



Info Santé Environnement Intérieur

N°15
Mai 2006

Bulletin de veille scientifique conçu et réalisé par le réseau RSEIN *Recherche Santé Environnement Intérieur*, grâce à des financements du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable et de la Direction Générale de la Santé

EDITO

Expertises technique et métrologique et qualité des environnements intérieurs

La dégradation de la qualité des environnements intérieurs (Ei), notamment de l'air, en liaison avec les eaux, les surfaces voire les déchets, tient à toute une série de facteurs physiques, chimiques et (micro-)biologiques plus ou moins associés et interactifs. Elle concerne divers types de locaux : logements, locaux de travail, scolaires, éducatifs, sociaux, sportifs, publics ou non, et des ambiances assimilables tels les systèmes de transport. On a connaissance d'anomalies dans diverses circonstances : à l'occasion d'incidents ou d'accidents, de plaintes des usagers, de pathologies individuelles ou collectives déclarées, confirmées ou non par un médecin, mais aussi à l'occasion d'études ou de recherches systématiques sur programmes universitaires ou publics, tels ceux de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI). Dans cet ensemble de locaux, en général, aucune surveillance réglementaire n'est prévue, sauf dans les locaux de travail et, dans une moindre mesure, dans les locaux à fréquentation publique et, dans ce dernier cas, au regard de critères en nombre extrêmement réduit. Par contre, en milieu de travail, surtout de type industriel, la surveillance et la prévention sont fondées sur le principe d'une triple approche coordonnée : le contrôle de la qualité de l'ambiance au poste de travail (exposition externe), l'exposition interne, si possible (grâce à des biomarqueurs d'exposition, d'effets ou de sensibilité) et la surveillance médicale clinique et biologique ; les deux premiers aspects s'appuient souvent sur des Instituts spécialisés et participent d'une approche préventive d'ordre technique (le poste de travail) et médical (le travailleur).

Un tel schéma n'est évidemment pas pensable en l'état dans des logements ou des lieux publics mais on pourrait s'en inspirer pour partie sous l'angle de la surveillance de l'environnement collectif dans les locaux dédiés à la fréquentation publique. Mais pour aller dans ce sens, il faudrait recourir à un double diagnostic : l'un, technique, s'intéresserait régulièrement aux caractéristiques du local en cause, sous l'angle du bâti (« l'enveloppe ») et de son « contenu », en termes d'équipements, de fonctionnement, de maintenance et des diverses activités en jeu ; l'autre, métrologique, reposerait sur des critères de qualité de l'environnement intérieur concernant, notamment l'air, mais pas seulement, si possible au regard d'indicateurs réglementaires, encore rares ou à l'étude. Ces deux diagnostics doivent être étroitement associés, qu'il s'agisse d'ailleurs de surveillance préventive ou de diagnostic à établir après un incident d'ordre technique et/ou médical. Mais faute d'indicateurs aussi « simples » que ceux de l'air extérieur, et sauf cas particulier (par exemple, des programmes de recherche à visée exploratoire tels ceux de l'OQAI), il faut se garder, dans toute la mesure du possible, de procéder à des mesurages systématiques de tel ou tel polluant de forte notoriété et, *a fortiori*, de toute une série de polluants sans justification et sans référence étroite au diagnostic technique, qui doit primer et, éventuellement, au diagnostic médico-biologique lorsque cette dernière option est nécessaire ou possible.

Le problème est, qu'en France, en dehors du milieu de travail, on dispose de peu d'indicateurs réglementaires de qualité des Ei, d'une part, et que les structures capables de prendre en charge les diagnostics technique et métrologique sont assez rares, d'autre part. On ne retrouve pas, pour les Ei, les instruments existant dans le cadre du suivi de la qualité des eaux, des aliments (laboratoires et services agréés, en particulier) et de l'air extérieur (Associations agréées pour la surveillance de la qualité de l'air, AASQA), liés à un contrôle administratif intégré. Un modèle, certes perfectible, existe pourtant à Paris avec le Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris (LHVP). Ce service est en fait une mosaïque d'ingénieurs et techniciens, physico-chimistes ou (micro-)biologistes, de biologistes pharmaciens ou médecins, aptes à assumer seuls ou associés à d'autres compétences, le double ou triple diagnostic technique, métrologique et (bio-)médical évoqués précédemment.

Suite en page 2

Bernard FESTY, Professeur Émérite

Des initiatives intéressantes ont été lancées à Strasbourg avec la création de Conseillers médicaux en environnement intérieur et ce modèle s'est traduit par une certaine diffusion en France, à partir de la volonté de mieux maîtriser l'environnement domestique des sujets asthmatiques. Cependant, nous manquons de structures publiques ou privées capables d'intervenir dans les Ei. Nous sommes trop souvent, les uns ou les autres, embarrassés pour répondre à des demandes de plus en plus nombreuses, à mesure que diffusent, dans la société civile, des connaissances et interrogations sur la qualité des Ei en relation avec le bâtiment, son fonctionnement, les activités humaines et les produits divers utilisés dans la vie courante à l'intérieur de locaux divers, dont les logements.

Il me semble que le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB), l'OQAI et les ministères en charge de la santé, de l'environnement, du logement voire du travail devraient, avec le développement prévisible de la santé environnementale, lancer une réflexion sur le thème des instruments de diagnostic de la qualité des Ei. Il faudrait d'abord faire, aux différentes échelles administratives françaises, un inventaire des moyens disponibles, publics ou privés, en termes de laboratoires et/ou de structures techniques compétentes et, à tout le moins, d'en faciliter la mise en réseau à disposition de l'administration et du public.

Mais cette action devrait aller plus loin et, dans l'idéal, la réflexion pourrait porter sur l'intérêt de susciter la création expérimentale, à un niveau (inter-)régional a priori favorable, d'une structure publique ou privée opérationnelle, multi-professionnelle et multi-disciplinaire, capable d'aborder la problématique « qualité des Ei » sous les angles technique et métrologique, en associant étroitement certaines compétences du type de celles trouvées au CSTB, au LHVP, à l'INERIS, dans les Services communaux d'hygiène et de santé, les AASQA... entre autres. Au travers de cet organisme à « inventer », on pourrait non seulement traiter les problèmes et anomalies de l'habitat au sens large mais aussi aider à promouvoir la diffusion des concepts de santé environnementale et de développement durable, tant au niveau individuel que collectif.

Bernard FESTY, Professeur Émérite

SOMMAIRE

Substances → p2 ; Lieux de vie → p7 ; Effets sanitaires → p10 ; Informations diverses → p12
Les astérisques renvoient aux termes du glossaire. → p18

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.



SUBSTANCES

Distributions de l'intensité des émissions de PM_{2,5} liées aux activités de cuisson

Les activités de cuisson constituent avec la fumée de tabac une source majeure de particules dans l'habitat. Du fait d'un temps passé dans les environnements intérieurs important, la contribution de ceux-ci à l'exposition des occupants n'est pas négligeable. La caractérisation des émissions de particules par ces sources reste toutefois assez peu documentée. L'objectif de l'étude est d'estimer les paramètres (facteur d'émission en PM_{2,5}*, taux de décroissance, durée de l'émission) propices à la caractérisation de l'exposition personnelle des occupants aux particules émises lors des activités de cuisson.

L'équipe du Laboratoire National de Recherche sur l'Exposition (NERL), qui dépend de l'US-EPA*, se base sur le groupe de 36 résidences de Caroline du Nord (USA) investiguées dans le cadre de la *Research Triangle Park PM Panel Study*. Les occupants sont des personnes âgées (> 55 ans) non-fumeurs souffrant d'hypertension (29 cas) ou munis d'un défibrillateur

cardiaque (8 cas). Les occupants de chaque résidence disposent d'un enregistreur passif personnel, mesurant durant 7 jours la concentration en PM_{2,5}* toutes les minutes. Cette semaine de mesures est répétée sur 4 saisons consécutives de l'été 2000 au printemps 2001. Parallèlement aux mesures personnelles, un enregistreur du même type est disposé dans le séjour. Des mesures intégrées sur 24 heures (notamment PM_{2,5}*, PM₁₀*, carbone élémentaire/organique, taux de renouvellement d'air par traceurs perfluorés) sont réalisées. L'appareil utilisé pour la mesure en continu est un néphélomètre DataRam prDR-1000, comptant selon le diamètre optique des particules entre 0,1 et 10 µm. Par ailleurs, les occupants remplissent chaque jour de mesure des budgets espace-temps-activités en renseignant la pièce qu'ils occupent toutes les 15 minutes et leurs activités liées notamment à la cuisson.

Ce sont les mesures personnelles qui ont été utilisées pour estimer les taux d'émission des activités de cuisson. Seuls les pics de concentration en PM_{2,5}* associés strictement à une activité de cuisson ont été pris en considération, en sélectionnant ceux qui présentaient une durée supérieure à 5 minutes, un rapport signal / bruit supérieur à 2 et suivi d'un retour au niveau de fond. L'information sur le type (friture, grillade) et le mode de cuisson (plaque de cuisson, four, micro-ondes, gril) était disponible pour deux tiers des événements recensés (plus de 400).

Les principaux résultats sont regroupés dans le tableau ci-dessous. La distribution des taux d'émission suit une loi log-normale. Les activités de cuisson décrites en tant qu'aliments surcuits ou grillés présentent les taux d'émission les plus élevés mais sont peu nombreuses. Au contraire, la cuisson par friture représente un quart des activités de cuisson recensées. Un autre quart est constitué par l'usage d'une plaque ou d'un four classique ou micro-ondes. Un tiers des événements n'est pas spécifié. La cuisson par appareil électrique présente des taux d'émission de particules plus élevés par rapport aux appareils utilisant du gaz, mais la différence n'est pas significative. La comparaison

des taux d'émission suivant la saison ou le moment de la journée (petit-déjeuner, déjeuner, dîner) ne montre pas de différences significatives. Les taux d'émission varient par contre sensiblement pour un même occupant et surtout d'un occupant à l'autre, traduisant des habitudes de cuisine différentes. Deux groupes peuvent être finalement distingués : un premier dont les activités de cuisine ne génèrent que peu de particules PM_{2,5}* et un second présentant des taux d'émission extrêmement variables. Le genre, l'âge, le statut, le taux de renouvellement d'air et le type de cuisinière n'expliquent pas les différences observées.

Les durées de cuisson présentent une médiane à 7 minutes avec 95 % des événements durant moins de 30 minutes. Une différence significative est observée entre l'automne et l'été et entre le dîner et le petit-déjeuner.

Le taux de décroissance comprenant l'ensemble des puits de particules y compris le renouvellement d'air est généralement compris entre 0,1 et 0,4 h⁻¹ avec une valeur médiane à 0,17 h⁻¹. Aucune corrélation n'a été observée entre le taux de renouvellement d'air (intégré sur 24 h) et le taux de décroissance calculé sur quelques minutes.

Synthèse statistique des taux d'émission en PM_{2,5}* (mg/min), des durées (min) et des taux de décroissance (h⁻¹)

Mode de cuisson	n	Taux d'émission moyen (mg/min)				PM _{2,5} : concentration moyenne (µg/m ³) personnelle (séjour)	Durée moyenne (min)	Taux de décroissance moyen (h ⁻¹)									
		Écart-type	Min	Médiane	Max			Écart-type	Min	Médiane	Max						
Toutes activités de cuisson	411	36	98	0,6	12	1496	188 (122)	10,9	13,6	1	7	178	0,27	0,3	0,01	0,17	2,8
Aliments surcuits	6	470	530	116	231	1496	1360 (603)	5,7	3,2	3	4,5	10	0,77	1	0,08	0,34	2,8
Aliments grillés	3	173	92	91	155	272	679 (220)	4,3	3,2	2	3	8	0,44	0,35	0,17	0,31	0,83
Friture	105	60	92	1,9	33	663	341 (215)	8,3	6,5	2	6	39	0,25	0,25	0,02	0,17	1,5
Friture (électrique)	75	69	104	1,9	37	663	377 (235)	8,9	7	2	7	39	0,24	0,25	0,02	0,16	1,5
Friture (gaz)	30	38	44	3,8	27	233	189 (133)	6,6	4,6	2	5	23	0,27	0,24	0,04	0,17	1,2
Gril-four	7	51	27	22	45	89	72 (3)	3,3	1,4	2	3	6	0,85	0,68	0,13	0,59	2,1
Plaque de cuisson	40	17	35	0,6	6,9	219	110 (87)	12,5	27,3	2	7	178	0,18	0,22	0,03	0,12	1,3
Plaque électrique	33	19	38	0,7	7	219	123 (98)	13,4	30	2	7	178	0,19	0,23	0,03	0,11	1,3
Plaque gaz	7	10	10	0,6	4,9	29	42 (27)	8,1	5,5	2	7	16	0,08	0,02	0,04	0,08	0,1
Four micro-ondes	20	11	11	1,4	7,4	44	47 (37)	6,3	4,2	2	6	20	0,3	0,23	0,06	0,24	0,98
Four	38	10	12	0,9	7,7	69	76 (66)	13,2	14	2	8	68	0,18	0,16	0,01	0,13	0,81
Four électrique	33	11	13	0,9	7,8	69	74 (67)	13,1	14,7	2	7	68	0,19	0,17	0,01	0,15	0,81
Four gaz	5	6,8	7,8	2	4,2	21	87 (63)	14	9,6	4	13	29	0,08	0,02	0,04	0,08	0,1
Multiple (ex : four + plaque)	43	29	63	0,8	10	360	244 (117)	17,4	23,4	1	11	143	0,18	0,21	0,03	0,11	1,2
Non spécifié	149	14	17	0,7	7,9	107	84 (79)	8,6	7,2	2	7	46	0,31	0,28	0,03	0,24	2,1
Tout électrique	141	43	82	0,7	18	663	230 (154)										
Tout gaz	42	29	40	0,6	17	233	133 (93)										
Printemps	96	44	158	0,6	13	1496		9,2	7,8	1	7	46	0,28	0,36	0,03	0,17	2,8
Été	111	34	63	1,2	12	460		7,7	5,6	2	6	36	0,25	0,19	0,02	0,21	0,86
Automne	121	31	84	0,7	10	663		13	22,1	2	6	178	0,27	0,33	0,01	0,15	2,1
Hiver	83	33	59	0,7	15	425		9,7	9,2	2	7	68	0,28	0,3	0,02	0,16	1,5
Petit déjeuner	83	44	90	0,7	19	663		7,2	6,1	2	5	46	0,33	0,32	0,02	0,25	2,1
Déjeuner	109	51	158	0,7	16	1496		8,8	17,4	2	6	178	0,29	0,35	0,03	0,21	2,8
Dîner	128	24	48	0,9	9,3	425		11,7	10,7	1	8	68	0,26	0,29	0,01	0,16	2,1

Comme le soulignent les auteurs, ces données peuvent difficilement être étendues à une population plus importante. Par ailleurs, les habitudes de cuisson restent difficilement transposables d'un pays ou d'une culture à l'autre. Ces résultats semblent donc limités aux États-Unis, voire même à la seule population âgée de Caroline du Nord. La démarche est toutefois intéressante car elle associe la mesure personnelle continue avec des informations fournies par un budget espace-temps-activités. L'activité de cuisson reste assez vaguement décrite ce qui nuit grandement à l'interprétation des résultats. La présence ou non d'une hotte n'est également pas indiquée.

L'appareil utilisé est un compteur optique qui ne mesure pas directement une concentration en $PM_{2,5}^*$, mais un nombre de particules par volume sur différents canaux. La transition de l'un à l'autre nécessite une hypothèse sur la densité de l'aérosol, laquelle peut varier suivant la source. Par ailleurs, l'appareil est limité à la détection des particules dont le diamètre optique est supérieur à $0,1 \mu m$. Les particules ultra-fines générées par la combustion ne sont pas détectées, ce qui est dommage même si leur contribution à la masse est négligeable. La question sous-jacente est donc de savoir si le taux d'émission en $PM_{2,5}^*$ est le paramètre approprié aux modèles d'exposition de la population aux particules dans les environnements intérieurs. Concernant l'efficacité de prélèvement, rien n'est indiqué. Or, elle varie suivant le diamètre des particules et la distance à la source.

Si la mesure par appareil portatif est une méthode de choix pour évaluer l'exposition individuelle, elle est difficilement utilisable comme référence pour déterminer le taux d'émission d'une source fixe, en l'occurrence l'activité de cuisson.

En conclusion, la caractérisation des sources d'émission de particules, notamment des activités de cuisson, omniprésentes dans l'habitat, apparaît nécessaire pour pouvoir appliquer efficacement des modèles d'exposition de la population aux particules dans les environnements intérieurs. L'article donne une idée de ce qui peut être réalisé comme méthodologie, mais l'utilisation d'une mesure personnelle pour caractériser les sources et le choix du paramètre $PM_{2,5}^*$ est discutable. La caractérisation d'une source en enceinte contrôlée paraît plus appropriée qu'une caractérisation *in situ* où les paramètres restent difficiles à maîtriser et les conditions d'exposition (notamment placement et mouvement des occupants) très variables d'un essai à l'autre.

Source : Olson D.A. and Burke J.M. ; Distributions of $PM_{2.5}$ source strengths for cooking from the Research Triangle Park Particulate Matter Panel Study ; Environmental Science & Technology, 40(1) [2006]: 163-169

Article analysé par : Olivier RAMALHO, Centre scientifique et technique du bâtiment – CSTB ; ramalbo@cstb.fr



SUBSTANCES

Identification de la moisissure *Stachybotrys chartarum* : pourquoi une telle complexité ?

L'identification au niveau de l'espèce des moisissures est souvent laborieuse car la technique utilisée en routine est la microscopie optique. Il en résulte les aléas liés en particulier à l'échantillonnage direct de la culture mycélienne, comme la déstructuration des éléments mycéliens. Cette identification est pourtant essentielle pour distinguer les espèces dont les potentialités peuvent être fort différentes. Enfin, il n'est pas rare que les moisissures aient plusieurs noms, soit parce qu'une singularité observée par un microbiologiste a fait croire à une espèce nouvelle, soit parce qu'elle prend des aspects morphologiques différents selon l'âge de la culture au moment de l'observation ou selon le milieu de culture utilisé. Les techniques de biologie moléculaire peuvent être une aide précieuse.

Stachybotrys chartarum (*Sc*) possède trois synonymes homotypiques : *Stilbospora chartarum* Ehrenberg 1818, *Oidium chartarum* Ehbrenb. ex Link 1824, *Oospora chartarum* Ehbrenb. ex Link 1833. C'est en 1837 que *Stachybotrys* a été proposé comme nouveau genre, l'espèce type étant *S. atra* Corda, un des 16 synonymes hétérotypiques de *Sc*. Actuellement les mycologistes s'accordent sur le seul nom de *Stachybotrys chartarum*.

Sc a des effets sur la santé connus depuis les années 1930. Son implication dans le syndrome des bâtiments malsains (*Sick Building Syndrome*) a été évoquée en 1999 dans les immeubles humides. Cette même année, *Sc* a attiré l'attention des pouvoirs publics américains lorsqu'il a été associé à des pneumonies hémorragiques chez des enfants à Cleveland (USA). À cette occasion, une souche hautement toxique a été isolée.

En réalité, l'espèce *Sc* n'est pas bien définie, ce qui conduit à des identifications imprécises. Des études récentes (2002 et 2003) ont montré la complexité de ce taxon difficile à distinguer d'autres espèces d'aspects morphologiques très proches (par exemple *S. chlorobalonata*) qui coexistent dans les mêmes environnements intérieurs que *Sc*. En effet :

- *Sc* présente une variabilité morphologique certaine (taille des spores en particulier), ce qui, selon les auteurs, pourrait s'expliquer par l'existence dans une même culture d'espèces non encore décrites ;
- en matière de toxines, Andersen *et al.* (2002) ont montré que *Sc* présente 2 chemotypes, l'un producteur d'atratoxine et l'autre de trichothécènes. De plus, l'identification de *Sc sensu lato* n'indique pas nécessairement la production de trichothécènes ;
- enfin, les sondes utilisées actuellement en PCR (*Polymerase Chain Reaction*) ne permettent pas de différencier certaines espèces voisines de *Sc*, ce qui suggère qu'elles ne sont utilisables que pour identifier *Sc* au sens large.

Bien que l'identification de l'espèce *Sc* ait semblé jusqu'à présent facile en raison de l'organisation unique de ses conidiophores et phialides et de l'ornementation de ses spores, l'étude conclut que *Stachybotrys chartarum* n'est pas une espèce bien définie en raison de la variabilité morphologique (taille et forme des conidies) observée dans les souches étudiées. La réponse de *S. yunnanensis* et de *S. chlorobalonata* à la sonde *Sc* pose la question du bien-fondé de la différenciation des espèces et demande des études complémentaires en raison des implications sanitaires attribuées à *Stachybotrys chartarum*.

Source : Li D.W. and Yang C.S. ; Taxonomic history and current status of *Stachybotrys chartarum* and related species ; Indoor Air, 15(Supp. 9) [2005]: 5-10

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



SUBSTANCES

Analyse des endotoxines surfaciques par prélèvement à l'aide de lingettes électrostatiques

La mesure des concentrations d'endotoxines se pratique dans la poussière collectée à l'aide d'un aspirateur et nécessite la manipulation de filtres par du personnel formé. L'objectif des travaux de Thorne *et al.* est d'étudier la possibilité de faire pratiquer les échantillonnages par les résidents et non plus par des techniciens préleveurs, ce qui diminuerait les coûts et éviterait les difficultés d'accès aux locaux. Les lingettes électrostatiques ont été très utilisées pour la recherche de plomb dans la poussière et il est donc logique de tenter de les utiliser pour la mesure des endotoxines qui sont extraites du même substrat.

La méthode développée et décrite avec précision, est très lourde à mettre en œuvre. En effet, il convient tout d'abord de vérifier que les lingettes i) ne contiennent pas d'endotoxine, ii) n'ont ni pouvoir antagoniste, ni pouvoir amplificateur de la réaction endotoxine-test Limulus et iii) permettent une extraction acceptable des endotoxines prélevées. Dans un deuxième temps, la contamination éventuelle des échantillons par les mains est évaluée, ce qui nécessite au préalable de vérifier que les gants jetables ne contiennent pas d'endotoxines, puis de faire des prélèvements avec et sans gants. Plusieurs lots de lingettes et 8 types de gants ont été analysés par la technique cinétique.

Les résultats de cette très intéressante étude montrent la grande variabilité, inter- et intra-lots de lingettes : concentrations d'endotoxines de quelques unités à 5 810 unités endotoxines (UE). Ceci est dû en grande partie au conditionnement dans des boîtes en carton. Comme on pouvait s'y attendre, le risque de contamination des échantillons par les mains de la personne responsable des prélèvements est important. Les gants à usage unique montrent également une grande variabilité des teneurs en endotoxines (3,6 à 87,8 UE). En prenant les meilleurs gants et lingettes (au nombre de 3), et en utilisant des poussières contenant des quantités d'endotoxines connues, le taux de récupération est compris entre 43 et 96 %.

Les auteurs concluent que l'échantillonnage des endotoxines à l'aide de lingettes électrostatiques est possible par des personnes non qualifiées. Cela nécessite cependant des précautions particulières et incontournables, à savoir d'une part, une étude préalable approfondie en laboratoire afin de choisir les lingettes électrostatiques et gants à usage unique qui présentent une charge minimale et stable en endotoxines, et d'autre part, l'élaboration d'un protocole d'échantillonnage précis.

Compte tenu des difficultés de la mesure des endotoxines et des nombreux facteurs de contamination des échantillons (avant, pendant et après), il faudrait évaluer les différences de coût entre le déplacement de techniciens sur site (qui ne font, par ailleurs, pas que des prélèvements), et le coût des produits et matériels nécessaires pour mener à bien des échantillonnages fiables d'endotoxines. Il n'est pas sûr que le gain soit réel. Néanmoins, ce type d'échantillonnage est intéressant car il évite le transport de matériel lourd et encombrant jusqu'au lieu d'échantillonnage, ce qui est loin d'être négligeable en terme ergonomique.

Source : Thorne P.S., Metwali N., Avol E. *et al.* ; Surface sampling for endotoxin assessment using electrostatic wiping cloths ; *Annals of Occupational Hygiene*, 49(5) [2005]: 401-406

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



SUBSTANCES

Distribution des résidus de pesticides à l'intérieur de maisons de l'État de New-York

Suite à une étude préliminaire ayant montré que de nombreux pesticides pouvaient être détectés dans les poussières de maison d'agriculteurs, les auteurs ont poursuivi leurs travaux en recherchant les résidus de 17 pesticides dans 41 maisons de l'État de New-York représentant 3 catégories d'habitat (fermes où résident des agriculteurs manipulant des pesticides ; habitations en zone rurale n'abritant pas d'agriculteurs ; habitats urbains) afin d'identifier les facteurs pouvant influencer à la fois le transport et la redistribution des pesticides dans l'environnement intérieur. Les 17 substances cibles sont : méthamidophos, carbaryl, atrazine, méthyl parathion, alochlor, pendiméthaline, métolachlore, diazinon, malathion, tétraméthrine, trifluraline, resméthrine, chlorpyrifos, picloram, 2,4-D, dicamba et mécoprop. Dans chaque maison, les résidus de pesticides ont été recherchés en été (2000) et en hiver (2001) dans 4 types d'échantillons de poussières domestiques : tapis/moquettes dans le séjour, surfaces de sol lisses (linoléum, carrelage, bois), autres surfaces horizontales planes (table, rebord de fenêtre, armoire) et poussières collectées sur boîte de Pétri.

Les résultats indiquent des variations en termes de fréquence de détection et de concentration en résidus de pesticides, liées à divers facteurs comme le type de surface, les usages des pesticides, le type d'habitat ou la saison.

D'une manière générale, quel que soit le type d'habitat, en hiver comme en été, les résidus de pesticides sont plus fréquemment détectés et à de plus fortes concentrations dans les poussières des tapis que dans les poussières collectées sur des

surfaces lisses horizontales. Ceci indique que la structure fibreuse complexe des textiles et leur surface de contact élevée conduisent à une rétention des résidus sur des périodes de temps importantes. Les concentrations maximales dans les tapis ont été décrites chez les agriculteurs en été avec le chlorpyrifos ($33 \mu\text{g}/\text{m}^2$) (composé d'usage à la fois agricole et domestique). Sur les sols, les plus fortes concentrations ont été mesurées durant l'été dans les fermes avec 3 substances d'usage agricole (méthamidophos, malathion, métolachlore), ce qui suggère que ces composés peuvent être transférés depuis l'extérieur vers l'intérieur des maisons (chaussures, animaux), puis redistribués dans l'habitat par voie aérienne. A l'intérieur des habitations, les composés semi-volatils peuvent se volatiliser puis se redéposer sur les surfaces. Les teneurs maximales mesurées sont de $13,6 \mu\text{g}/\text{m}^2$ sur les sols (malathion) et de $1,8 \mu\text{g}/\text{m}^2$ sur les autres surfaces horizontales (2,4-D).

On observe également des différences en fonction de l'utilisation des pesticides (classés selon un usage en agriculture, en agriculture et horticulture ou un usage domestique). Les plus fortes teneurs et les plus fortes fréquences de détection sont relevées avec les composés utilisés en agriculture et horticulture, les plus faibles avec les substances d'usage domestique. L'utilisation domestique de pesticides influence toutefois les teneurs en résidus dans l'habitat. Les insecticides comme la resméthrine, le diazinon ou le chlorpyrifos, utilisés pour protéger les animaux d'intérieur, sont retrouvés en plus fortes quantités dans les maisons de type urbain ou rural que dans les fermes.

Pour la plupart des composés, les fréquences de détection et les quantités de résidus les plus élevées sont observées en été dans les fermes où résident des agriculteurs manipulant des pesticides. Ces différences saisonnières semblent liées à l'utilisation des pesticides destinés à l'agriculture et à l'horticulture en période estivale. Toutefois, pour certains insecticides employés pour protéger les animaux domestiques d'intérieur contre les tiques et les puces (mécoprop, resméthrine, tétraméthrine), de plus fortes quantités ont été mesurées en hiver, indiquant un usage domestique et une possible redistribution à l'intérieur de l'habitation (les fréquences de détection et quantités retrouvées pour ces composés sont cependant plus faibles que celles rapportées avec les substances employées en agriculture/horticulture). En hiver, la fermeture des maisons peut diminuer la ventilation et entraîner une redistribution des pesticides par évaporation ou par des actions mécaniques.

Cette étude montre donc que les facteurs influençant le transport et la redistribution des pesticides dans l'habitat sont nombreux et assez dépendants les uns des autres. Enfin, comme le remarquent les auteurs, si l'influence des conditions de stockage de ces composés chimiques dans l'habitat aurait mérité d'être étudiée, les phénomènes de rétention et de relargage des pesticides à partir des tapis et moquettes méritent d'être étudiés et mieux compris.

Source : Obendorf S.K., Lemley A.T., Hedge A. *et al.*; Distribution of pesticide residues within homes in Central New York State ; Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 50 [2006]: 31-44

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

À lire également :

Tumbiolo S., Gal J.F., Maria P-C. *et al.*; SPME sampling of BTEX before GC/MS analysis: Examples of outdoor and indoor air quality measurements in public and private sites ; Annali Di Chimica, 95(11-12) [2005]: 757-766

Larroque V., Desauziers V., Mocho P. ; Development of a solid phase microextraction (SPME) method for the sampling of VOC traces in indoor air ; Journal of Environmental Monitoring, 8(1) [2006]: 106-111

Robine E., Lacaze I., Moularat S. *et al.*; Characterisation of exposure to airborne fungi: Measurement of ergosterol ; Journal of Microbiological Methods, 63(2) [2005]: 185-192



LIEUX DE VIE

Caractéristiques des bâtiments associées aux teneurs en phtalates dans les poussières intérieures

Une étude épidémiologique récente a montré, en Suède, une association entre les symptômes persistants d'allergie chez l'enfant et la présence de n-butylbenzyle phtalate (BBzP) et de di-(2-éthylhexyle)-phtalate (DEHP) dans la poussière de sa chambre. L'étude de Bornehag *et al.* a cherché à identifier les caractéristiques des habitations les mieux associées aux concentrations de phtalates mesurées dans les poussières.

Les 400 enfants de l'enquête épidémiologique (198 cas et 202 témoins) ont été inclus dans l'étude, soit 390 logements (dix paires de frères et sœurs). Dix enquêteurs ont relevé les caractéristiques du bâti (date de construction, maison individuelle, maison multifamiliale, appartement), les modalités de ventilation, les revêtements de sol et de mur, et la présence ou non de fuite d'eau (historique rapporté par les parents).

Au cours de ces visites, les prélèvements de poussières, réalisés d'octobre 2001 à avril 2002 (période de chauffage) dans la chambre de l'enfant, ont permis de doser les teneurs en phtalates : diéthyle phtalate (DEP), diisononyl phtalate (DINP), diisobutyle phtalate (DIBP), di-n-butyle phtalate (DnBP), BBzP et DEHP. Ces visites ont aussi été l'occasion de mesurer, en moyenne sur une semaine, les taux de ventilation dans l'habitation et dans la chambre de l'enfant au moyen de gaz traceurs (méthode passive). Les associations statistiques entre concentrations en phtalates dans les poussières et différentes caractéristiques de l'habitation ont été examinées par des tests paramétriques (t-test et corrélation de Pearson), non paramétriques (Man-Whitney U-test), puis confirmées par régressions multi-logistiques.

Parmi les 390 habitations, 82 % sont des maisons individuelles. Dans les chambres, les sols sont en PVC (54 %), en parquet de bois (31 %), en laminé (10 %), en linoléum (3 %) ou moquetés (1 %). Les murs des chambres sont couverts avec du papier peint (85 %), du papier vinyle (9,5 %), de la fibre de verre peinte (8 %), du bois (3 %) ou du tissu (0,5 %). 46 % des habitations ont été construites avant 1960, 27 % entre 1960 et 1976, 23 % entre 1977 et 1993, et 3 % après 1993. Le phtalate le plus fréquemment retrouvé dans les échantillons de poussières est le DEHP (99 % des échantillons). Viennent ensuite, par ordre décroissant de fréquence, le DnBP (89 %), le BBzP (79 %), le DIBP (54 %), le DINP (50 %) et le DEP (9%). Seules les concentrations en BBzP et DEHP sont augmentées par la présence de sol en PVC. Le bruit de fond en DEHP dans les poussières de maisons hors matériaux PVC est cependant plus élevé que celui en BBzP. Dans les habitations ayant connu des fuites d'eau au cours des trois dernières années, les concentrations en BBzP sont significativement supérieures à celles dans les autres habitations. Il n'y a pas d'association significative entre teneur en phtalates et date de construction, sauf si l'on restreint l'analyse aux seules habitations ayant un sol en PVC. Dans ce cas, les concentrations moyennes sont plus élevées dans l'habitat construit avant 1960 comparé à celui construit après 1983. Le taux de

ventilation n'a pas d'influence sur les teneurs en phtalates dans les poussières d'habitations. Il en est de même pour la présence de papier vinyle sur les murs. Enfin, comparées aux résultats d'autres enquêtes nationales (Allemagne, Danemark, Norvège, USA), les teneurs en DEHP et BBzP semblent plus élevées en Suède, ce que les auteurs expliquent par une plus grande utilisation de sol en PVC par rapport aux autres pays.

Au bilan, la présence de DEHP et de BBzP dans les poussières des habitations est associée à l'utilisation de sols en PVC, ce qui n'est pas le cas des autres phtalates. Les fuites d'eau sont le seul facteur aggravant identifié. Cependant, les niveaux de fond dans l'habitat suédois étant assez élevés, il existe manifestement d'autres sources intérieures que l'enquête n'a pas identifiées. Bien qu'ils soient incomplets, les facteurs de risques identifiés peuvent être utilisés pour la recherche des lieux à forte concentration en phtalates et pour définir les actions de réduction de risque.

Source : Bornehag C.G., Lundgren B., Weschler C.J. *et al.* ; Phthalates in indoor dust and their association with building characteristics ; Environmental Health Perspectives, 113(10) [2005]: 1399-1404

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



LIEUX DE VIE

Ozonolyse des terpènes dans les systèmes de ventilation mécanique

Suite dans ce numéro du bulletin de la saga des monoterpènes et de l'ozone conduisant à la formation de produits secondaires nocifs dans l'air intérieur (acides carboxyliques notamment). Après un résumé très complet des épisodes précédents, de la mise en évidence des phénomènes de réactivité entre ces espèces jusqu'aux récentes tentatives d'évaluation de leur impact sanitaire, Fick *et al* explorent ici un nouveau cadre pour ces réactions : les installations de ventilation munies d'un récupérateur de chaleur (échangeur à plaques ou rotatif). En répétant les mesures :

- pour différents niveaux de concentration en ozone et en terpènes (α -pinène, Δ^3 -carène et limonène) ;
- pour 2 longueurs de gaines en acier galvanisé ;
- et pour 2 temps de réaction (la manière dont ce paramètre est modifié n'apparaît pas explicitement dans l'article) ;

et à l'aide d'une méthode de traitement statistique basée sur les plans d'expérience, Fick *et al* ont en effet tenté d'évaluer quelle pouvait être l'influence de ces paramètres sur le taux d'oxydation des terpènes avant même que l'air ne soit introduit dans les bâtiments. Les résultats obtenus mettent

clairement en évidence la prépondérance de facteurs tels que le niveau de concentration en ozone à l'entrée du système de ventilation et le temps de réaction. Toutefois, le taux de décomposition des terpènes entre l'entrée et la sortie du système est sensiblement différent suivant les espèces et ne varie pas linéairement en fonction de ces deux paramètres.

Outre ces aspects quantitatifs qui ne sont certes pas dénués d'intérêt, mais qui ne constituent en définitive qu'une confirmation de la complexité des phénomènes impliqués, les deux principales conclusions de l'étude sont :

- d'une part, que le taux d'oxydation des terpènes à l'intérieur des installations de ventilation est manifestement faible au vu des conditions dans lesquelles elles opèrent classiquement (au maximum, 15 % de la masse de terpène pénétrant dans l'installation y serait oxydé par l'ozone) ;
- d'autre part, que cette oxydation résulte autant (et probablement davantage) des phénomènes de réactivité catalytique à la surface des gaines et des composants de l'installation, que des réactions chimiques dans l'air.

Cette dernière conclusion est à la fois corroborée par le fait que l'échangeur rotatif, qui présente soi-disant une surface de contact avec l'air beaucoup plus élevée que l'échangeur à plaques, induit les taux d'oxydation les plus importants, et que l'augmentation de la longueur de gaine en présence d'ozone induit dans certains cas une augmentation significative de ce taux d'oxydation (aucune variation notable en absence d'ozone). Elle est lourde de conséquences pour le modélisateur qui, en dépit des quelques éléments explicatifs livrés dans l'article, trouve en ces réactions catalytiques de surface un domaine d'étude fort méconnu.

Notons pour finir que le lecteur intéressé par cette thématique pourra également consulter l'article de

Beko *et al.* qui traite pour sa part des phénomènes d'oxydation des COV à la surface des filtres et des conséquences sur la qualité de l'air perçue dans les bâtiments (problèmes d'odeurs ; référence dans l'encadré « À lire également » ci-après).

Source : Fick J., Pommer L., Astrand A. *et al.* ; Ozonolysis of monoterpenes in mechanical ventilation systems ; Atmospheric Environment, 39(34) [2005]: 6315-6325

Article analysé par : Patrice BLONDEAU, Laboratoire d'Étude des Phénomènes de Transfert appliqués au Bâtiment – LEPTAB, Université de La Rochelle ; patrice.blondeau@univ-lr.fr



LIEUX DE VIE

Un nouveau modèle pour l'évaluation de l'homogénéité et du temps de mélange du polluant particulaire dans une ambiance ventilée

L'idée originale de cette étude consiste en l'amélioration du traitement du dépôt particulaire dans les calculs numériques de type CFD (*Computational Fluid Dynamics*). Les auteurs ont implémenté le modèle eulérien de Lai et Nazaroff (2000) qui permet d'évaluer le dépôt des particules sur les parois lisses par la simple connaissance du champ de concentration à proximité des parois et de la vitesse de friction de l'air sur celles-ci, données qui sont directement accessibles lors d'un calcul CFD.

La conclusion principale de cette étude est que l'hypothèse forte d'homogénéité de la concentration en polluant n'est pas vérifiée dans le cas des particules de diamètre supérieur à 5 μm . Cette observation est très importante en vue d'améliorer les modèles d'évaluation de l'exposition au polluant particulaire dans les ambiances pour lesquelles l'hypothèse d'homogénéité est toujours admise. La différence de prédiction induite par la prise en compte de cette hétérogénéité par rapport au modèle classique deviendra probablement significative dans le cas de sources ponctuelles de grosses particules.

Si cette étude est correctement menée et validée par la comparaison avec les mesures expérimentales, deux points peuvent néanmoins être questionnés. Le premier concerne la validité du modèle eulérien de Lai et Nazaroff (2000) pour le problème traité. En effet, ce modèle prédit le dépôt particulaire pour un écoulement parallèle à la surface. On peut donc s'interroger sur la validité de ce modèle dans les régions du domaine où la vitesse d'air n'est plus parallèle à la paroi comme la paroi en face du jet d'air, les régions proches de l'entrée et de la sortie et même les coins de la zone. D'autre part, on peut se questionner sur la représentativité des écoulements d'air traités dans cette étude, dont le taux de renouvellement était fixé à 10 et 20 volumes par heure, par rapport à ceux habituellement rencontrés dans les ambiances habitables de l'ordre de 0,5 à 5 volumes par heure.

Source : Chen F.Z., Yu S.C.M. and Lai A.C.K. ; Modeling particle distribution and deposition in indoor environments with a new drift-flux model ; Atmospheric Environment, 40(2) [2006]: 357-367

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 :

Beko G., Halas O., Clausen G. *et al.* ; Initial studies of oxidation processes on filter surfaces and their impact on perceived air quality ; Indoor Air, 16(1) [2006]: 56-64

Willers S.M., Brunekreef B., Oldenwening M. *et al.* ; Gas cooking, kitchen ventilation, and exposure to combustion products ; Indoor Air, 16(1) [2006]: 65-73

Johnson T. and Long T. ; Determining the frequency of open windows in residences: a pilot study in Durham, North Carolina during varying temperature conditions ; Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology, 15(4) [2005]: 329-349



Cette étude s'inscrit dans le programme mis en place à Boston pour étudier les liens entre les allergènes intérieurs et le développement des allergies et de l'asthme au sein d'une cohorte prospective d'enfants recrutés à la naissance. Aux États-Unis, la prévalence des symptômes associés à la rhinite allergique (ou rhume des foins) chez les enfants âgés de 13-14 ans est comprise entre 15 et 25 %. 93 % des adolescents asthmatiques souffrent également de rhinite allergique et dans 64 % des cas, le diagnostic de la rhinite allergique précède celui de l'asthme. Si des associations entre la présence de ces maladies et la sensibilisation aux moisissures ou à l'humidité du domicile ont été mises en évidence, les liens entre le développement de ces maladies et les moisissures dénombrées dans l'environnement des enfants sont peu étayés. Stark *et al.* ont donc suivi 405 enfants afin d'étudier les relations entre le développement de la rhinite allergique et les champignons mesurés dans des échantillons d'air et de poussières prélevés au domicile des enfants. Les cas de rhinite allergique diagnostiqués par un médecin ont été comptabilisés chez les enfants jusqu'à l'âge de 5 ans.

Le recrutement a été réalisé entre 1994 et 1996 auprès des mères selon quatre critères : 1) résider dans la métropole de Boston, 2) que l'âge de la mère soit supérieur ou égal à 18 ans, 3) qu'il y ait un antécédent de rhume des foins ou d'asthme chez un des parents au moins, et 4) parler anglais ou espagnol. Un mois après la naissance, un questionnaire sur la santé de l'enfant a été renseigné par téléphone auprès des 1 405 familles contactées. 906 familles se sont alors retirées de l'étude, la principale raison était le fait d'hésiter à participer à une étude longitudinale ; venaient ensuite les déménagements prévus dans l'année. Lorsque les enfants ont eu 2 ou 3 mois, un assistant de recherche s'est rendu au domicile pour réaliser des mesures de concentrations en champignons, en endotoxines et en allergènes d'acariens, de blattes et de chat. Des prélèvements ponctuels d'air ont été effectués dans la chambre de l'enfant à l'aide d'un impacteur. Les poussières ont été prélevées sur une surface de 2 m² autour du lit de l'enfant à l'aide d'un aspirateur pendant 5 minutes. De plus, lors de cette visite, un questionnaire sur les problèmes de santé rencontrés par l'enfant, les antécédents familiaux, les caractéristiques socio-démographiques, les caractéristiques du domicile, l'exposition environnementale et les comportements tabagiques, a été renseigné.

Par la suite, un questionnaire sur la santé de l'enfant a été complété tous les deux mois jusqu'à 2 ans et tous les six mois entre 2 et 5 ans.

Pour l'analyse des données, les dénombrements en champignons ont été classés selon deux modalités : (1) pour des niveaux élevés de contamination, soit ceux supérieurs au 90^{ème} percentile des dénombrements ou (0) pour les niveaux inférieurs. Les liens entre chacune des expositions et la rhinite allergique ont été étudiés dans des modèles de Cox où il a été tenu compte de facteurs liés à la rhinite et d'autres facteurs de confusion. Étant donné le grand nombre de variables testées (correspondant aux nombreux genres de moisissures) et afin d'éviter les associations dues au hasard et aux comparaisons multiples, une approche, dite approche de Lasso, a été utilisée.

52 enfants sur 405, soit 12,8 %, ont développé une rhinite allergique. Aucun lien n'a été trouvé entre la maladie diagnostiquée avant l'âge de 5 ans et les moisissures dénombrées dans les prélèvements d'air. Il n'a pas non plus été trouvé de liens avec les endotoxines ou les allergènes. Par contre, la totalité des moisissures dénombrées dans les poussières et plusieurs d'entre elles : *Alternaria*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, champignons non-sporulés et levures, sont significativement associées à la survenue de rhinite allergique après ajustement sur plusieurs variables : au moins une maladie des voies respiratoires inférieures pendant la première année de l'enfant ; origine afro-américaine ; naissance entre septembre et novembre ; IgE anti-*Alternaria* chez la mère supérieures à 0,35 unités/ml ; sexe masculin ; dégât des eaux ; moisissures ou humidité dans le logement.

Une analyse multivariée complémentaire a été conduite afin de juger de la relation indépendante des moisissures avec la rhinite allergique : *Aspergillus*, *Aureobasidium* et les levures sont indépendamment associés à la rhinite allergique. Les risques relatifs sont respectivement de 3,27 ; 3,04 et 2,67. Les autres variables significativement associées à la rhinite sont l'origine afro-américaine, les IgE anti-*Alternaria* chez la mère et la naissance entre septembre et novembre (risques relatifs respectivement de 3,82 ; 3,07 et 2,44). L'ajustement sur les allergènes ne modifie pas les résultats.

En conclusion, cet article met en évidence chez les enfants une association entre les moisissures mesurées dans les poussières de leur domicile durant les trois premiers mois de leur vie et un risque accru de développer une rhinite allergique avant l'âge de cinq ans, et ce pour des enfants dont un des parents au moins souffre de rhume des foins ou d'asthme.

Cette étude présente néanmoins plusieurs points faibles :

- le faible nombre de cas dû à un nombre important de désistements des familles. « Seulement » 52 enfants développent une rhinite allergique ;
- les mesures d'exposition ne sont réalisées qu'une seule fois sur toute la période d'étude et seulement au tout début (trois premiers mois). On peut donc s'interroger sur la représentativité de cette mesure d'exposition pour toute la durée de l'étude ;

- le nombre de variables testées dans les modèles est élevé et certains genres de moisissures sont liés entre eux, c'est le cas de *Aureobasidium* et *Alternaria*, cette dernière n'étant plus significativement associée à la rhinite dans le modèle final. La signification de l'association entre la rhinite allergique et un genre précis de moisissures est donc difficile à interpréter.

On peut également regretter que des tests cutanés de sensibilité aux moisissures n'aient pas été réalisés chez les enfants à la fin de l'étude.

Source : Stark P.C., Celedon J.C., Chew G.L. *et al.* : Fungal levels in the home and allergic rhinitis by 5 years of age ; *Environmental Health Perspectives*, 113(10) [2005]: 1405-1409

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

À lire également :

Baysson H., Tirmarche M., Tymen G. *et al.* ; Indoor radon exposure and lung cancer risk. Results of an epidemiological study carried out in France ; *Revue Des Maladies Respiratoires*, 22(4) [2005]: 587-594

Nerrière E., Zmirou-Navier D., Desqueyroux P. *et al.* ; Lung cancer risk assessment in relation with personal exposure to airborne particles in four French metropolitan areas ; *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 47(12) [2005]: 1211-1217

Chen Z., Robison L., Giller R. *et al.* ; Environmental exposure to residential pesticides, chemicals, dusts, fumes, and metals, and risk of childhood germ cell tumors ; *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 209(1) [2006]: 31-40

A également participé à l'analyse d'articles pour ce numéro : Valérie DESAUZIERS, École des Mines d'Alès.

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

Wolkoff P., Wilkins C.K. *et al.* ; Organic compounds in office environments - sensory irritation, odor, measurements and the role of reactive chemistry ; *Indoor Air*, 16(1) [2006]: 7-19

Seppanen O., Fisk W.J. *et al.* ; Ventilation and performance in office work ; *Indoor Air*, 16(1) [2006]: 28-36

Richardson G., Eick S. *et al.* ; How is the indoor environment related to asthma?: literature review ; *Journal of Advanced Nursing*, 52(3) [2005]: 328-339

Bohicchio F. ; Radon epidemiology and nuclear track detectors: Methods, results and perspectives ; *Radiation Measurements*, 40(2-6) [2005]: 177-190

Laumbach R.J. and Kipen H.M. ; Bioaerosols and sick building syndrome: particles, inflammation, and allergy ; *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology*, 5(2) [2005]: 135-139

Fenske R.A., Bradman A. *et al.* ; Lessons learned for the assessment of children's pesticide exposure: Critical sampling and analytical issues for future studies ; *Environmental Health Perspectives*, 113(10) [2005]: 1455-1462

Arruda L.K., Sole D. *et al.* ; Risk factors for asthma and atopy ; *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology*, 5(2) [2005]: 153-159

Bouvier G., Seta N., Vigouroux A., Blanchard O., Momas I. ; Insecticide urinary metabolites in nonoccupationally exposed populations ; *Journal of Tox. and Environ. Health Part B*, 8 [2005]: 485-512

Rivero L.R., Persson J.L. *et al.* ; Towards the world-wide ban of indoor cigarette smoking in public places ; *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 209(1) [2006]: 1-14

INFORMATIONS DIVERSES

Publication

L'objectif de la démarche de Haute Qualité Environnementale (HQE) est de construire ou rénover en respectant l'environnement aussi bien extérieur qu'intérieur, tout au long de la vie du bâtiment, de sa conception à sa démolition. L'ouvrage consacré à la HQE qui vient de paraître fournit les informations nécessaires aux professionnels comme aux particuliers et répond aux deux grandes questions que pose la construction écologique : comment maîtriser les impacts sur l'environnement et comment créer un

environnement intérieur satisfaisant ? La démarche HQE est organisée selon 14 cibles (gestion de l'énergie, gestion de l'eau, confort visuel, qualité de l'air... par exemple). Cet ouvrage fournit ainsi les éléments pour l'organisation de ces cibles et l'atteinte de leurs objectifs.

Construire ou rénover en respectant la Haute Qualité Environnementale, Brigitte Vu, Éditions Eyrolles ; 2006 – 140 pages

Normalisation

La norme expérimentale XP X43-407 « **Qualité de l'air, Audit de la qualité de l'air dans les locaux non industriels, Bâtiments à usage d'enseignement** » a été publiée en **mars 2006**. Elle fournit la démarche à suivre dans un contexte de plaintes des occupants des locaux scolaires ou bien en vue d'un audit du bon état des locaux du point de vue de la santé et du confort de ses usagers. Ainsi, sont fournis les éléments relatifs :

- à l'enquête *in situ*, préalable à toute campagne de mesure pour appréhender le bâtiment, son environnement et ses équipements ;
- à la stratégie d'échantillonnage à mettre en œuvre pour la mesure des agents physiques, chimiques et/ou biologiques ;
- au rapport d'essai afférent à l'audit.

Les annexes fournissent les valeurs réglementaires et les valeurs guides relatives à la qualité de l'air intérieur, la fiche type enquête et des informations sur la ventilation et le traitement de l'air. Cette norme vient compléter une série de normes AFNOR d'audit de la QAI* dans différents types de locaux (habitations, bureaux, transports, piscines).

La norme NF ISO 16000-4 « **Air intérieur, Partie 4 : dosage du formaldéhyde – Méthode par échantillonnage diffusif** » est parue en **avril 2006**. Elle décrit la méthode d'échantillonnage diffusif du formaldéhyde dans l'air intérieur sur adsorbant imprégné de 2,4-dinitrophénylhydrazine (DNPH), puis l'analyse en phase liquide à haute performance (HPLC) après désorption par un solvant. Elle est adaptée à la mesure de concentrations allant de 1 µg/m³ à 1 mg/m³ pour une période d'échantillonnage comprise entre 24 et 72 heures. Enfin, elle convient à des atmosphères dont l'humidité relative ne dépasse pas 80 % et où la vitesse de l'air est de l'ordre de 0,02 m/s.

Thèses

Contribution à l'évaluation de l'exposition d'enfants franciliens aux biocides dans l'environnement intérieur – cas particulier des insecticides organophosphorés

L'utilisation des pesticides en agriculture, dans les différentes industries et par les particuliers dans les logements et les jardins, n'est pas sans conséquence pour les êtres vivants et les milieux écologiques. L'exposition non alimentaire des populations est méconnue, notamment en France.

Dans ce contexte, la pollution de l'environnement intérieur, la contamination cutanée par les pesticides, ainsi que la dose interne d'exposition aux insecticides organophosphorés (OPs) d'une population enfantine francilienne ont été étudiées.

Les outils d'évaluation, questionnaires, prélèvements de résidus présents dans l'air intérieur et de résidus cutanés manuportés, et recueils d'urines pour doser les métabolites urinaires communs à de nombreux insecticides OPs, ont été mis au point et validés. Une sélection de composés d'action insecticide, herbicide ou fongicide a été définie au préalable, en fonction de leurs utilisations, de leur toxicité et de leur rémanence. L'application de ces outils d'évaluation à une population de 41 adultes franciliens, professionnels et particuliers, a permis de valider la faisabilité de ce protocole.

Ces outils, optimisés à l'issue de la phase de faisabilité, ont été appliqués à une population enfantine francilienne. L'étude a été menée chez 73 enfants vivant en pavillon et 57 enfants vivant en appartement, âgés de 6 à 7 ans, scolarisés en écoles élémentaires de trois zones d'Ile-de-France. Outre les prélèvements décrits précédemment et les questionnaires, un prélèvement de poussières de sol a été effectué chez 50 % des enfants recrutés. Un jardin et un chien et/ou un chat étaient présents dans 55,5 % et 29 % des foyers, respectivement. Au moins un produit pesticide était présent dans 94 % des foyers, la majorité étant constituée par les insecticides. Durant l'année précédant l'enquête, 87 % des familles ont utilisé au moins un pesticide, le plus souvent un insecticide. Plus d'un quart des familles a rapporté l'intervention d'un professionnel de la désinsectisation au domicile. Le lindane, l'alpha-HCH et le propoxur sont les pesticides les plus fréquemment retrouvés dans l'air (dans 88 %, 49 % et 44 % des logements, respectivement). Les niveaux d'OPs dans l'air et sur les mains sont significativement corrélés, mais aucune corrélation n'a été retrouvée avec les niveaux de métabolites

urinaires. Les niveaux de propoxur dans l'air et sur les mains sont également significativement corrélés. Le type de logement et son ancienneté sont des facteurs influençant les concentrations aériennes en lindane et en alpha-HCH. La présence d'un jardin ou d'une cour paysagée influence de façon significative les concentrations d'insecticides OPs dans l'air. La saison, le type de logement ainsi que la présence de plantes à l'intérieur du domicile sont significativement associés aux niveaux de résidus cutanés d'insecticides OPs. Le traitement anti-termite est significativement associé à des niveaux plus élevés de dialkylphosphates urinaires. Le fait d'habiter en maison est associé à des concentrations plus importantes d'isopropoxyphénol, métabolite urinaire du carbamate propoxur.

En conclusion, le principal enseignement de ces travaux est que la méthodologie mise en œuvre a permis de documenter l'exposition non alimentaire aux pesticides d'une population d'enfants en Ile-de-France. L'étude des facteurs influençant ces expositions permet de suggérer de nouvelles pistes à explorer, afin de mieux connaître les populations à risque de surexposition.

Cette thèse est le fruit d'un partenariat entre l'INERIS et la Faculté de Pharmacie de Paris V. Elle a bénéficié du soutien financier du Ministère de l'écologie et du développement durable (MEDD), de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) et de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (AFSSET).

➔ Pour plus d'informations, contacter Ghislaine BOUVIER : ghislaine.bouvier@univ-paris5.fr

Impact des teneurs en aldéhydes mesurées dans l'air intérieur et extérieur sur des patients sujets à l'asthme

Cette thèse, soutenue par Caroline MARCHAND, a été effectuée au Centre de Géochimie de la Surface de Strasbourg, dans l'équipe de Physico-Chimie de l'Atmosphère, sous la direction de Stéphane Le Calvé et Philippe Mirabel. Elle visait à déterminer les teneurs en aldéhydes mesurées dans l'air intérieur et extérieur et leur impact sur l'homme et plus particulièrement les asthmatiques. Ces travaux ont été réalisés en collaboration avec l'équipe du Professeur de Blay du Département de Pneumologie -site de Lyautey- des Hôpitaux Universitaires de Strasbourg.

Les concentrations d'aldéhydes dans l'air ont été quantifiées (prélèvement actif sur cartouche DNPH et analyse par HPLC/UV) dans divers environnements du Bas-Rhin : extérieur, intérieur et dans des environnements intermédiaires de type lieux publics (galerie commerciale, bibliothèque, hall de gare...), habitacles de voitures et parking souterrain. Dans le cadre des mesures en environnement intérieur, une étude cas/témoignage incluant une population asthmatique a été réalisée dans 162 logements. Enfin, les travaux réalisés au cours de cette thèse ont également été consacrés au développement d'une chambre d'exposition standardisée au formaldéhyde qui a été utilisée lors d'un protocole de recherche biomédicale sur l'influence du formaldéhyde sur la réponse bronchique aux allergènes d'acariens ⁽¹⁾.

Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence que le formaldéhyde et l'acétaldéhyde sont les deux principaux aldéhydes présents en environnement extérieur et intermédiaire, et qu'en environnement domestique, l'hexanal est également à prendre en compte. Les taux d'aldéhydes mesurés en environnement extérieur et dans divers microenvironnements intermédiaires ont fait apparaître que l'air extérieur, et des lieux tels que la gare, l'aéroport ainsi que les habitacles de voitures stationnées ou se déplaçant dans un trafic fluide sont des environnements relativement « propres », avec des taux moyens de formaldéhyde et d'acétaldéhyde n'excédant pas respectivement 20 et 10 µg/m³. En revanche, des environnements tels qu'un parking souterrain, des habitacles de voitures se déplaçant dans un trafic dense, ainsi que des bibliothèques laissent apparaître des taux plus élevés d'aldéhydes et peuvent être considérés comme des atmosphères potentiellement polluées pouvant atteindre 74 µg/m³ pour le formaldéhyde et 31 µg/m³ pour l'acétaldéhyde. Les calculs des ratios intérieur/extérieur des concentrations en formaldéhyde et acétaldéhyde (respectivement 13 et 8 en moyenne) ont confirmé l'existence de sources à l'intérieur même des logements. L'ensemble des mesures réalisées chez les particuliers a permis, d'une part, d'évaluer les concentrations moyennes de cinq aldéhydes en environnement domestique : 33,3 µg/m³ pour le formaldéhyde, 14,6 µg/m³ pour l'acétaldéhyde, moins de 2 µg/m³ pour le propionaldéhyde et le benzaldéhyde, et enfin 8,8 µg/m³ pour l'hexanal.

L'étude transversale chez les patients asthmatiques et les témoins appariés sur le sexe, l'âge, le type d'habitat et la localisation géographique, a permis de constater que les concentrations en formaldéhyde sont similaires chez les asthmatiques et les témoins (respectivement 32,6 et 31,7 µg/m³, p = 0,696). En revanche, les analyses statistiques réalisées sur la population asthmatique ont permis d'observer un lien entre l'exposition à des taux plus élevés de

formaldéhyde à leur domicile et une sévérité plus importante de l'asthme. De même, une prévalence plus importante des symptômes oculaires chez les asthmatiques semblerait être liée à des taux plus élevés de formaldéhyde, principalement pour des concentrations supérieures à 50 µg/m³. Ces résultats semblent donc montrer que les patients allergiques et asthmatiques sont particulièrement sensibles à l'exposition au formaldéhyde à des taux supérieurs ou égaux à 50 µg/m³.

Grâce au développement d'une chambre d'exposition standardisée au formaldéhyde, le protocole de recherche biomédicale a permis d'apprécier l'effet de l'inhalation de ce composé chez des patients asthmatiques. Ces derniers, asthmatiques allergiques aux acariens, non-fumeurs et non exposés professionnellement au formaldéhyde, ont été exposés à une concentration en formaldéhyde légèrement inférieure à la valeur guide de l'OMS* fixée à 100 µg/m³ pendant 30 minutes. Ce travail expérimental, réalisé sur 19 sujets, a pu démontrer l'effet potentialisateur d'une pré-exposition au formaldéhyde tant sur la réponse bronchique immédiate, que tardive lors de l'exposition aux allergènes.

Ces travaux ont reçu le soutien du Ministère français de l'aménagement du territoire et de l'environnement (PRIMEQUAL, Programme de Recherche Interorganisme pour une MEilleure Qualité de l'Air à l'échelle Locale 2002), de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), ainsi que de la Région Alsace.

(1) Thèse de Anne CASSET, Étude de l'influence de facteurs physiques (taille des particules) et chimiques (formaldéhyde) sur la réponse bronchique aux allergènes d'acariens, Université Louis Pasteur, Strasbourg

➔ Pour plus d'informations, contacter Stéphane LE CALVÉ : slecalve@illite.u-strasbg.fr

Sur le web

L'Association de surveillance de la qualité de l'air en Normandie, **Air Normand**, a réalisé des mesures de benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes (BTEX) **de mars à décembre 2005** dans des locaux de la ville de Petit Couronne en périphérie de Rouen. Ce suivi avait pour but d'évaluer **l'impact éventuel sur la qualité de l'air intérieur de la remontée d'hydrocarbures de la nappe phréatique polluée**. Dans chacun des 18 habitations et lieux publics ciblés, les BTEX ont été prélevés à l'occasion de 8 campagnes, par des échantillonneurs passifs Radiello® exposés 2 semaines.

Il n'a pas été mis en évidence de pollution notable attribuable à la nappe polluée, puisque les concentrations intérieures mesurées sont du même ordre de grandeur que celles habituellement rencontrées dans des environnements intérieurs français du même type. Trois sites présentent néanmoins des concentrations intérieures élevées. Pour ceux-ci, les sources spécifiques ont été recherchées et des hypothèses proposées (respectivement : présence d'une cuve à fioul, contribution du matériel de bureau et stockage d'un produit).

A la demande de l'agglomération mulhousienne, des campagnes de mesures de **la qualité de l'air intérieur dans 30 micro-environnements différents** ont été menées par l'Association de surveillance de la qualité de l'air en Alsace, l'**ASPA**, entre **février et avril 2005**. Ainsi, 14 groupes scolaires, 4 crèches, 2 espaces culturels, 1 parking souterrain, 8 bureaux et 1 espace vert ont été investigués, représentant un total de 102 points de mesure. Le dioxyde d'azote, les COV* (dont les BTEX) et les aldéhydes ont été recherchés dans tous ces lieux, tandis que les PM₁₀*, les métaux lourds et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (adsorbés, pour ces 2 derniers groupes, sur la fraction PM₁₀*) ne l'ont été que dans le parking couvert et au niveau de l'espace vert. L'ensemble des résultats est présenté dans le rapport.

Évaluation des teneurs en benzène dans des habitations et des lieux publics de Petit Couronne situés dans la zone touchée par une pollution de la nappe phréatique aux hydrocarbures, Air Normand, rapport d'étude N°E 05_04_06 ; Mars 2006 – 25 pages

→ <http://www.airnormand.fr/>

Campagne de mesure dans les lieux publics sur l'agglomération mulhousienne, Rapport relatif à la campagne de mesure qui s'est déroulée du 21 février au 20 avril 2005, ASPA, rapport référencé ASPA05113001-ID ; Novembre 2005 – 44 pages

→ <http://www.atmo-alsace.net/>

L'**Institut de veille sanitaire** a publié en **2006** une étude visant à **estimer le nombre de décès par cancer du poumon attribuables au radon en Corse**. La caractérisation de l'exposition a été basée sur une campagne de mesures dans l'habitat réalisée en 1995 et 1996. La moyenne des mesures retenues est de 197 Bq/m³, le niveau moyen observé en France étant de 91 Bq/m³. Après redressement sur la géologie, la saison de mesure et le type d'habitat, la moyenne est de 134 Bq/m³. Parallèlement, le modèle de risque retenu a permis d'établir un risque relatif moyenné sur la vie entière pour l'ensemble de la population. Deux hypothèses sur le type d'interaction des effets du tabac et du radon ont été testées (interactions submultiplicative et multiplicative).

Il ressort de ces travaux que 21,5 à 28,0 % des décès par cancer du poumon seraient attribuables au radon sur l'ensemble de la population corse (entre 33 et 44 décès par an). La part attribuable aux concentrations supérieures à 400 Bq/m³ serait comprise entre 30 % et 48 %. Cette étude qui fournit d'ores et déjà des éléments intéressants, propose des perspectives d'approfondissement des travaux. En effet, pour une meilleure estimation des niveaux de radon, donc de son impact, une campagne sur l'effet saison en Corse est nécessaire. En outre, il conviendrait de compléter les mesures en logement collectif. Enfin, en raison de la forte interaction des effets du tabac et du radon, une estimation précise des habitudes tabagiques en Corse apparaît primordiale.

Le radon en Corse : évaluation des expositions et des risques associés, DRASS PACA, CIRE-Sud, Institut de Veille Sanitaire ; Février 2006 – 48 pages

→ http://www.invs.sante.fr/publications/2006/radon_corse/radon_corse.pdf

La revue française **EXTRAPOL**, qui est éditée par l'Institut de veille sanitaire, publie trois fois par an des analyses critiques d'études épidémiologiques relatives à la pollution de l'air. Fin **2005**, cette revue a consacré un numéro aux **effets sanitaires des moisissures dans l'air intérieur**. Les publications analysées traitent des liens entre les expositions aux moisissures et divers symptômes : troubles respiratoires ou neurologiques, asthme et allergies. Si des liens significatifs sont observés, les résultats diffèrent néanmoins selon le type d'étude, la population étudiée (enfant ou adulte, ayant des sensibilités individuelles diverses) et les effets sanitaires associés. Même si de nombreuses

incertitudes demeurent quant aux mécanismes d'action des moisissures, ces dernières constituent un déterminant important de la qualité des environnements intérieurs. En conséquence, il apparaît indispensable de poursuivre les travaux dans ce domaine, en particulier pour permettre la mise au point de méthodes de mesure objective des expositions humaines.

Moisissures dans l'air intérieur et santé, EXTRAPOL N°27 ; Décembre 2005 – 32 pages

→ http://www.invs.sante.fr/publications/extrapol/27/extrapol_27.pdf

À l'heure où de nombreux pays européens ont mis ou mettent en place des politiques sévères de restriction, voire d'interdiction, du **tabagisme dans les lieux accueillant du public**, le rapport de **L'Inspection générale des affaires sociales** (IGAS) publié en **décembre 2005** présente la nécessité de faire évoluer la situation française. Il décrit la situation actuelle et le bilan que l'on peut établir en matière d'application de la réglementation. Il évoque l'attitude de l'opinion publique et les préoccupations et objections des grands acteurs économiques et sociaux. Enfin, il présente 3 scénarios de mesures possibles pour améliorer la protection des non-fumeurs : renforcer l'application de la Loi Évin, rénover son décret d'application du 29 mai 1992 ou prendre une mesure d'interdiction

La Directive du Conseil européen du 21 décembre 1988, dite « Directive Produits de Construction » ou DPC, comporte une exigence essentielle « Hygiène, santé et environnement » (exigence essentielle N°3) qui précise que tout matériau ou ouvrage doit être conçu de manière à ne pas constituer une menace pour l'hygiène et la santé des occupants du bâtiment, du fait notamment, d'un dégagement de gaz ou de particules toxiques, ou de l'émission de radiations dangereuses. C'est cette exigence qui sous-tend depuis le développement de protocoles de caractérisation des **émissions de COV* par les matériaux dans les environnements intérieurs**. Dans un rapport paru en **mars 2006** sur la mise en œuvre de la DPC, le **ministère allemand de l'environnement** présente de façon exhaustive le cas des revêtements de sol : protocole allemand de référence AgBB (*Ausschuss zur Gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten*), types de revêtements sur le marché, substances chimiques potentiellement présentes et propriétés associées, normes applicables ou en développement pour la

L'Institut norvégien de recherche sur la qualité de l'air (NILU) a conçu un modèle de caractérisation des **expositions humaines aux particules dans l'air ambiant** (PM₁₀*, PM_{2,5}* et PM₁*). Cet outil, couplé notamment à un système de suivi de la qualité de l'air extérieur, permet une évaluation intégrée des expositions quels que soient les voies (inhalation, contact cutané...) et les vecteurs d'exposition (eau -par la génération d'aérosols-, air...). Le rapport publié en **décembre 2005** présente les composantes et les interfaces informatiques de ce modèle. La contribution des environnements intérieurs est un volet incontournable de l'outil. Les concentrations intérieures sont modélisées sur la base d'une part d'un module de calcul du transfert de l'air extérieur vers l'intérieur tenant compte de la vitesse du vent, de la température extérieure, de la perméabilité du bâtiment... et d'autre part, du calcul des émissions des sources intérieures que sont le tabagisme, les

totale par voie législative. C'est vers cette dernière option que s'oriente le rapport de la mission de l'IGAS.

L'interdiction de fumer dans les lieux accueillant du public en France, Rapport présenté par Bernadette ROUSSILLE, Membre de l'Inspection générale des affaires sociales, rapport N° 2005 193 ; Décembre 2005 – 151 pages

➔ <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/rapports-publics/064000239/index.shtml>

détermination des caractéristiques sanitaires et environnementales des revêtements de sol... Le rapport souligne les manques des dispositions réglementaires actuelles. Il évoque notamment le besoin fondamental d'harmoniser les protocoles des États-Membres (improbable avant 2008), la nécessité de poursuivre les recherches relatives aux émissions des matériaux pour une meilleure compréhension du comportement des substances, et l'évolution indispensable du champ de la DPC à tout le cycle de vie des matériaux et non plus une focalisation uniquement sur l'utilisation.

Implementation of Health and Environmental Criteria in Technical Specifications for Construction Products, Umweltbundesamt, Renate Ehrnsperger et Wolfgang Misch, rapport référencé Nr. 14/2006, UBAFBNr 000794/e ; Mars 2006 – 209 pages

➔ <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3018.pdf>

appareils de combustion, le fonctionnement d'un aspirateur, la présence d'animaux domestiques. Le modèle tient compte des dépôts sur les surfaces et des phénomènes de resuspension des particules. Il est basé sur la résolution d'équations traduisant la conservation des masses. Ces travaux, financés par la Commission européenne (5^{ème} programme cadre de recherche et développement), méritent d'être poursuivis pour une meilleure prise en compte des différentes fractions granulométriques des poussières, d'autres sources propres à l'habitat et du bruit de fond des environnements intérieurs en poussières.

Calculation of personal exposure. The Urban Exposure Management Tool, Norwegian Institute for Air Research, TR 4/2005, U-102118, ISBN 82-425-1700-2 ; Décembre 2005 – 43 pages

➔ <http://www.nilu.no/>, Rubrique *Indoor Environment*

Si la relation de causalité entre les expositions résidentielles au radon et le cancer du poumon est à présent établie, il reste désormais à mettre en place les actions de gestion qui s'imposent. Pour ce faire, **Santé Canada** vient de mettre à jour, en **mars 2006**, les **valeurs guides pour le radon dans l'air intérieur** des logements et des lieux publics. À des concentrations supérieures à 800 Bq/m³, des mesures correctives doivent être prises immédiatement et effectives dans un délai de un an. De telles mesures doivent être également prises dès que la concentration moyenne de radon dépasse 200 Bq/m³ ; le temps de mise en œuvre est alors à calculer pour que l'exposition excédentaire cumulative annuelle ne dépasse pas 600 Bq/m³. Lorsque des mesures correctives sont mises en œuvre, la teneur en radon doit être réduite au plus bas niveau qui puisse être raisonnablement atteint (principe ALARA). Les situations où, après mesures correctives, la teneur en radon reste supérieure à 200 Bq/m³ doivent être étudiées au cas par cas.

Comme évoqué dans l'édito de ce numéro du bulletin *Info Santé Environnement Intérieur*, la compréhension des plaintes potentiellement corrélées à une dégradation de la qualité de l'air intérieur ne passe pas nécessairement par des analyses poussées de l'air. Ainsi, par exemple, une inspection minutieuse du domicile est parfois suffisante pour identifier la cause des moisissures et pour déterminer ensuite les mesures appropriées. Un **site québécois d'information sur la qualité de l'air intérieur**, à destination des locataires et des propriétaires, fournit depuis **fin 2005** des éléments de connaissance et d'analyse pour apprendre à interpréter les signes du bâtiment. Ce site est réalisé conjointement par le ministère de la santé, l'Institut

Le bureau de l'air de l'**Agence californienne de l'environnement** (Cal-EPA) a rendu public le **5 mai 2006** les résultats des **tests de 4 dispositifs de « purification d'air » à l'ozone**. Face au développement commercial important de ces appareils, Cal-EPA a souhaité déterminer les concentrations en ozone générées dans les environnements clos équipés de tels « purificateurs ». Des tests dans une pièce meublée où les conditions environnementales (température, humidité relative et taux de renouvellement d'air) sont maîtrisées et similaires à celles des habitations, ont été conduits pour quatre produits du marché. Il apparaît que leur utilisation normale (en conformité avec les prescriptions du fabricant) conduit à des concentrations intérieures en ozone qui dépassent les valeurs limites de qualité de l'air en vigueur en Californie (90 ppb en moyenne horaire et 70 ppb en moyenne sur 8 heures). Les auteurs du rapport précisent en outre que l'ozone n'a pas d'effets sur la plupart des polluants de l'air intérieur, qu'il détruit

Par ailleurs, un article de synthèse sur la problématique du radon dans l'environnement intérieur (effets sur la santé, mesures, remédiation, politiques publiques) a été publié par l'Institut de santé publique du Québec début 2006.

Rapport sur l'élaboration d'une nouvelle ligne directrice canadienne sur le radon préparé par le groupe de travail sur le radon, présenté au comité de radioprotection fédéral-provincial-territorial, rev. 2006-03-10 ; Mars 2006 – 42 pages

➔ http://www.hc-sc.gc.ca/iyh-vsv/envIRON/radon_f.html

Le radon dans l'environnement intérieur – État de la situation au Québec, Bulletin d'information en santé environnementale, Volume 17(1) ; Janvier-février 2006 – 12 pages

➔ <http://www.inspq.qc.ca/pdf/bulletins/bise/bise-17-1.pdf>

national de santé publique du Québec, la Société d'habitation du Québec et la Société canadienne d'hypothèques et de logements. Des fiches-conseils sont téléchargeables en ligne (nettoyage des conduits de chauffage par exemple) et de nombreux liens vers d'autres agences et les documents de référence dont elles disposent, sont fournis. Les auteurs précisent bien que des analyses d'air s'avèrent parfois inévitables pour certains types de contaminants chimiques, tels que le monoxyde de carbone, le mercure et le formaldéhyde, pour vérifier s'ils sont réellement présents et connaître leur concentration.

➔ http://www.habitation.gouv.qc.ca/qualite_air/

les moisissures uniquement à de fortes concentrations et qu'il permet, en contradiction avec l'objectif affiché, des réactions secondaires conduisant à la formation de nouveaux polluants comme le formaldéhyde ou les particules ultra-fines. Les auteurs de l'étude demandent à ce que des actions soient mises en œuvre en l'absence de dispositions réglementaires ou de normes. Enfin, il est intéressant de signaler que Cal-EPA a également publié une fiche d'informations et de recommandations à destination du grand public sur ce sujet.

Evaluation of Ozone Emissions From Portable Indoor « Air Cleaners » That Intentionally Generate Ozone, Staff Technical Report to the California Air Resources Board, California Environmental Protection Agency ; May 2006 – 37 pages

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

L'examen des publications traitant de la qualité de l'**Environnement intérieur des écoles** montre que dans la plupart des études, les auteurs ne s'attachent pas nécessairement à mesurer les concentrations intérieures en composés chimiques et en biocontaminants, mais visent plutôt à étudier d'éventuelles corrélations entre des paramètres descriptifs simples (teneur en CO₂, taux de renouvellement de l'air...) et les performances scolaires des écoliers. Ainsi, le rapport daté de **2006** du **National Research Council** américain propose une revue exhaustive des études conduites dans des écoles répondant aux critères des « bâtiments écologiques » et ayant étudié dans celles-ci les relations entre d'une part, la structure des bâtiments, la présence de moisissures, la ventilation, le contrôle des sources d'émissions de polluants, la luminosité, le bruit, et d'autre part, les performances des élèves, leur état de santé, ainsi que celui de leurs professeurs. Il s'agit d'un rapport intermédiaire dans l'attente de la finalisation des travaux courant 2006. Bien que le comité souligne la difficulté à interpréter de telles études (notion de bâtiment écologique encore très floue, biais non maîtrisés comme les expositions hors de l'école), de premières conclusions sont néanmoins formulées :

- il y a suffisamment d'éléments scientifiques en faveur d'une association positive entre la présence de moisissures dans les écoles et les troubles de santé, en particulier l'asthme et certains symptômes respiratoires, chez les enfants et les adultes ;

- il existe des arguments forts indiquant que la santé des écoliers et des professeurs peut être affectée par la QAI* dans l'école qu'ils fréquentent ;
- il existe de plus en plus arguments associant l'absentéisme des écoliers et des professeurs et une QAI* dégradée ;
- les déterminants de la QAI* dans les écoles sont, par ordre de prépondérance : 1) le design et la maintenance de la ventilation, 2) le contrôle des sources intérieures de pollution et 3) le contrôle des sources extérieures de pollution.

Review and Assessment of the Health and Productivity Benefits of Green Schools: An Interim Report, Committee to Review and Assess the Health and Productivity Benefits of Green Schools, National Research Council, ISBN: 0-309-10120-4 ; 2006 – 80 pages

➔ <http://www.nap.edu/> (téléchargement payant)

GLOSSAIRE

COV : Composés Organiques Volatils

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PM_{10/2,5/1} : Particules de diamètre aérodynamique médian inférieur à 10/2,5/1 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°15 : Desqueyroux H., Guillam M-T., Mandin C., Ramalho O. et Révêlat E. avec la participation de Festy B. et Nedellec V.

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 Dauphiné Savoie, 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, association Haute Qualité Environnementale, Hôpitaux de Rouen, Hôpitaux de Strasbourg, INSERM U 472, 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, Université de Caen, Vincent Nedellec Conseils.

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