AS, Centrich F, Lopez MJ, Nebot M, Tamang E. Environmental tobacco smoke (ETS) exposure in Florence hospitality venues before and after the smoking ban in Italy. *J Occup Environ Med*, 2005; 47:1208-10.
14. Fong GT, Hyland A, Borland R, Hammond D, Hastings G, McNeill A, Anderson S, Cummings KM, Allwright S, Mulcahy M, Howell F, Clancy L, Thompson ME, Connolly G, Driezen P. Reductions in tobacco smoke pollution and increases in support for smoke-free public places following the implementation of comprehensive smoke-free workplace legislation in the Republic of Ireland: findings from the ITC Ireland/UK Survey. *Tob Control*, 2006; 15 Suppl 3:iii51-8
15. Barone-Adesi F, Vizzini L, Merletti F, Richiardi L. Short-term effects of Italian smoking regulation on rates of hospital admission for acute myocardial infarction. *Eur Heart J*. 2006 Aug 29; [Epub ahead of print].
16. Sargent RP, Shepard RM, Glantz SA. Reduced incidence of admissions for myocardial infarction associated with public smoking ban: before and after study. *BMJ*, 2004; 328:977-80.
17. Fichtenberg CM, Glantz SA. Association of the California Tobacco Control Program with declines in cigarette consumption and mortality from heart disease. *N Engl J Med*. 2000; 343:1772-7.
18. Menzies D, Nair A, Williamson PA, Schembri S, Al-Khairalla MZ, Barnes M, Fardon TC, McFarlane L, Megee GJ, Lipworth B. Respiratory symptoms, pulmonary function, and markers of inflammation among bar workers before and after a legislative ban on smoking places. *JAMA*, 2006; 296:1742-8.

Agenda

Le prochain colloque RSEIN / OQAI aura lieu les 7 et 8 juin 2007, à La Rochelle, sur le thème « Qualité de l'air intérieur dans les logements, état des lieux et perspectives ». Il est co-organisé par l'Université de La Rochelle et ATMO Poitou-Charentes.



SUBSTANCES

Contamination fongique d'immeubles de bureaux américains

De 1994 à 1998, une étude de la QAI* dans des immeubles de bureaux (IB) a été menée aux États-Unis dans le cadre du programme BASE (*Building Assessment, Survey and Evaluation*) de l'US-EPA*. La population visée est formée des employés d'IB situés dans des villes de plus de 100 000 habitants. Les IB sont choisis par tirage au sort dans 8 zones climatiques délimitées par l'US-EPA*. Un IB est éligible s'il compte au moins 50 occupants répartis sur au plus 3 étages et ventilé par au plus 2 systèmes. Signalons que ce n'est qu'en juin 1997 que l'US-EPA* a décidé d'orienter les recherches

mycologiques non plus vers la culture, mais vers le comptage au microscope de spores aéroportées. L'étude est intéressante car il y a une volonté de maîtrise de nombreux facteurs potentiels d'influence : saison, période de la journée... Un ensemble de renseignements sur chaque IB étudié est également recueilli pour les interprétations futures. Au total, 346 échantillons ont été prélevés dans 44 IB, dont 41 pour lesquels 6 échantillons à l'intérieur (3 en matinée et 3 l'après-midi) et 2 échantillons de référence extérieure ont été recueillis. Un seul IB a une ventilation naturelle.

De cette enquête, il ressort que le nombre de spores varie de 24 à 1 000 spores.m⁻³, sauf pour l'IB avec une ventilation naturelle où les comptes sont beaucoup plus élevés (de 5 490 à un peu plus de 10 000 spores.m⁻³). L'étude statistique ne montre aucune influence significative de la saison, de la période de la journée, de la zone climatique ou de la localisation de l'IB.

Pour l'air extérieur de référence, les comptes sont plus importants (de 36 à 33 200 spores.m⁻³). L'étude statistique indique une différence significative, selon la zone climatique, en fonction de la saison et de la période de la journée. Le rapport intérieur/extérieur est en moyenne de $0,02 \pm 6,4$; il est le plus élevé pour l'IB avec une ventilation naturelle. La différence est peu significative selon la période de la journée ($p = 0,06$), et pas selon la localisation de l'IB ($p = 0,48$); elle est très significative selon la saison ($p < 0,01$), mais pas selon la zone climatique ($p = 0,20$).

Vingt et un types de spores sont identifiés. Les spores de *Cladosporium* sont retrouvées dans 57 % des échantillons prélevés à l'intérieur et dans 93 % de ceux prélevés à l'extérieur. Typiquement, un échantillon extérieur contient 7 types de spores contre 2 pour l'intérieur.

Il est intéressant de noter qu'un ancien dégât des eaux subi dans l'espace testé est associé significativement avec les IB où un type de spore est présent à l'intérieur et non dans l'échantillon d'air extérieur correspondant ($p = 0,03$). Il en est de même lorsque la concentration d'un type particulier de spore est plus élevée à l'intérieur qu'à l'extérieur ($p = 0,01$).

Les auteurs font un certain nombre de remarques qu'il est en effet bon de rappeler : 1) Ce type d'étude à grande échelle peut donner des références pour les chercheurs qui considèrent les dénombrements de spores fongiques comme des mesures de QAI*.

Parce que les temps d'échantillonnage sont courts (4 minutes à 10 L.min⁻¹), cette mesure est néanmoins peu informative sur la variabilité temporelle pour un immeuble ou un ensemble d'immeubles de bureaux dans une zone climatique donnée. Il est essentiel d'obtenir des résultats au long de la journée, ce qui nécessite de faire 7 prélèvements en accord avec les données statistiques obtenues par Fleiss (1). 2) La méthode choisie pour la sélection des immeubles initialement par tirage au sort, peut avoir introduit un biais car l'étude d'un bâtiment donné est assujettie à l'accord de son gestionnaire. 3) Les rapports intérieur/extérieur varient entre 0,01 et 0,1 (le rapport est supérieur à 1 pour un seul immeuble lorsque le sol était enneigé, ainsi que pour l'immeuble avec ventilation naturelle). Ce rapport dépend fortement de la saison, résultat d'une plus faible richesse de l'air extérieur en période hivernale. Cela reste à vérifier sur de plus longues périodes. 4) La probabilité pour qu'un analyste puisse conclure à tort que des conditions sont problématiques dans un immeuble, peut être réduite en considérant les teneurs en spores dans l'air intérieur, le rapport intérieur/extérieur, ainsi que la corrélation entre les types de spores recueillis dans les échantillons d'air intérieur et extérieur.

(1) Fleiss J.L., Reliability of measurement. In: The Design and Analysis of Clinical Experiments. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1986. pp. 1-32

Source : MacIntosh D.L., Brightman H.S., Baker B.J. *et al.* ; Airborne Fungal Spores in a Cross-Sectional Study of Office Buildings ; Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 3(7) [2006]: 379-389

Article analysé par : Annie MOUILLESEAUX ; annie.monilleseaux@noos.fr



SUBSTANCES

Contribution des sources intérieures et extérieures à l'exposition aux particules fines

Les particules en suspension dans l'air ont des effets sur la santé observés dans des études épidémiologiques utilisant les données de qualité de l'air ambiant extérieur. Pourtant, les habitants des villes passent la plus grande partie de leur temps à l'intérieur. Les concentrations en particules dans l'air intérieur sont influencées par les sources d'émission intérieures, mais également par l'entrée d'air extérieur. L'objectif de l'étude est de mieux comprendre la contribution des différentes sources intérieures et extérieures dans l'exposition aux particules, et ce dans quatre environnements :

personnel, résidentiel intérieur, résidentiel extérieur et ambiant.

Les données de mesure sont issues d'une étude de panel réalisée par le *Research Triangle Park* pour l'US-EPA*, entre 2000 et 2001 à Raleigh et Chapel Hill. Tous les participants sont non-fumeurs et souffrent d'hypertension. Trente habitent le sud-est de Raleigh et ont un niveau de revenus faible à modéré. Les huit autres personnes résident à Chapel Hill et sont porteuses d'un défibrillateur cardiaque.

Des prélèvements d'air sur 24 heures sont réalisés pendant 7 jours à chacune des quatre saisons chez les 38 volontaires et dans les quatre environnements cibles. Des appareils de mesure personnelle et d'ambiance (*Harvard Impactor monitors*) sont utilisés pour la mesure en masse des particules fines ($PM_{2,5}^*$), puis l'analyse des différentes espèces chimiques présentes (carbone organique « OC », carbone élémentaire « EC », éléments métalliques ou gazeux). Chaque espèce est caractérisée par un ratio signal/bruit de fond. Celles dont le ratio est inférieur à 0,2 sont exclues de l'étude ($n = 31$). Au total, 19 espèces chimiques sont retenues : Si, S, Cl, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Se, Br, Pb, EC, OC et OC1 ⁽¹⁾. Des blancs de mesure permettent de corriger les résultats, mais ils n'ont pas été réalisés pour OC et EC ⁽²⁾. Les sources d'émission sont identifiées par un profil particulier de proportion entre les différents éléments mesurés (méthode non décrite dans l'article). Les taux de renouvellement d'air dans l'habitation sont mesurés par l'utilisation d'un gaz traceur (perfluorocarbène).

Les résultats indiquent que les sources extérieures sont :

1. les sulfates secondaires, subissant des fluctuations saisonnières marquées (contribution aux $PM_{2,5}^*$ deux fois plus forte en été qu'en hiver due à la photo-oxydation importante pendant l'été) ;
2. les émissions des véhicules à moteur caractérisées par une forte proportion de OC et de EC, puis de fer (frottements mécaniques et pots catalytiques) et de zinc (huile moteur) ;
3. le sol, caractérisé par des fortes concentrations de Si, Ca, Fe et Ti ;
4. les nitrates secondaires (non mesurés mais estimés comme représentant la part des $PM_{2,5}^*$ non retrouvée par la mesure des autres composants), dont la contribution aux $PM_{2,5}^*$ est plus importante en hiver qu'en été.

Dans l'air extérieur, les sulfates secondaires représentent plus de 50 % des $PM_{2,5}^*$, puis les émissions des véhicules à moteur environ 20 %. Les contributions des sols et des nitrates secondaires sont minoritaires avec respectivement environ 9 % et 7 % des $PM_{2,5}^*$.

Pour les sources intérieures, les auteurs constatent que :

1. la première des sources intérieures est caractérisée par la présence importante de K, Si, OC et EC. Elle a des origines multiples comme la fumée de tabac environnementale (exposition passive) ou la combustion de biomasse. Seuls 10 % des participants subissaient le tabagisme passif ; ce n'est donc pas la principale composante de cette source multiple ;

2. la seconde est attribuée aux produits de soins personnels : présence de zinc, de chlore (produits de nettoyage, de blanchiment...), de calcium (produits détergents et humidificateurs). Le niveau de chlore est différent selon la taille de l'habitation et l'origine de l'eau (puits personnel ou adduction d'eau publique) ;
3. la troisième source, dominée par la présence de cuivre et dans une moindre mesure de silicium, de calcium et de fer, est attribuée aux appareils à moteur électrique avec des contacts en cuivre (aspirateur, ventilateur...) ;
4. la quatrième source est attribuée aux émissions de la cuisine (préparation des repas) et caractérisée par une forte proportion de OC et de OC1.

Dans l'air ambiant intérieur, la préparation des repas est la source majoritaire de $PM_{2,5}^*$ (plus de 50 %), suivie par les sulfates secondaires (15 à 20 %), puis par les émissions des véhicules à moteur (environ 10 %). Viennent ensuite les soins personnels et la fumée de tabac ou assimilés (8 à 10 %). Les sols, les nitrates secondaires et les appareils électroménagers sont des sources minoritaires dans l'exposition personnelle et résidentielle intérieure.

La contribution des sources extérieures aux concentrations intérieures de $PM_{2,5}^*$ s'accroît avec l'augmentation du taux de renouvellement d'air. Pour les taux de renouvellement inférieurs à $0,3 \text{ h}^{-1}$, cette contribution est en moyenne d'environ 20 % ; elle est respectivement d'environ 30 %, 40 % et 50 % pour des taux de renouvellement d'air allant de $0,3$ à $0,6 \text{ h}^{-1}$, de $0,7$ à $1,1 \text{ h}^{-1}$ et de $1,1$ à $6,0 \text{ h}^{-1}$.

Les ratios des concentrations intérieures et extérieures (I/E) ne montrent pas de variations saisonnières marquées, probablement en raison de faibles amplitudes thermiques entre l'hiver et l'été dans cette région. Ils sont en revanche influencés par les taux de renouvellement d'air. Excepté pour les sulfates secondaires, les ratios I/E sont supérieurs à 1, ce qui signifie que des sources intérieures contribuent aux teneurs en $PM_{2,5}^*$ intérieures. Cela peut être dû à la remise en suspension de particules déposées au sol ou à des sources de combustion intérieures (cuisine, fumée de tabac et combustion de biomasse) pouvant être confondues avec les émissions des véhicules à moteur. Un ratio I/E élevé a été trouvé pour les nitrates secondaires alors qu'habituellement dans les habitations inoccupées ce ratio est généralement inférieur à 1. Plusieurs phénomènes peuvent expliquer cette différence : 1) les NO_3 ne sont pas mesurés, mais estimés comme étant la part non mesurée des $PM_{2,5}^*$, 2) la présence d'ammoniac ou d'autres oxydants dans l'air intérieur due à la présence des occupants peut accroître la conversion du NO_2 en nitrate (NO_3).

Contribution relative de chaque source de PM_{2,5}* dans 4 milieux d'exposition

Source	Personnel (%)	Résidentiel intérieur (%)	Résidentiel extérieur (%)	Ambiant (%)
Véhicules à moteur	10,0	9,4	17,2	19,4
Sol	3,5	3,7	9,3	8,5
Sulfates secondaires	15,9	22,5	59,3	61,9
Nitrates secondaires	4,4	4,7	7,6	7,8
FTE* et mélanges assimilés	7,0	10		
Soins personnels et activités assimilées	8,0	19,1		
Appareils électroménagers	0,4	1,2		
Préparation des repas	52,5	53,6		
Total	101,7	124,2	93,4	97,6

Les résultats démontrent l'utilité du « modèle récepteur étendu » développé pour cette étude. Il permet, en plus de l'analyse des données par type d'environnement échantillonné (comme avec l'analyse par matrice de factorisation positive), la prise en compte de variables quantitatives décrivant le milieu échantillonné (vitesse de l'air, température...), une alternative pour estimer les blancs de mesure, ainsi que la définition et la prise en compte des facteurs d'infiltration. Les expositions résidentielles au soufre, au fer, au plomb et au carbone élémentaire sont majoritairement dues aux sources extérieures (sulfates secondaires et véhicules à moteur). Les sulfates secondaires sont la source principale de PM_{2,5}* à l'extérieur. La préparation des repas et les soins personnels sont les sources majoritaires de PM_{2,5}* à l'intérieur.

Cet article très intéressant comporte néanmoins quelques faiblesses. Les concentrations moyennes en PM_{2,5}* ne sont pas fournies ; seules figurent les teneurs en OC, OC1, SO₄ et NO₃. Certains éléments de méthode apparaissent dans la description des résultats (par exemple, la méthode pour estimer les concentrations en NO₃), ce qui ne facilite pas la compréhension de l'étude.

S'il est difficile d'apprécier la robustesse des résultats, les observations (prépondérance des sulfates dans les PM_{2,5}* extérieures, facilité de transfert des sulfates dans l'air intérieur, importance de la cuisine et de la fumée de tabac...) restent cohérentes avec les résultats d'études européennes similaires.

(1) « composé principal du carbone organique » sans autre précision

(2) La méthode ayant permis de résoudre ce problème étant jugé d'intérêt secondaire n'est pas décrite ici.

Source : Zhao W., Hopke P.K., Norris G. *et al.* ; Source apportionment and analysis on ambient and personal exposure samples with a combined receptor model and an adaptive blank estimation strategy ; Atmospheric Environment, 40(20) [2006]: 3788-3801

Article analysé par : Vincent NEDELLEC, Vincent Nedellec Consultants ; vincent.nedellec@vnc-sante.fr

À lire également :

Destailats H., Lunden M.M., Singer B.C. *et al.* ; Indoor secondary pollutants from household product emissions in the presence of ozone: A bench-scale chamber study ; Environmental Science & Technology, 40(14) [2006]: 4421-4428

Wallace L. ; Indoor sources of ultrafine and accumulation mode particles: Size distributions, size-resolved concentrations, and source strengths ; Aerosol Science and Technology, 40(5) [2006]: 348-360

Bouvier G., Blanchard O., Momas I. and Seta N. ; Pesticide exposure of non-occupationally exposed subjects compare to some occupational exposure: A French pilot study ; Science of the Total Environment, 366(1) [2006]: 74-91



Comprendre le transport et la dispersion des polluants gazeux et particulaires au sein des espaces intérieurs est d'une importance capitale dans l'évaluation de l'exposition des usagers aux émissions des sources intérieures et extérieures. Si la simulation numérique des fluides (*Computational Fluid Dynamics* ou CFD) a déjà été validée lors de nombreuses études pour les salles de petites et moyennes tailles, la prédiction de l'aérodynamique et de la dispersion de polluants gazeux au sein de grands volumes reste un domaine encore peu exploré. La présente étude vise à déterminer le degré de précision et donc de complexité demandé à la simulation CFD* afin de représenter correctement la dispersion de gaz traceur au sein d'un atrium. Le cas d'étude, pouvant être considéré comme représentatif des atriums rencontrés couramment dans le bâtiment, consiste en un grand volume ($7 \times 9 \times 11$ m), équipé d'une ventilation forcée avec injection d'air neuf en partie supérieure et reprise en partie inférieure de la même paroi. L'injection du polluant gazeux est effectuée à faible vitesse au niveau du sol. L'étude numérique vise à la comparaison des résultats obtenus par deux modèles de turbulence (modèle à deux équations k-eps à haut et à bas Reynolds), résolus par deux schémas numériques (Upwind et Mars), associés à différentes conditions limites (températures des parois uniformes ou variant selon la localisation) et considérant l'air comme isotherme ou anisotherme, ainsi qu'éventuellement les effets du polluant gazeux sur l'air (scalaire passif ou actif). Les mesures de gaz traceur ont été effectuées par une méthode non intrusive, basée sur l'absorption dans l'infra-rouge du méthane, permettant l'obtention des champs de concentration en polluant selon trois plans horizontaux.

Les meilleurs résultats sont obtenus avec le modèle k-eps à bas Reynolds, associé au schéma de résolution numérique Mars, considérant l'anisothermie de l'air et l'hétérogénéité des températures des parois, ainsi que les effets du polluant sur l'air. Cependant, le choix du schéma de résolution numérique semble moins important que

la prise en compte détaillée des conditions limites en température, ainsi que du caractère actif du polluant sur l'air. Ces résultats montrent l'importance du choix du modèle de turbulence pour prédire correctement les caractéristiques de l'écoulement d'air, à la fois dans les zones à forte et à faible turbulence. L'hétérogénéité de l'intensité de la turbulence est inhérente aux espaces intérieurs, et plus particulièrement aux grands volumes. Ainsi, le modèle k-eps à haut Reynolds se révèle totalement inefficace à reproduire correctement la dispersion du polluant et doit être exclu de ce type de simulation.

L'unique point faible de cette étude réside dans le manque de données expérimentales concernant les champs de vitesse d'écoulement d'air et de température au sein de l'atrium. En effet, si la comparaison entre mesures et prédictions est correctement effectuée pour le champ de concentration du gaz marqueur avec la prise en compte de l'hétérogénéité des températures des surfaces internes des parois, aucune confrontation n'est effectuée pour le champ aérodynamique, afin de montrer le degré de précision des simulations concernant la prédiction des vitesses et de l'intensité turbulente de l'air, responsables de la dispersion du gaz traceur. Si les champs de vitesse d'air et de température obtenus par la simulation semblent cohérents, aucune mesure qui permettrait de valider ces résultats numériques n'est rapportée dans cet article.

Source : Jayaraman B., Finlayson E.U., Sohn M.D. *et al.* ; Tracer gas transport under mixed convection conditions in an experimental atrium: Comparison between experiments and CFD predictions ; *Atmospheric Environment*, 40(27) [2006]: 5236-5250

Article analysé par : Marc ABADIE, Laboratoire d'Étude des Phénomènes de Transfert Appliqués au Bâtiment – LEPTAB, Université de La Rochelle ; marc.abadie@univ-lr.fr

À lire également :

Wong L.T., Mui K.W. and Hui P.S. ; A statistical model for characterizing common air pollutants in air-conditioned offices ; *Atmospheric Environment*, 40(23) [2006]: 4246-4257

Toussaint M., Steens M., Van Zeebroeck A. *et al.* ; Is disinfection of mechanical ventilation tubing needed at home? ; *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 209(2) [2006]: 183-190

Bennett D.H. and Koutrakis P. ; Determining the infiltration of outdoor particles in the indoor environment using a dynamic model ; *Journal of Aerosol Science*, 37(6) [2006]: 766-785



EFFETS SANITAIRES

Exposition à la fumée de bois et risque de maladie pulmonaire chronique obstructive

L'association entre des effets délétères sur la santé respiratoire de l'utilisation du bois comme combustible dans les logements a été mise en évidence dans plusieurs pays en voie de développement avec, en particulier chez des femmes de bas niveau socio-économique, un risque augmenté de Broncho-Pneumopathie Chronique Obstructive (BPCO). Dès le début des années 80, il a été suggéré que l'exposition à la fumée de bois équivalait à un tabagisme actif de 20 paquets-années de cigarettes et des similitudes ont été retrouvées au niveau des lésions pulmonaires induites par la fumée de bois et de tabac sur des modèles expérimentaux.

Une étude cas-témoins rapporte pour la première fois que l'exposition à la fumée de bois pourrait être un facteur de risque sous-estimé de BPCO* en Espagne. L'étude a été conduite chez 120 femmes de plus de 50 ans hospitalisées entre 2001 et 2003 à l'Hôpital del Mar de Barcelone. Les cas étaient des Catalanes hospitalisées pour une exacerbation de leur BPCO*. Les témoins étaient des patientes exemptes de BPCO* ayant subi des tests évaluant leur fonction pulmonaire dans le cadre d'un bilan préopératoire. Dans la population étudiée, l'âge moyen était de 71 +/- 9 ans et 22 % étaient des fumeuses ou des ex-fumeuses. Toutes les patientes ont répondu à un questionnaire standardisé incluant des questions sur l'exposition à la fumée de bois et de charbon de bois (durée, intensité, différence été/hiver, mode de cuisson et type de combustible).

Une exposition à la fumée de bois et de charbon de bois a été retrouvée pour la majorité des cas et des témoins (82 %) avec une durée moyenne d'exposition de 16 ans. L'exposition à la fumée de bois ou de charbon de bois augmentait le risque de BPCO* (OR* respectivement de 1,8 [IC_{95%*}: 0,6 – 6,0] et 1,5 [IC_{95%*}: 0,5 – 4,6], mais seule l'exposition à une combinaison des deux était statistiquement significative (OR* = 4,5 [IC_{95%*}: 1,4 – 14,2]). L'exposition à la fumée de bois expliquerait 50 % des cas de BPCO*. L'association avec la BPCO* était retrouvée après ajustement sur l'âge et le tabagisme, principaux facteurs de risque de BPCO*. L'association entre la durée d'exposition et la BPCO* suggère une relation dose-réponse, comme le fait que l'intensité de l'exposition en été et en hiver soit liée à la BPCO*. Le risque de développement d'une BPCO* était inchangé que les sujets aient été exposés dans un passé lointain ou plus récemment. Le fait de faire la cuisine soi-même (20 % des sujets) n'était pas associé à une BPCO*, mais avoir une cuisine à l'intérieur du logement augmentait le risque. Une interaction significative entre le tabagisme et l'exposition à la fumée de bois ou de charbon de bois n'a pas été retrouvée pour la BPCO*.

La portée de cette étude n'est pas négligeable. Elle montre bien que le risque pour la santé lié à l'utilisation de combustibles solides pose un problème de santé publique, non seulement dans les pays en voie de développement, mais également dans les pays développés où l'utilisation du bois et du charbon de bois pour se chauffer et/ou cuisiner était une pratique répandue, en particulier en milieu rural et en période de crise. La majorité de la population étudiée a été exposée pendant l'enfance ou la jeunesse et la plupart des sujets n'étaient plus exposés depuis au moins 25 ans avant l'apparition des symptômes supportant l'hypothèse qu'une exposition à la fumée de bois et de charbon de bois tôt dans la vie pouvait être responsable d'effets sur la santé plusieurs décennies plus tard.

Les implications sont de plusieurs ordres. Pour les cliniciens, ces résultats suggèrent qu'il faudrait rechercher systématiquement une exposition, même lointaine dans le passé, à la fumée de bois ou de charbon de bois dans l'interrogatoire de tout patient souffrant de BPCO*, en particulier chez des femmes non fumeuses. S'il est confirmé que l'exposition prolongée à la fumée de bois est un facteur de risque important de BPCO* en Espagne et dans d'autres pays européens, des mesures devraient être prises pour diminuer le niveau de pollution intérieure, notamment, en améliorant la ventilation des logements, en utilisant des cuisinières et/ou des cheminées qui produisent peu de fumée et en changeant le type d'énergie utilisé. Des études complémentaires sont nécessaires pour confirmer ces résultats et mieux comprendre les mécanismes en jeu. L'exposition présente ou passée à de la fumée de bois ou de charbon de bois devrait également être prise en compte dans les questionnaires des études de cohorte en cours sur la santé respiratoire en Europe.

(1) Le terme de Broncho-Pneumopathie Chronique Obstructive (BPCO) regroupe un ensemble de pathologies respiratoires chroniques : bronchite chronique et/ou emphysème, d'installation progressive, à l'origine d'une toux chronique et d'une gêne respiratoire à type d'essoufflement dès que l'obstruction des voies aériennes s'aggrave.

Source : Orozco-Levi M., Garcia-Aymerich J., Villar J. *et al.* ; Wood smoke exposure and risk of chronic obstructive pulmonary disease ; *European Respiratory Journal*, 27(3) [2006]: 542-546

Article analysé par : Véronique EZRATTY, Service des Études Médicales d'EDF et de Gaz de France ; veronique.ezratty@edf.gdf.fr



Les environnements intérieurs ont été depuis des années associés à l'apparition de troubles sanitaires. Dans ce contexte, le syndrome des bâtiments malsains et l'hypersensibilité aux champs électriques et magnétiques ont été identifiés. Les corrélations entre ces environnements et les syndromes rapportés sont cependant mal établies, car les effets sanitaires mesurés ne sont pas spécifiques ; il s'agit de symptômes généraux (fatigue, mal de tête, difficulté à se concentrer...), de symptômes d'irritation ou d'inflammation touchant les muqueuses (nez, yeux...) et la peau. Ces symptômes ont par ailleurs des causes multiples et sont présents en population générale. À ce jour, seules des études sur des populations spécifiques de travailleurs ont étudié leur prévalence. Eriksson et Stenberg ont mesuré la prévalence de 25 symptômes en population générale en Suède dans un échantillon représentatif de 3 000 personnes. 2 154 personnes ont répondu (taux de réponse de 70 %) à un questionnaire, précédemment validé, interrogeant sur le ressenti des 25 symptômes lors des 3 mois précédents. 65 % des répondants étaient en activité. Les moyennes d'âge étaient de 42 ans pour les femmes et de 41 ans pour les hommes (18-64 ans).

Le symptôme rapporté le plus fréquemment (chaque semaine durant les 3 mois précédents) est la fatigue (27,6 % de la population). Le nez irrité est le plus fréquent des symptômes touchant les muqueuses (10,6 %) et la sécheresse du visage celui des symptômes cutanés (9 %).

Comme dans les études sur des populations spécifiques de travailleurs, les symptômes sont plus fréquents chez les femmes (par exemple, 36 % souffrent de fatigue contre 23 % des hommes). La comparaison des tranches d'âge 18-29 ans et 50-64 ans montre qu'avec l'âge, les symptômes généraux diminuent et les symptômes touchant les muqueuses augmentent. Les actifs se plaignent un peu moins de symptômes que les inactifs.

L'étude des associations entre symptômes dans une analyse factorielle met en évidence 5 groupes de symptômes : généraux, des voies aériennes, des yeux, de la peau, autres. Chez les actifs, les femmes présentent plus de symptômes généraux et de symptômes des voies aériennes et des yeux que les hommes. Les symptômes oculaires sont plus élevés chez les 40-49 ans que dans les autres tranches d'âge. Les actifs travaillant à plein temps dans des bureaux présentent moins de symptômes oculaires et cutanés que les actifs ne travaillant pas dans des bureaux.

Les actifs du secteur public tendent à présenter plus de symptômes généraux que ceux du secteur privé. Les actifs travaillant sur écran informatique présentent plus de symptômes cutanés et oculaires que les actifs travaillant sans écran. Ces deux derniers résultats ont également été observés dans d'autres études chez des populations spécifiques. Les inactifs présentent plus de symptômes généraux, des voies aériennes et cutanés, mais moins de symptômes oculaires que les actifs.

La répartition des syndromes associés aux environnements intérieurs a aussi été analysée selon les définitions suivantes :

- syndrome des bâtiments malsains : cumul d'au moins 3 symptômes (un général, un touchant les muqueuses et un la peau) chaque semaine lors des 3 mois précédents ;
- symptômes faciaux associés à l'utilisation d'écrans informatiques : manifestation chaque semaine d'un des trois symptômes de la face (gêne sensorielle, érythème, sécheresse) et des deux autres chaque mois pendant les trois derniers mois ;
- hypersensibilité à l'électricité : ressenti de 5 symptômes généraux chaque semaine et de 5 autres symptômes chaque mois pendant les 3 mois précédents.

Le risque associé à ces 3 types de syndromes est plus élevé chez les femmes actives et inactives que chez les hommes qu'ils soient actifs ou inactifs. Le travail devant un écran est associé aux 3 syndromes. Les personnes en congé maladie présentent une fréquence élevée du syndrome des bâtiments malsains.

Cette détermination des prévalences de symptômes non spécifiques en population générale apparaît intéressante pour argumenter et servir de référence pour les études menées dans les environnements intérieurs. La mise en évidence de certaines corrélations (plus de symptômes chez les femmes et chez les travailleurs devant écran) renforce la validité de ces résultats. Les actifs dans les bureaux n'apparaissent pas avoir plus de symptômes que les autres actifs, à part ceux travaillant sur écran.

Dans le même domaine, une autre étude danoise récente doit être signalée ^(1,2). Elle s'est intéressée aux prévalences de symptômes généraux et muqueux dans un échantillon de personnes tirées au sort en population générale, mais elle a exclu les inactifs. Les prévalences par symptômes ne sont pas présentées. Seules les prévalences d'au moins un symptôme ont été déterminées : 28 % pour les symptômes muqueux et 23 % pour les symptômes généraux au démarrage de l'étude. Par ailleurs, l'étude avait pour objectif, d'étudier la relation des symptômes avec des caractéristiques de l'environnement intérieur recueillies de manière déclarative et de juger, pour une partie de la population ayant renseigné les mêmes questionnaires au bout d'un an, si ces caractéristiques influent sur l'apparition des symptômes. Les auteurs concluent que les relations mises en évidence dans les études transversales sont probablement dues à des biais de déclaration.

(1) Brauer C., Kolstad H., Orbaek P. and Mikkelsen S. ; No consistent risk factor pattern for symptoms related to the sick building syndrome: a prospective population based study ; *Int Arch Occup Environ Health*, 79 [2006]: 453-464

(2) Brauer C., Kolstad H., Orbaek P. and Mikkelsen S. ; The sick building syndrome: a chicken and egg situation ? ; *Int Arch Occup Environ Health*, 79 [2006]: 465-471

Source : Eriksson N.M. and Stenberg B.G.T. ; Baseline prevalence of symptoms related to indoor environment ; *Scandinavian Journal of Public Health*, 34(4) [2006]: 387-396

Article analysé par : Marie-Thérèse GUILLAM, SEPIA-Santé ; sepia@sepia-sante.com

À lire également :

Elliott L.M., Longnecker M.P., Kissling G.E. and London S.J. ; Volatile Organic Compounds and Pulmonary Function in the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988–1994 ; *Environmental Health Perspectives*, 114(8) [2006]: 1210-1214

Sunesson A-L., Rosen I., Stenberg B. and Sjöström M. ; Multivariate evaluation of VOCs in buildings where people with non-specific building-related symptoms perceive health problems and in buildings where they do not ; *Indoor Air*, 16(5) [2006]: 383-391

Herbarth O., Fritz G.J., Rehwagen M. *et al.* ; Association between indoor renovation activities and eczema in early childhood ; *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 209(3) [2006]: 241-247



EXPOLOGIE – EVALUATION DES RISQUES

Estimation de l'exposition des enfants aux pesticides organophosphorés et pyréthrinoïdes : résultats de l'étude pilote de l'enquête allemande GerES IV

Dans le cadre de la 4^{ème} phase de son programme d'évaluation de la qualité de l'environnement de ses citoyens (*The German Environmental Survey IV* ou *GerES IV*), focalisée sur les enfants, l'Agence fédérale allemande de l'environnement a réalisé en 2001/2002 une campagne pilote visant notamment à évaluer l'exposition à deux familles de pesticides largement utilisées outre-Rhin, aussi bien dans le domaine agricole, que pour des usages domestiques : les organophosphorés et les pyréthrinoïdes.

Pour cela, leurs principaux métabolites ont été dosés dans les urines du matin d'environ 400 enfants âgés de 2 à 17 ans (les moins de 2 ans étant exclus en raison des difficultés liées au recueil de leurs urines), vivant dans 4 zones géographiques différentes (2 dans Berlin en zone urbaine et 2 en zones rurales).

Pour les organophosphorés, 6 métabolites ont été recherchés : diméthylphosphate (DMP), diméthylthiophosphate (DMTP), diméthylthiophosphate (DMDTP), diéthylphosphate (DEP), diéthylthiophosphate (DETTP) et diéthylthiophosphate (DEDTP). Concernant les pyréthrinoïdes, 5 métabolites ont été quantifiés : 3-PBA (acide 3-phénoxybenzoïque), cis- et trans-DCCA (3-(2,2-dichlorovinyl)-2,2-diméthyl-cyclopropane-1-acide carboxylique), DBCA (2,2-diméthyl-cyclopropane-1-acide carboxylique) et F-PBA (4-fluoro-3-acide phénoxybenzoïque). Aux mesures biologiques ont été couplées des mesures environnementales avec recherche dans les poussières des maisons du chlorpyrifos (LQ* = 0,03 mk/kg) et de 7 pyréthrinoïdes (perméthrine, empenthrine, d-phénothrine, λ-cyhalothrine, cyfluthrine, cyperméthrine, deltaméthrine ; LQ* = 0,02 mg/kg).

Le DMTP est le métabolite des organophosphorés le plus fréquemment retrouvé dans les urines (90 %); les concentrations moyennes les plus élevées sont observées avec le DMP, ce qui est cohérent avec le fait que le diméthoate, substance active la plus utilisée en Allemagne, est rapidement métabolisé en DMP et DMTP. Les concentrations urinaires des métabolites d'organophosphorés sont principalement influencées par l'âge (diminution âge-dépendante), la consommation de fruits frais et de jus de fruits, la résidence en zone urbaine (teneurs en DMTP et DETP plus élevées chez les enfants vivant en zone urbaine) et la saison (pour le DEP, concentration plus forte en été). Les auteurs reprennent, pour les enfants, l'hypothèse déjà avancée par une équipe italienne chez des adultes d'une différence en terme de comportement alimentaire pour expliquer la plus forte exposition chez les citadins. L'utilisation d'organophosphorés à des fins domestiques ou de jardinage et la proximité du domicile à des zones agricoles n'apparaissent pas comme des facteurs influençant les niveaux d'exposition chez les enfants. À noter que le chlorpyrifos a été détecté dans seulement 4 % des échantillons de poussières domestiques.

Pour les pyréthriinoïdes, le 3-PBA (90 %), le cis- et trans-DCCA (56 et 74 %) sont fréquemment retrouvés dans les urines, contrairement au DBCA et au F-PBA (22 % et < 1 % respectivement). De plus fortes concentrations sont observées dans l'une des zones urbaines sélectionnées, mais cette particularité reste inexpliquée. Les concentrations urinaires sont influencées par l'âge des enfants (diminution âge-dépendante comme pour les organophosphorés), la présence de perméthrine dans les poussières domestiques (corrélation plus forte chez les 3-5 ans que chez les 6-11 ans et les

12-17 ans), la fréquence de consommation de légumes bouillis (si l'alimentation est reconnue comme la principale voie d'exposition aux pesticides, la consommation de légumes cuits est le seul prédicateur significatif des concentrations urinaires en métabolites urinaires des pyréthriinoïdes dans cette étude, tous les autres facteurs alimentaires investigués n'étant pas significatifs) et l'usage domestique de biocides (pour cis- et trans-DCCA, ce qui pourrait être lié à un usage plus fréquent de composés comme la perméthrine, la cyperméthrine ou la cyfluthrine). Contrairement à ce qui est rapporté avec d'autres polluants (métaux lourds, HAP*...) ou d'autres pesticides comme les organophosphorés, ces résultats suggèrent que l'ingestion de poussières domestiques pourrait jouer un rôle significatif dans l'exposition aux pyréthriinoïdes chez les enfants.

À noter que seule la perméthrine a été fréquemment détectée dans les poussières (79 % alors que la fréquence de détection est inférieure à 3,5 % pour les autres composés recherchés); sa concentration (moyenne = 0,14 mg/kg) est influencée par l'utilisation de biocides (traitement d'animaux domestiques, lutte contre les insectes) et la présence de tapis/moquettes en fibres naturelles (les tapis/moquettes en laine mais aussi les revêtements de sols textiles vendus en Allemagne étant généralement traités avec des pyréthriinoïdes pour lutter contre les mites et les larves de coléoptères). Si les tapis et moquettes en fibres naturelles influencent les teneurs en perméthrine retrouvées dans les poussières de maison, leur présence dans l'habitat n'est toutefois pas directement liée à une augmentation des métabolites urinaires chez les occupants.

Fréquences de détection et concentrations moyennes dans les urines des métabolites de pesticides organophosphorés et de pyréthriinoïdes chez des enfants allemands de 2 à 17 ans

Famille chimique	Métabolites urinaires	Limite de quantification (µg/l)	Fréquence de détection (%)	Moyenne géométrique (IC _{95%} *)	
				µg/l	µg/g créatinine
Organophosphorés n = 363	DMTP	1	90	8,23 (7,02 - 9,65)	6,51 (5,60 - 7,57)
	DEP	1	81	3,31 (2,92 - 3,76)	2,61 (2,30 - 2,96)
	DMP	5	79	13,5 (11,9 - 15,3)	10,7 (9,32 - 12,3)
	DETP	1	45	1,12 (1,00 - 1,25)	0,88 (0,79 - 0,99)
	DMDTP	1	25	< 1 (-)	0,65 (0,58 - 0,74)
	DEDTP	1	< 1	< 1 (-)	-
Pyréthriinoïdes n = 396	3-PBA	0,1	90	0,31 (0,28 - 0,34)	0,24 (0,22 - 0,26)
	Trans-DCCA	0,1	74	0,20 (0,18 - 0,22)	0,15 (0,14 - 0,16)
	Cis-DCCA	0,1	56	0,12 (0,11 - 0,13)	0,09 (0,08 - 0,10)
	DBCA	0,1	22	< 0,1 (-)	0,06 (0,05 - 0,07)
	F-PBA	0,1	< 1	< 0,1 (-)	-

Sur la base des mesures urinaires, les auteurs ont estimé les apports quotidiens des enfants à l'aide de modèles mathématiques simples. Selon ces estimations, les apports journaliers en diméthoate dépassent la Dose Journalière Admissible (DJA) (2 µg/kg de poids corporel) chez 25 % des enfants ; les apports quotidiens en chlorpyrifos restent en dessous mais proches de la DJA (10 µg/kg de poids corporel), alors que pour les pyréthrinoides, les apports journaliers sont plus faibles que les DJA des différents composés.

Source : Becker K., Seiwert M., Angerer J. *et al.* ; GerES IV Pilot Study: Assessment of the exposure of German children to organophosphorus and pyrethroid pesticides ; International Journal of Hygiene and Environmental Health, 209 [2006]: 221-233

Article analysé par : Luc MOSQUERON, Institut national de l'environnement industriel et des risques – INERIS ; luc.mosqueron@ineris.fr



EXPOLOGIE – EVALUATION DES RISQUES

Évaluation stochastique des risques d'une exposition aux hydrocarbures aromatiques polycycliques cancérigènes dans les temples taïwanais

Il y a entre 20 000 et 30 000 temples bouddhistes et taoïstes à Taïwan qui voient une très grande population les visiter, notamment à des dates religieuses clés. Au cours des cérémonies, la combustion de bâtons d'encens s'effectue en continu et nombreuses sont les personnes présentes déclarant des toux ou des irritations des voies respiratoires supérieures. Ces combustions incomplètes conduisent à la formation d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dont la cancérogénicité est bien connue. En s'appuyant sur la démarche d'évaluation des risques sanitaires, les auteurs ont quantifié les risques encourus par les populations visitant ces lieux tant pour une exposition par voie respiratoire que par voie cutanée. Ils ont distingué trois tranches d'âge : enfants de 1 à 11 ans, adolescents de 12 à 17 ans et adultes de 18 à 70 ans. Les concentrations en HAP* sont renseignées, soit par le seul benzo(a)pyrène (BaP), soit par une concentration en équivalent de BaP (noté BaP eq), qui prend en compte tous les HAP* cancérigènes à l'aide d'un facteur d'équivalence toxique. Certains paramètres entrant dans le calcul du risque sont renseignés sous forme de distribution. L'interprétation des résultats se fonde sur la règle suivante : si le risque est inférieur à 10^{-6} , il est déclaré négligeable ; il est potentiel quand il est compris entre 10^{-6} et 10^{-4} et fort s'il est supérieur à 10^{-4} .

Les principaux résultats sont les suivants :

- dans les temples, les concentrations médianes de BaP sont de 101,8 ng/m³ et de 153,6 ng/m³ en BaP eq ; la concentration médiane de HAP* présents sur les particules atmosphériques est de 478,4 ng/m³ ;

- en comparaison, les concentrations médianes dans l'air extérieur sont respectivement de 10,2 et de 14,3 ng/m³ pour le BaP et l'équivalent BaP ;
- les concentrations des HAP* totaux et des HAP* adsorbés sur les particules sont similaires à celles mesurées à proximité du trafic automobile ;
- quel que soit le groupe d'âge, les risques par inhalation sont inférieurs à 10^{-6} au percentile 90 ; par voie cutanée, le risque est fort, compris entre 10^{-5} et 10^{-4} ;
- l'addition des voies d'exposition conduit à des risques pour les adultes supérieurs à 10^{-4} , et légèrement inférieurs à 10^{-4} pour les enfants et les adolescents ;
- la concentration exprimée en équivalent de BaP conduit aux risques les plus forts ;
- la règle d'additivité des HAP* entre eux fondée sur leur cancérogénicité par rapport au BaP présente une grande incertitude difficilement chiffrable. En dépit de cette limite, elle présente l'avantage de tenir compte du profil des HAP* émis par les sources de combustion ;
- les analyses de sensibilité montrent que, pour la voie respiratoire, l'excès de risque unitaire et la fréquence d'exposition sont les paramètres les plus influents pour les adultes et les adolescents ; le débit respiratoire est un paramètre influent pour les enfants âgés de 1 à 11 ans ; pour le contact cutané, c'est la quantité de particules adhérant à la peau qui est un facteur majeur dans le risque encouru par les populations.

Il ressort de cette étude que les concentrations des polluants et notamment des HAP* sont très élevées dans ces lieux qui accueillent un très large public, environ 10 fois celles mesurées dans l'air extérieur. En s'appuyant sur les relations dose-réponse disponibles, les risques encourus sont préoccupants quelle que soit la tranche d'âge considérée. Les incertitudes les plus grandes proviennent des relations dose-réponse, notamment parce qu'elles ont été construites à partir de données animales. De même, la traduction d'une concentration de HAP* totaux en équivalent de BaP présente de nombreuses limites liées à l'estimation des facteurs d'équivalence toxique. Enfin, l'utilisation d'une analyse stochastique est intéressante pour apprécier le percentile à partir duquel le risque devient préoccupant ; ce type d'analyse permet également de proposer un autre regard d'interprétation par rapport à celui qui se fonde sur une seule valeur dans une approche déterministe.

Source : Liao C.M. and Chiang K.C. ; Probabilistic risk assessment for personal exposure to carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons in Taiwanese temples ; *Chemosphere*, 63(9) [2006]: 1610-1619

Article analysé par : Frédéric DOR, Institut de veille sanitaire – InVS ; f.dor@invs.sante.fr

À lire également :

Ballesta P.P., Field R.A., Connolly R. *et al.* ; Population exposure to benzene: One day cross-sections in six European cities ; *Atmospheric Environment*, 40(18) [2006]: 3355-3366

Piechocki-Minguy A., Plaisance H., Schadkowski C. *et al.* ; A case study of personal exposure to nitrogen dioxide using a new high sensitive diffusive sampler ; *Science of the Total Environment*, 366(1) [2006]: 55-64

Yike I., Distler A.M., Ziady A.G. and Dearborn D.G. ; Mycotoxin Adducts on Human Serum Albumin: Biomarkers of Exposure to *Stachybotrys chartarum* ; *Environmental Health Perspectives*, 114(8) [2006]: 1221-26

Autres articles d'intérêt : articles de synthèse parus récemment dans la littérature

Fanger P.O. ; What is IAQ? ; *Indoor Air*, 16(5) [2006], Editorial

Zabiegala B. ; Organic compounds in indoor environments ; *Polish Journal of Environmental Studies*, 15(3) [2006]: 383-393

Samuel A.A. and Strachan P. ; An integrated approach to indoor contaminant modeling ; *HVAC&R Research*, 12(3A) [2006]: 599-619

Durand M. ; Indoor air pollution caused by geothermal gases ; *Building and Environment*, 41(11) [2006]: 1607-1610

Annesi-Maesano I. and Dab W. ; Air pollution and the lung: epidemiological approach ; *M S-Medecine Sciences*, 22(6-7) [2006]: 589-594

Franchi M., Carrer P. *et al.* ; Working towards healthy air in dwellings in Europe ; *Allergy*, 61(7) [2006]: 864-868

Nold A. and Bochmann F. ; Health hazards in the office: Disease risks by indoor air ; *Gefahrstoffe Reinhaltung der Luft*, 66(5) [2006]: 199-202

Morawska L. ; Droplet fate in indoor environments, or can we prevent the spread of infection? ; *Indoor Air* 16(5) [2006]: 335-347

Denning D.W., O'Driscoll B.R. *et al.* ; The link between fungi and severe asthma: a summary of the evidence ; *European Respiratory Journal*, 27(3) [2006]: 615-626

Chan-Yeung M. and Becker A. ; Primary prevention of childhood asthma and allergic disorders ; *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology*, 6(3) [2006]: 146-151

Just J., Nisakinovic L. *et al.* ; Air pollution and asthma in children ; *Archives de Pédiatrie*, 13(7) [2006]: 1055-1060

Hoppin J.A., Adgate J.L. *et al.* ; Environmental exposure assessment of pesticides in farmworker homes ; *Environmental Health Perspectives*, 114(6) [2006]: 929-935

Klotz G. and Lahm B. ; Current findings on indoor air quality - Influencing factors, risk minimisation and evaluation approaches ; *Gefahrstoffe Reinhaltung der Luft*, 66(5) [2006]: 191-197

INFORMATIONS DIVERSES

Réglementation

Le **décret n° 2006-1386 du 15 novembre 2006** fixant les conditions d'application de **l'interdiction de fumer dans les lieux affectés à un usage collectif** marque un tournant dans la lutte contre le tabagisme en France. À compter du 1^{er} février 2007, en dehors des lieux aménagés dédiés, il est interdit de fumer dans tous les lieux fermés et couverts qui accueillent du public ou qui constituent des lieux de

travail, dans les moyens de transport collectifs, dans les espaces non couverts des écoles, collèges, lycées et établissements destinés à l'accueil, à la formation ou à l'hébergement des mineurs. Les bars et débits de boisson, casinos, cercles de jeu, débits de tabac, discothèques, hôtels et restaurants ont cependant jusqu'au 1^{er} janvier 2008 pour mettre en place cette interdiction et les dispositions de ce décret.

Publiée le 15 octobre 2006, la circulaire interministérielle DGS/SD7C/DDSC/SDGR n°2006-380 du **4 septembre 2006** relative à la **prévention des intoxications collectives au monoxyde de carbone dans les lieux de culte** et aux mesures à mettre en œuvre, vise à réduire les intoxications au CO* dans ces environnements. En effet, en 2005, dix situations d'intoxication oxycarbonée ont été rapportées par l'Institut de veille sanitaire dans des églises, notamment lors de manifestations (cérémonies religieuses ou concerts) ayant entraîné le chauffage prolongé des bâtiments par des appareils de type panneaux radiants à gaz. Un entretien régulier des appareils de chauffage doit

être assuré, et les dispositifs de ventilation maintenus en bon état de fonctionnement. L'utilisation de panneaux radiants à gaz en dehors de la présence de public est interdite. Enfin, il est recommandé d'installer un détecteur de CO, fixe ou portable. Par ailleurs, de façon plus générale, les actions et supports de communication relative aux risques d'intoxications oxycarbonées pour la saison hivernale en cours ont été définis par la circulaire interministérielle N°DGS/SD7C/DDSC/SDGR/2006/418 du **25 septembre 2006** relative à la **campagne 2006-2007 de prévention et d'information sur le risque d'intoxication au monoxyde de carbone**.

Les critères de certification des compétences des personnes physiques **opérateurs des constats de risque d'exposition au plomb** ou agréées pour réaliser des diagnostics plomb dans les immeubles d'habitation, ainsi que les critères de certification des compétences des personnes physiques **opérateurs**

de repérage et de diagnostic amiante dans les immeubles bâtis sont définis dans les arrêtés respectifs du **21 novembre 2006**. Les critères d'accréditation des organismes certificateurs y figurent également.

À l'issue de la publication de travaux scientifiques mettant en évidence l'impact négatif des **dispositifs de « purification d'air » fonctionnant à l'ozone** sur la QAI* et la santé respiratoire des occupants des locaux (cf. bulletin *Info Santé Environnement Intérieur* N°15), le **Gouvernement de Californie** a voté le **29 septembre 2006** un projet d'amendement à son code de santé publique relatif à ce type d'appareils (California Assembly Bill 2276, 2006, Pavley). Ce texte fixe une valeur limite à 50 ppb d'ozone dans l'air véhiculé par l'appareil (cette concentration ne doit pas non plus être atteinte, à 25°C, dans la pièce où est placé l'appareil) et stipule que d'ici le 31 décembre 2008 soient mises en place des procédures standardisées pour la

vérification du respect de cette valeur limite chez les fabricants et à tout moment lors de l'utilisation de l'appareil, ainsi que des procédures d'accréditation de laboratoires vérificateurs. Un étiquetage sur l'appareil devra certifier le respect de la valeur limite. Les appareils ne satisfaisant pas à cette valeur limite seront interdits.

À souligner par ailleurs, concernant les États-Unis que **l'Agence de protection de l'environnement (US-EPA)** a annoncé, en **octobre 2006**, avoir doté 30 projets d'un montant total de 4 millions de dollars pour l'amélioration de la qualité de l'air intérieur.

Ozone et qualité de l'air intérieur : interactions avec les produits de construction et de décoration

Ce travail de recherche a été effectué au Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB), en partenariat avec l'Université Paris VII. Il a bénéficié du soutien de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME).

L'impact de l'ozone sur la qualité de l'air intérieur a été étudié par une double approche permettant d'une part, de mieux comprendre les mécanismes réactionnels de disparition de l'ozone au contact des surfaces intérieures et d'identifier les produits de réaction, et d'autre part, d'étudier le transfert de l'ozone depuis l'extérieur vers l'intérieur et son comportement *in situ*, notamment en période de pics de pollution photochimique.

Un outil innovant a été mis au point afin d'étudier dans des conditions contrôlées les mécanismes des interactions entre l'ozone et seize matériaux fréquemment rencontrés dans les environnements intérieurs. Pour tous les matériaux testés, une disparition d'ozone significative, comprise entre 8 % pour une peinture glycérophthalique et 89 % pour un lambris en pin brut, a été observée. Des vitesses apparentes de dépôt de l'ozone sur les matériaux variant de 0,003 à 0,158 cm.s⁻¹ ont été calculées. Les émissions de tous les matériaux testés sont modifiées en présence d'ozone : certains composés sont détectés en concentrations inférieures (styrène, alcènes C₁₂), tandis que d'autres sont retrouvés en concentrations nettement supérieures, notamment des aldéhydes (formaldéhyde, acétaldéhyde, benzaldéhyde, aldéhydes linéaire C₅ à C₁₀), des cétones et des acides carboxyliques. A partir d'essais spécifiques sur des lambris en pin, la prédominance des mécanismes de réaction en phase hétérogène dans la disparition d'ozone a été mise en évidence. En effet, la contribution des réactions en phase homogène ne dépasse pas 5 à 20 %.

L'impact de la pollution photochimique sur la qualité de l'air intérieur a été étudié durant les étés 2003 et 2004 dans la maison expérimentale MARIA du Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB), en se rapprochant le plus possible de la réalité, tout en conservant la maîtrise de certains paramètres expérimentaux (taux de renouvellement d'air, modification des surfaces intérieures). À l'issue des différentes campagnes, il apparaît que la pollution extérieure (NO, NO₂ et O₃) est complètement transférée dans la pièce par le système de ventilation. Près de 80 % à 95 % de l'ozone est éliminé à l'intérieur de la pièce,

témoignant ainsi de la présence d'importants puits d'ozone. Des sous-produits réactionnels ont été identifiés, en particulier le formaldéhyde, l'hexaldéhyde, le benzaldéhyde et le nonanal. Une prédominance de la réactivité en phase hétérogène sur les réactions en phase gazeuse a été notée, bien que des réactions d'ozonolyse d' α -pinène aient été observées dans la pièce. Les variations quotidiennes des concentrations intérieures d'ozone et de certains composés (formaldéhyde, hexaldéhyde) soulignent le rôle de la réactivité chimique et des paramètres environnementaux (surtout la température) sur les émissions des matériaux, et donc sur leurs concentrations intérieures.

Durant ce travail, une première approche de la modélisation a également été effectuée. Un modèle simple de prédiction des concentrations intérieures d'oxydes d'azote et d'ozone a été mis au point. Les prévisions sont réalisées d'après les concentrations extérieures et intègrent la réactivité en phase homogène et en phase hétérogène. Le comportement des trois polluants dans la pièce est bien reproduit par le modèle. Les concentrations intérieures de NO₂ sont surestimées par le modèle, probablement du fait de l'absence de prise en compte du dépôt de NO₂ sur les surfaces intérieures. Un très bon accord entre les concentrations intérieures d'ozone et de NO et les concentrations mesurées a été obtenu.

Ce travail souligne l'importance de la prise en compte des phénomènes de réactivité chimique dans la gestion de la qualité de l'air intérieur. En effet, les sous-produits réactionnels identifiés (notamment les aldéhydes) sont pour la plupart plus odorants, irritants, voire toxiques que leurs précurseurs. Afin de limiter l'exposition de la population à ces sous-produits réactionnels, il convient en priorité d'éviter la pénétration de l'ozone dans les environnements intérieurs, notamment grâce à des systèmes de ventilation « intelligents » capables d'éliminer efficacement l'ozone sans créer de sous-produits réactionnels.

➔ Pour plus d'informations, contacter Mélanie NICOLAS : melanie.nicolas@cstb.fr ou François MAUPÉTTIT : francois.maupetit@cstb.fr

Métrologie de l'environnement appliquée à la prévention de l'aérobiocontamination en milieu hospitalier

Cette étude a été réalisée à l'initiative du directoire du Centre Cardiologique du Nord dans le cadre d'une thèse de diplôme de recherche technologique.

Une infection est dite nosocomiale si elle apparaît au cours ou à la suite d'une hospitalisation et si elle était absente à l'admission du patient. Selon les différentes études menées en France, 5 % à 10 % des malades hospitalisés acquièrent une infection nosocomiale. A cette réalité inacceptable pour les patients, s'ajoute un coût financier pour la collectivité. Depuis 1988, l'État a obligé la création d'un Comité Local de lutte contre les Infections Nosocomiales (CLIN) dans chaque établissement pour organiser la surveillance des infections en coordination avec le programme national géré par le ministère de la santé avec l'appui de divers instituts ou organismes. Les particules souvent mises en cause peuvent être soit manu portées par le personnel, soit aéroportées. Les normes et recommandations conseillent d'adapter la filtration et la ventilation de l'air des salles d'opération en regard du risque lié à l'activité chirurgicale. Ces mesures doivent permettre d'éliminer les microorganismes au niveau du soufflage de la climatisation et d'assurer une différence de pression ($\Delta P > 15$ Pa) des salles par rapport à leur environnement extérieur.

Lors de cette étude, il s'agissait de suivre et d'archiver en continu les gradients des pressions dans les salles et d'examiner en parallèle les données métrologiques collectées. La particularité technique de cette étude est l'utilisation de la Gestion Technique du Bâtiment (GTB), présente dans 90 % des établissements de santé, avec du matériel grand public. L'originalité de ces travaux a ainsi consisté à proposer, pour différentes classes de ΔP mesurées, des pourcentages d'incertitudes sur les mesures d'aérobiocontamination et sur le comptage particulaire. Ceci doit permettre à l'équipe de surveillance de valider les contrôles au quotidien et de retrouver les conditions environnementales d'une intervention chirurgicale en cas d'infection nosocomiale déclarée pendant la durée d'incubation qui peut aller jusqu'à un an.

➔ Pour plus d'informations, contacter Soudjay FAHARIDINE : faharidine@free.fr ou Jean-Pierre FRANGI : frangi@ccr.jussieu.fr

Travaux divers

Échantillonnage passif des éthers de glycol dans l'air intérieur

Les travaux menés par l'École des Mines de Douai, grâce à un financement du programme de recherche PRIMEQUAL (Programme de recherche inter-organisme pour une meilleure qualité de l'air à l'échelle locale) avaient pour objectif, d'une part de mettre au point une méthode d'échantillonnage passif (par capteur Radiello®) de huit éthers de glycol présents dans l'air intérieur, et d'autre part de caractériser les niveaux de concentration de ceux-ci dans une soixantaine de logements du Nord-Pas de Calais. Ainsi, l'ensemble des paramètres de la méthode de mesure (étalonnage, valeurs des blancs, limite de détection, débit d'échantillonnage), ainsi que les conditions de conservation et l'influence de facteurs environnementaux sur l'échantillonnage (température, humidité relative et concentration) ont été déterminés par des essais en laboratoire, en utilisant notamment une chambre d'exposition.

Lors de l'enquête *in situ*, seuls 4 des 8 éthers de glycol ont été détectés. Le 1-méthoxy-2-propanol était le plus fréquent (2/3 des habitations concernées) à une concentration moyenne de $4,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Parmi les dérivés de l'éthylène glycol (série E, la plus toxique pour la santé humaine), seul le 2-butoxyéthanol a un taux de présence significatif dans les logements (19 %), à une concentration de l'ordre de $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valeur semi-quantitative compte tenu des incertitudes de mesure). L'usage de produits de nettoyage sur des sols recouverts de matériaux plastiques (comme du linoléum) serait, selon les auteurs, et d'après les questionnaires remplis par les occupants sur leurs activités, les sources principales d'émission des éthers de glycol mesurés.

➔ Pour plus d'informations, contacter Hervé PLAISANCE : plaisance@ensm-douai.fr

Détermination de la charge fongique par dosage de l'ergostérol dans différents environnements intérieurs

Le laboratoire de microbiologie des environnements intérieurs du Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) a testé une méthode d'évaluation de la biomasse fongique par dosage de l'ergostérol de l'air ambiant en chromatographie liquide (limite de quantification 0,4 ng/m³). Après développement en conditions expérimentales maîtrisées, cette technique a été mise en œuvre dans un bureau, six logements, deux écoles et un laboratoire. En l'absence de sources endogènes fongiques, les concentrations intérieures sont similaires, voire

inférieures (jusqu'à 50 %), à celles mesurées en extérieur. Pour un seul logement, la concentration intérieure était deux fois plus importante qu'en extérieur, indiquant la présence indéniable d'une source dans la pièce ou le dispositif de ventilation. Cette technique apparaît adaptée à l'évaluation quantitative des expositions humaines à la flore fongique aéroportée.

➔ Pour plus d'informations, contacter Enric ROBINE : enric.robine@cstb.fr

Sur le web

L'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) a publié en **novembre 2006** les résultats de la campagne nationale d'étude de **la QAI* dans un échantillon représentatif des logements français**. Ainsi, des mesures ont été réalisées dans 567 résidences principales (représentant 1 612 personnes), réparties sur 55 départements et 74 communes de France métropolitaine continentale, pendant une durée d'une semaine, à l'intérieur, dans les garages attenants lorsqu'ils existaient et à l'extérieur. Vingt composés organiques volatils et aldéhydes, le monoxyde de carbone, les allergènes de chat, de chien et d'acariens, les particules PM₁₀* et PM_{2,5}*, le radon, le rayonnement gamma, la contamination fongique, ainsi que les paramètres de confinement et de confort que sont le dioxyde de carbone, la température et l'humidité relative, ont été mesurés. Les résultats de cet inventaire, qui constitue une première en France, sont fournis dans le rapport final de la campagne mis en ligne sur le nouveau site web de l'Observatoire (distributions statistiques, comparaison avec les valeurs guides existantes...).

L'OQAI* a également mis en ligne en **novembre 2006** un rapport faisant l'inventaire des données disponibles sur **la QAI* dans les lieux de vie fréquentés par les enfants**. Ces travaux

s'inscrivent dans le cadre du programme d'actions relatif à la pollution de l'air dans les locaux collectifs fréquentés par les enfants, débuté en 2006. En complément du recensement des niveaux de concentrations intérieures dans les lieux de garde, de vie scolaire, de séjour et de loisirs, les éléments disponibles sur les typologies constructives de ces lieux de vie et les budgets espaces-temps-activités des enfants âgés de 0 à 18 ans ont été collectés. Ce travail a permis de définir et hiérarchiser les actions à poursuivre en 2006-2007 pour l'étude de ces lieux de vie.

Campagne nationale Logements : État de la qualité de l'air dans les logements français, Observatoire de la qualité de l'air intérieur, Kirchner S., Arenes J-F., Cochet C. *et al.*, Rapport final référencé DDD/SB-2006-57 ; Novembre 2006 – 165 pages

Lieux de vie fréquentés par les enfants : Typologie et qualité de l'air intérieur, Observatoire de la qualité de l'air intérieur, Jédor B., Ribéron J., Mandin C., Derbez M. et Kirchner S., Rapport référencé DDD/SB 2006-56 ; Juillet 2006 – 95 pages

➔ <http://www.air-interieur.org>

HABIT'AIR Nord-Pas de Calais est un programme d'étude à l'initiative du Conseil régional du Nord-Pas de Calais, de la délégation régionale de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) et du Comité départemental d'habitat et d'aménagement rural du Pas-de-Calais (CDHR62), visant à caractériser la **qualité de l'air intérieur de différents logements de la région**. La phase 1 du programme (mars 2003 – mars 2006) a consisté en la caractérisation de la QAI* dans 60 logements répartis en trois catégories : logements potentiellement à problème (insalubrité, risque CO*...), logements sans problème spécifié (habitat

collectif et maisons individuelles) et constructions Haute Qualité Environnementale®. L'état de la pollution dans ces logements, sans distinction de leur catégorie, a été publié en **septembre 2006**.

Connaissance de la qualité de l'air intérieur en région Nord – Pas de Calais, Phase 1 du programme HABIT'AIR Nord-Pas de Calais, Comité départemental d'habitat et d'aménagement rural du Nord-Pas de Calais, CDHR-62 ; Septembre 2006 – 78 pages

➔ <http://www.lairvudelinterieur.fr>

En partenariat avec le Centre scientifique technique du bâtiment (CSIB) et s'appuyant sur un groupe de travail associant notamment l'OQAI*, le Centre technique du bois et de l'ameublement (CTBA) et l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS), **l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (AFSSET)** a mis au point une méthode d'évaluation en vue de mesurer **les émissions de COV* et de formaldéhyde** générées par des échantillons de produits de construction solides (revêtements de sols, murs et plafonds notamment) et de les comparer à des critères sanitaires préalablement établis.

La démarche appliquée dans ce protocole s'apparente largement à des méthodes reconnues au niveau européen telles que celles proposées par l'*European Collaborative Action* (ECA, 1997) et l'*Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten* (AgBB, 2003-2005), directement dérivée du protocole ECA. L'application de cette méthode, déjà testée sur divers produits de construction solides, permet d'identifier les matériaux de construction jugés faiblement émetteurs de COV* et de formaldéhyde, et d'envisager ainsi un étiquetage selon des critères sanitaires des matériaux de construction solides.

La section « Milieux de vie » du **Conseil supérieur d'hygiène publique de France (CSHPF)** a rendu le **27 septembre 2006** son avis relatif à la **qualité de l'air dans les modes de transport**. Cet avis rapporte les principales conclusions du rapport du groupe de travail « Air et transports » (rapport à paraître prochainement) relatives aux transports de surface d'une part, et aux transports ferroviaires souterrains d'autre part. Considérant que, malgré les temps d'exposition des populations relativement courts, la contribution des modes de transport à l'exposition totale aux polluants atmosphériques n'est pas négligeable, le Conseil recommande l'adoption d'un certain nombre de mesures pour ces deux catégories de transport, dans le but de réduire à la fois les émissions et les expositions des usagers. Des orientations en matière de suivi de certains polluants sont également formulées.

Également en **septembre 2006**, le CSHPF a publié un rapport très complet de revue des connaissances relatives aux **moisissures dans les environnements intérieurs**. Après un recensement de ces dernières et une présentation des composantes de la problématique de l'humidité, les techniques d'échantillonnage et d'analyse actuellement disponibles sont inventoriées, mettant en évidence la complexité et l'hétérogénéité de celles-ci.

Disponible sur le site Internet de l'AFSSET depuis le **7 décembre 2006**, le rapport d'expertise indique qu'une réflexion similaire sera probablement menée par l'Agence afin de transposer le protocole pour considérer d'autres sources potentielles de COV* dans les environnements intérieurs, comme les produits liquides (peintures, vernis, cires...), ainsi que les produits de décoration et d'équipement.

Risques sanitaires liés aux composés organiques volatils dans l'air intérieur, Risques sanitaires liés aux émissions de composés organiques volatils par les produits de construction et d'aménagement intérieur, Procédure de qualification des produits de construction sur la base de leurs émissions de composés organiques volatils et de formaldéhyde et de critères sanitaires, Contribution à l'Action 15 du Plan national santé environnement, Saisine AFSSET N°2004/011 ; Octobre 2006 – 136 pages

➔ <http://www.afsset.fr/>, Rubriques *Les activités scientifiques > Les agents > COV et matériaux de construction*

Une harmonisation des méthodes est proposée. L'état des connaissances relatives aux effets sur la santé respiratoire est rapporté, et le cas particulier de l'insalubrité fait l'objet d'un chapitre spécifique. Le rapport se termine par des recommandations. Un questionnaire environnemental de diagnostic est fourni en annexe.

Avis relatif à la qualité de l'air dans les modes de transport, Conseil supérieur d'hygiène publique de France, Section des milieux de vie, Séance du 27 septembre 2006 ; Septembre 2006 – 3 pages

Contaminations fongiques en milieux intérieurs, Diagnostic, Effets sur la santé respiratoire, Conduites à tenir, Conseil supérieur d'hygiène publique de France, Groupe de travail « Moisissures dans l'habitat » ; Septembre 2006 – 101 pages

➔ <http://www.sante.gouv.fr>, Rubriques *Thèmes > Conseil supérieur d'hygiène publique de France > Accès aux avis et rapports > de la section des milieux de vie > Rapports de la section des milieux de vie*

L'Association agréée de surveillance de la qualité de l'air **ATMO Nord-Pas de Calais** a réalisé entre le **15 novembre 2005 et le 15 janvier 2006** des mesures de la **qualité de l'air dans les halls des gares lilloises**. L'objectif principal étant d'évaluer la contribution des émissions liées aux trafics ferroviaire et routier, au chauffage urbain et aux établissements industriels, les polluants retenus pour l'étude étaient le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote, les particules, le CO*, les métaux lourds, les HAP*, les COV* et les aldéhydes. Des mesures automatiques, ainsi que des mesures par prélèvement actif ou passif, ont été mises en œuvre en différents points de chacune des gares Lille Flandres et Lille Europe. L'impact de la circulation des locomotives Diesel a clairement été mis en évidence, la contribution du trafic automobile étant par ailleurs également très importante.

Campagnes de mesures de la qualité de l'air, Étude réalisée à l'intérieur et aux abords des gares de Lille du 15/11/2005 au 15/01/2006, rapport référencé N°03-2006-IC, ATMO Nord-Pas de Calais ; Mai 2006 – 94 pages

➔ <http://www.atmo-npdc.fr/>, Rubriques *Médiathèque > Rapports d'études*

L'Association de surveillance de la qualité de l'air en Alsace (ASPA) a poursuivi les travaux initiés en 2004 de mesure des concentrations intérieures en **formaldéhyde dans les établissements fréquentés par les jeunes enfants**. Ces travaux ayant montré la grande hétérogénéité des concentrations mesurées dans les salles de classe au sein d'un même établissement (mesures par capteur passif pendant 48 heures), deux écoles (i.e. 3 salles de classe) ont fait l'objet de nouveaux mesurages en **2005** couplant capteurs passifs (48 h et 2 × 24 h), prélèvements actifs sur 30 minutes et estimation du taux de renouvellement de l'air. La forte variabilité des concentrations intérieures en formaldéhyde, directement corrélées au taux de renouvellement d'air, est confirmée. Les résultats montrent en outre que les prélèvements passifs ont tendance à sous-estimer les maxima qui peuvent être atteints en situation de confinement et sur-estimer les concentrations lorsque la ventilation est importante. Des campagnes complémentaires de mesure du formaldéhyde dans des écoles alsaciennes ont été réitérées en 2005 et 2006.

En **mars, puis juin 2006**, des mesures de concentrations intérieures en **formaldéhyde** ont été réalisées par l'ASPA dans une **bibliothèque** au moyen de tubes passifs exposés 48 heures (3 points de mesure dans la salle principale pour chacune des deux campagnes). Les résultats attestent de concentrations intérieures en formaldéhyde bien supérieures (plus de 100 µg/m³) aux concentrations habituellement rencontrées dans les écoles ou les logements français.

Étude exploratoire du profil temporel des niveaux de formaldéhyde dans deux établissements scolaires de la ville de Strasbourg à l'aide de prélèvements sur 30 minutes, ASPA-CSTB, Réf ASPA 228-04 / 2, ASPA 05092901 ; Octobre 2005, mis en ligne en novembre 2006 – 47 pages

Mesure complémentaire du formaldéhyde dans trois établissements scolaires de la ville de Strasbourg, Mesures du 30 août au 1^{er} septembre 2005 et du 6 au 8 septembre 2005, ASPA 05120501-I-D ; Décembre 2005, mis en ligne en novembre 2006 – 21 pages

Suivi de la qualité de l'air en atmosphère intérieure dans les locaux de l'école maternelle et élémentaire de Gerstheim, Mesures du 18 au 25 avril 2006, ASPA 06051801-I-D ; Mai 2006 – 19 pages

Suivi de la qualité de l'air en atmosphère intérieure dans les locaux de l'INSA - Bibliothèque, Mesures du 27 au 29 mars et du 14 au 16 juin 2006 ; ASPA 06063001-I-D ; Juin 2006 – 13 pages

➔ <http://www.atmo-alsace.net/>, Rubriques *Publications > Rapports à télécharger > La qualité de l'air à Strasbourg et La qualité de l'air en Alsace*

L'Institut de veille sanitaire a publié en **août 2006** l'ensemble des investigations épidémiologiques et environnementales (air intérieur et extérieur) menées dans le cadre de la manifestation de troubles sanitaires, de type irritations des muqueuses et de la peau, à la mairie de Villejuif (94) en 2004 et 2005.

Déjà présentée dans le bulletin *Info Santé Environnement Intérieur* N°14, cette étude fait ressortir les facteurs habituellement associés au **syndrome des bâtiments malsains**, que sont une ventilation insuffisante, une humidité faible et des conditions de travail difficiles.

Par ailleurs, l'année 2005 a constitué la première année de fonctionnement « en routine » du dispositif de notification des cas de **saturnisme infantile** défini dans l'arrêté du 5 février 2004 et la circulaire du 21 avril 2004. Les informations collectées cette année-là ont fait l'objet d'une première analyse par l'Institut de veille sanitaire, publiée en **octobre 2006**, incluant notamment une mise en perspective avec les données collectées par les centres anti-poison.

Une épidémie de syndromes des bâtiments malsains parmi le personnel de la mairie de Villejuif (2004-2005), Rapport d'investigation, DDASS du Val-de-Marne, CIRE Ile-de-France, Mairie de Paris et Institut de veille sanitaire ; Août 2006 – 30 pages

Description des cas de saturnisme de l'enfant survenus au cours de l'année 2005, Note technique ; Octobre 2006 – 21 pages

➔ <http://www.invs.sante.fr/>, Rubriques *Publications* > *Santé Environnement* > 2006

Plusieurs mémoires d'étudiants du génie sanitaire, promotion **2006**, de **l'École nationale de la santé publique** (ENSP) ont été consacrés à la qualité des environnements intérieurs.

Un inventaire des données disponibles sur la **qualité de l'air intérieur dans les bureaux** et son impact sur la santé et la productivité a été réalisé et a notamment mis en évidence la pauvreté des données françaises. Cette revue bibliographique a été complétée par une enquête auprès d'une cinquantaine de médecins du travail, dont la portée de l'exploitation est restée malheureusement limitée du fait du faible taux de réponse (14 %). *In fine*, une proposition de protocole pour une future étude d'envergure conduite par l'OQAI* a été élaborée.

Concernant le logement, une étude comparative détaillée des **systèmes d'évaluation de l'insalubrité** en France (grille de cotation globale du logement) et en Angleterre (29 facteurs de risque examinés indépendamment les uns des autres) a permis de dégager les avantages et les points faibles de chaque dispositif et d'identifier les enseignements à tirer de l'expérience anglaise.

Toujours dans le champ de l'habitat, la faisabilité d'une **étude épidémiologique « Bâtiment – Santé »** a été étudiée à la demande de la Cellule inter-régionale d'épidémiologie (CIRE) Centre Est. Après un recensement, d'une part des facteurs de risques domestiques chimiques et physiques, tenant compte de la composante psycho-sociale, et d'autre part des données déjà disponibles en Bourgogne et en Franche-Comté, différentes typologies d'études épidémiologiques régionales et leurs conditions de mise en œuvre ont été examinées.

La question de la **qualité de l'air intérieur dans les hôpitaux** est généralement traitée de façon spécifique sous l'angle de la biocontamination et des infections nosocomiales potentiellement associées. Le travail réalisé dans le cadre d'un des mémoires s'est intéressé à la pollution chimique des établissements hospitaliers, à savoir à la contribution des produits de nettoyage, de désinfection et de stérilisation. Le rôle possible de l'air extérieur a également été abordé et les dispositifs de traitement de l'air examinés.

Enfin, abordant les **mesures de gestion**, un inventaire des politiques publiques et des actions relatives à la QAI* mises en œuvre dans les autres pays a été réalisé. Au regard de l'état des connaissances scientifiques et des attentes sociales, des axes de réflexion pour la France sont discutés. Ceux-ci confirment, si besoin en était, les multiples facettes de la problématique de la QAI* et, de fait, la multiplicité et la complémentarité des actions possibles : sensibilisation du grand public, limitation des émissions des matériaux et des produits, établissement de valeurs guides pour l'air intérieur, amélioration de la ventilation... Une réflexion sur une structure dédiée à la gestion des plaintes relatives à l'habitat est également menée.

Qualité de l'air intérieur dans les bâtiments de bureaux : spécificités de la problématique et propositions d'études à mener, de Baudouin C. ; Septembre 2006 – 137 pages

Comparaison des dispositifs britannique et français d'évaluation de l'insalubrité des immeubles destinés à l'habitation, Flamant S. ; Septembre 2006 – 70 pages

Habitat et Santé en Bourgogne et Franche Comté : état des connaissances et faisabilité d'une étude épidémiologique, Pacault C. ; Septembre 2006 – 82 pages

Qualité et traitement de l'air intérieur en milieu hospitalier : quels risques physico-chimiques ? Application à l'hôpital pédiatrique Lenval de Nice, Keirsbulck M. ; Septembre 2006 – 91 pages

Propositions de mesures de gestion pour améliorer la qualité de l'air intérieur, Quémener J.-M. ; Septembre 2006 – 78 pages

➔ <http://www.ensp.fr/>, Rubriques *Ressources documentaires* > *Mémoires soutenus en 2006* > *Ingénieurs du Génie Sanitaire*

Le **Centre commun de recherche de la Commission européenne** à Ispra, Italie, a réalisé et publié en **2006** une revue bibliographique des **modèles numériques** développés pour identifier et hiérarchiser la contribution des sources extérieures et intérieures aux expositions personnelles des populations aux polluants atmosphériques. Pour chacune des techniques recensées (analyse factorielle, bilan massique, analyse en composante principale, matrice de factorisation positive ou algorithmes Unmix), les avantages et limites sont décrits. Les applications aux cas des particules et des COV* sont plus particulièrement examinées.

Dans un communiqué du **29 novembre 2006**, le **Centre international de recherche sur le cancer (CIRC)** rapporte les conclusions de l'un de ses groupes de travail pour l'élaboration des monographies relatives aux **émissions dans l'air intérieur liées à la combustion domestique pour la cuisine et le chauffage**. Après analyse des nombreuses publications scientifiques sur le sujet, le groupe de travail conclut que les émissions liées à la combustion de charbon dans les habitations sont cancérigènes chez l'homme (groupe 1 de la classification du CIRC*).

Le **bureau de l'Air de l'Agence californienne de protection de l'environnement** a été particulièrement actif en 2006 sur le sujet des **épurateurs d'air à l'ozone**. Après de premiers travaux ayant conduit à une évolution de la législation de l'État (cf. Rubrique *Réglementation* de ce numéro du bulletin), les travaux se sont poursuivis par une étude de l'utilisation de tels dispositifs en Californie. Une enquête téléphonique auprès de 2 019 adultes californiens a permis de dénombrer la proportion de foyers disposant d'un tel équipement, les raisons ayant motivé cet achat et les conditions d'utilisation. Les résultats, publiés en **janvier 2007**, rapportent que 2 % des californiens possèdent chez eux un purificateur d'air émettant directement de l'ozone, et 8 % un appareil générant la formation d'ozone en sous-produit. Ceci représente un total de 828 000 californiens exposés à des concentrations en ozone potentiellement non négligeables à domicile.

La problématique de la **contamination des habitations associée à la culture de marijuana** est à vrai dire peu, voire jamais, traitée dans la littérature scientifique. **L'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ)** publie, dans le numéro de **novembre-décembre 2006** de son bulletin d'information en santé environnementale, un état des lieux du problème, qui concerne plusieurs milliers de maisons ayant fait l'objet de déclarations depuis 2000, et une synthèse des actions à mettre en place.

A review of Source Apportionment Techniques and Marker Substances Available for Identification of Personal Exposure, Indoor and Outdoor Sources of Chemicals, Bruinen de Bruin Y., Koistinen K., Yli-Tuomi T., Kephelopoulos S. and Jantunen M., EUR 22349 EN ; 2006 – 54 pages

➔ http://www.jrc.cec.eu.int/pce/documentation/eur_reports/EUR_22349_EN_2006.pdf

Le groupe conclut également que les émissions générées par la combustion de biomasse (en particulier le bois) sont probablement cancérigènes chez l'homme (groupe 2A), de même que la friture à des températures élevées quelle que soit l'huile utilisée (230°C). Les femmes et les enfants, qui restent à la maison durant une grande partie de la journée, sont les plus exposés. Au global, c'est plus de la moitié de l'humanité qui est touchée.

➔ http://www.iarc.fr/ENG/Press_Releases/pr172a.html

Survey of the Use of Ozone-generating Air Cleaners by the California Public, Final Report: Contract No 05-301, Piazza T., University of California, Berkeley ; January 2007 – 92 pages

➔ <http://www.arb.ca.gov/research/indoor/aircleaners/aircleaners.htm>

Contamination des maisons utilisées pour la culture de marijuana par les moisissures, D'Halewyn M-A., Institut national de santé publique au Québec, Bulletin d'information en santé environnementale, Vol. 17, N°6 ; Novembre-décembre 2006 – 5 pages

➔ <http://www.inspq.qc.ca/bulletin/bise/>

Dans un contexte de renforcement de la loi relative à la lutte contre le tabagisme par l'interdiction de fumer dans les lieux publics, l'**Institut national de santé publique du Québec** (INSPQ) a dressé et publié en **mai 2006** un bilan des connaissances scientifiques disponibles sur **les effets sanitaires du tabagisme passif**, en particulier chez les travailleurs de la restauration et de l'hôtellerie. Les effets cancérigènes, les effets sur les systèmes respiratoire, cardiovasculaire et reproductif, ainsi que les effets sur le fœtus et la santé périnatale sont décrits. En outre, l'historique et les analyses coûts-bénéfices des réglementations anti-tabac sont rapportés. Les retours d'expérience d'initiatives nord-américaines (villes de Ottawa et New-York par exemple) sont décrits afin d'en dégager les conditions de réussite de la mise en œuvre des politiques de restriction de l'usage du tabac.

Par ailleurs, l'INSPQ a publié en **juillet 2006** un rapport très complet sur **la ventilation des logements et la santé**. Après la description des principes techniques de la ventilation et le rappel de la réglementation en vigueur au Canada et au Québec, une revue exhaustive des études relatives aux effets de la ventilation des bâtiments d'habitation sur la santé respiratoire des occupants est fournie ; 75 études ont répondu aux critères d'inclusion à l'analyse approfondie. Le recensement des études sur les liens directs et indirects (concentration en allergènes d'acariens, en moisissures, en COV*) de la ventilation sur la santé est enrichi de l'examen des travaux consacrés aux bâtiments publics et aux immeubles de bureaux. Les effets néfastes de la ventilation (défiance de la

maintenancement notamment) sont également répertoriés. De cette revue bibliographique, il ressort que les études ayant étudié le lien direct ventilation – santé tendent à démontrer une tendance à la diminution des symptômes respiratoires et d'allergie des enfants avec l'amélioration de la ventilation, sans que pour autant un seuil minimal de taux de renouvellement d'air ne puisse être établi formellement. En deçà de 0,5 h⁻¹, un lien avec des effets sur la santé respiratoire est suggéré par les études. S'agissant des études indirectes, les auteurs estiment que les relations entre la ventilation et les concentrations intérieures en COV* ou en moisissures sont trop peu documentées et que la relation avec l'asthme (relation ventilation/acariens/asthme) a été traitée uniquement dans les pays scandinaves et mériterait d'être étudiée dans d'autres pays.

La fumée de tabac secondaire, Effets sur la santé et politiques de contrôle de l'usage du tabac dans les lieux publics, Guérin D., Guyon L., Fournier M. *et al.*, Institut national de santé publique du Québec, ISBN 2-550-47278-0 ; Mai 2006 – 251 pages

La ventilation des bâtiments d'habitation : impacts sur la santé respiratoire des occupants, Lajoie P., Leclerc J.-M. et Schnebelen M., Institut national de santé publique du Québec, ISBN 2-550-47398-1 ; Juillet 2006 – 222 pages

➔ <http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/487-FumeeTabacSecondaire.pdf> et <http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/490-VentilationBatimentsHabitation.pdf>

GLOSSAIRE

BPCO : Broncho-Pneumopathie Chronique Obstructive

CFD : *Computational Fluid Dynamics*

CIRC : Centre International de Recherche sur le Cancer

CO : monoxyde de carbone

COV : Composés Organiques Volatils

FTE : Fumée de Tabac Environnementale

IC_{95%} : Intervalle de Confiance à 95 %

HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

LQ : Limite de Quantification

OQAI : Observatoire de la QAI*

OR : *Odd Ratio*

PM_{2,5/10} : Particules de diamètre aérodynamique médian inférieur à 2,5/10 µm

QAI : Qualité de l'Air Intérieur

US-EPA : *US Environmental Protection Agency* (Agence américaine de l'environnement)

Animation du réseau RSEIN et publication de *Info Santé Environnement Intérieur* coordonnées par l'INERIS

Directeur de la publication : Georges Labroye

Directeur de la rédaction : André Cicoella

Comité de rédaction du N°17 : Blondeau P., Desqueyroux H., Dor F., Ezratty V. et Mandin C.

Coordination et contact : Corinne Mandin corinne.mandin@ineris.fr

INERIS, Parc Technologique ALATA, BP 2, 60 550 Verneuil-en-Halatte

ISSN : En cours

Le réseau RSEIN, en relation avec l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur, est constitué de représentants des structures suivantes : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie, Association pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique et ses comités régionaux Nord-Pas de Calais et PACA-Marseille, ATMO Poitou-Charentes représentant les Associations Agréées pour la Surveillance de la Qualité de l'Air, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Centre Technique du Bois et de l'Ameublement, Complexe de Recherche Interprofessionnel en Aérothermochimie, Faculté de Pharmacie de Marseille, Faculté de Pharmacie de Paris V, Hôpitaux de Rouen, Hôpitaux de Strasbourg, Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale, Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire, Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques, Institut de Veille Sanitaire, Laboratoire Central de la Préfecture de Police de Paris, Laboratoire d'Étude des Phénomènes de Transfert Appliqués au Bâtiment, Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris, Laboratoire du Génie de l'Environnement Industriel – antenne de Pau de l'École des Mines d'Alès, MEDIECO, SEPIA-Santé, Service d'Études Médicales de EDF-Gaz de France, Université de Caen, Vincent Nedellec Consultants.

Pour tout abonnement à la version électronique du bulletin, veuillez adresser vos coordonnées par email à : corinne.mandin@ineris.fr