



Info Santé Environnement Intérieur

N°5 Juin 2003

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

L'environnement intérieur, lieu de réactions chimiques complexes

On sait depuis longtemps que les réactions chimiques qui se produisent dans l'atmosphère ont une très forte influence sur la composition de l'air extérieur ; la définition des réactions thermiques ou photochimiques impliquées dans les mécanismes de transformation des espèces, comme la caractérisation de leurs effets sur les concentrations en polluants, a fait et fait encore l'objet de nombreuses études. Paradoxalement, les effets de ces phénomènes sur la qualité de l'air intérieur ont très longtemps été ignorés alors que les caractéristiques des environnements intérieurs (températures généralement plus élevées qu'à l'extérieur, éclairage naturel et artificiel) en font des lieux où l'activité chimique peut être particulièrement intense.

De manière assez surprenante, les premiers travaux d'intérêt sur le sujet, qui datent du début des années 80, n'avaient pas pour objectif des applications liées à l'évaluation du risque sanitaire mais à la préservation des œuvres d'art dans les musées. Sous certaines conditions, les réactions chimiques qui se produisent dans l'air intérieur tendent en effet à produire des composés acides qui, même à très faible concentration, contribuent à endommager les œuvres d'art et autres documents d'archives. Même si l'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution intérieure constitue une voie de recherche à privilégier, cet aspect du problème n'en demeure pas moins important et ne doit pas être occulté.

Au cours des 20 années qui ont suivi, de nombreuses études (essentiellement numériques) ont considérablement fait progresser les connaissances sur les phénomènes de réactivité chimique dans les ambiances intérieures. Après avoir porté sur la mise en évidence de leur forte influence sur le niveau des concentrations de certaines espèces, puis sur le rôle particulier de l'ozone, plusieurs recherches se sont récemment orientées vers la caractérisation des transformations de certains composés organiques volatils, tels les terpènes (contenus dans plusieurs matériaux de revêtement et produits d'entretien), en des substances manifestement plus nocives pour la santé, en aldéhydes notamment. Cette découverte, à l'origine de laquelle se trouve C. Weschler, apparaît particulièrement intéressante si l'on considère le fait que certains aldéhydes produits sont très peu volatils et vont par conséquent investir les ambiances intérieures sous la forme de particules en suspension dans l'air. En d'autres termes, les mécanismes chimiques complexes qui prennent place au sein des bâtiments contribuent à transformer une pollution gazeuse en une pollution particulaire probablement plus préjudiciable à la santé des occupants. Outre l'intérêt qu'elle peut susciter dans l'absolu, cette découverte établit donc un lien entre pollutions gazeuse et particulaire qui constituaient jusqu'à présent deux domaines d'étude distincts et très cloisonnés.

Patrice BLONDEAU

**Laboratoire d'Etude des Phénomènes de Transfert Appliqués au Bâtiment – LEPTAB,
Université de La Rochelle**

SOMMAIRE

Substances → p2 ; Lieux de vie → p4 ; Effets sanitaires → p5 ; Autres articles d'intérêt → p9

Informations diverses → p10

Les astérisques renvoient aux termes du glossaire. → p11



SUBSTANCES

Rôle des radicaux hydroxyles dans les environnements intérieurs

De récentes études ont mis en évidence le fait que les réactions chimiques qui se produisent dans les ambiances intérieures peuvent conduire à la formation de composés plus nocifs à la santé que les espèces originellement contenus dans l'air. C'est notamment le cas des alcènes qui, par le biais de transformations plus ou moins complexes et sous certaines conditions, peuvent donner lieu à une production d'aldéhydes. L'article de Sarwar est dédié à cette problématique et concerne plus particulièrement le rôle des radicaux hydroxyles (OH^\bullet) qui sont des éléments intermédiaires dont l'influence sur l'équilibre chimique est avérée pour ce qui concerne l'air extérieur. Compte tenu des spécificités des environnements intérieurs, l'objectif de l'étude est d'une part d'évaluer leur **niveau de concentration intérieure** dans des conditions d'exploitation des bâtiments réalistes, d'autre part d'identifier les **paramètres qui influent sur cette concentration intérieure**. Elle a été menée sur la base de **simulations numériques** avec un modèle intégrant une représentation des transports par la ventilation, des interactions polluants/parois et bien sûr des réactions chimiques (modèle de chimie atmosphérique SAPRC-99); 52 réactions conduisant à la production ou au contraire à la destruction du radical hydroxyle, ont été identifiées.

L'analyse des paramètres influant sur le niveau de concentration intérieure en radicaux hydroxyles a été menée sous la forme d'une étude paramétrique pour des sollicitations constantes dans le temps (calcul des concentrations en régime permanent). Les résultats obtenus indiquent que **les concentrations augmentent de manière non linéaire avec la concentration extérieure en ozone, le taux de renouvellement d'air du bâtiment et le taux d'émission en alcènes, et qu'elles diminuent lorsque la concentration extérieure en monoxyde d'azote augmente**. La température et l'éclairage intérieurs ne contribuent en revanche pas à faire varier de manière significative les teneurs en radicaux OH^\bullet calculées.

Pour démontrer l'importance des radicaux hydroxyles sur la qualité de l'air intérieur, l'étude présente ensuite l'évolution temporelle des concentrations intérieures en radicaux OH^\bullet , en 3-isopropenyl-6-oxoheptanal et en pinaldéhyde (ces deux composés appartenant à la famille des aldéhydes) résultant de l'application de produits d'entretien contenant respectivement de l' α -pinène et du d-limonène (composés appartenant à la famille des alcènes). Les profils obtenus démontrent que la contribution à la concentration intérieure en aldéhydes des réactions impliquant le radical hydroxyle est beaucoup plus forte que la contribution de la réaction d'oxydation directe des alcènes par l'ozone.

L'article est intéressant dans la mesure où l'étude présentée s'inscrit dans la continuité de travaux préalables sur le sujet. Même si l'aspect "configurations réalistes" que tentent de mettre en avant les auteurs est discutable puisque de nombreux paramètres demeurent inconnus (vitesse de déposition sur les parois par exemple) ou sont déterminés à partir de données expérimentales peu précises (taux d'émission évalués à partir de ratios de concentrations intérieur / extérieur), cet article ajoute indéniablement à la compréhension des phénomènes et propose implicitement des pistes pertinentes pour de futures recherches sur le sujet.

Source : Sarwar G., Corsi R., Kimura Y., Allen D., Weschler C.J.; Hydroxyl radicals in indoor environments; Atmospheric Environment, 36(24) [2002], 3973 – 3988

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



SUBSTANCES

Importance de la prise en compte du caractère polydispersé de la pollution particulaire

L'étude de modélisation menée en 2001 à l'Institut des Sciences et de la Technologie de Kwangju, Corée du Sud, porte sur l'évolution de la distribution de taille des particules soumises au dépôt par diffusion et sédimentation à l'intérieur d'une enceinte fermée et la mise en œuvre d'un **modèle prenant en compte le caractère polydispersé des particules**. En effet, la pollution

particulaire est toujours polydispersée, à l'exception de pollutions artificielles créées à partir d'échantillons de particules calibrées utilisées pour des tests spécifiques (en toxicologie par exemple). Cependant, les modèles actuels ne considèrent que des particules monodispersées (particules de même taille).

Après une rapide, mais néanmoins complète, étude bibliographique des modèles actuels, les auteurs introduisent le caractère polydispersé des particules en considérant que **la distribution des diamètres des particules suit une loi log-normale**. Le nouveau modèle développé donne de très bons résultats pour le domaine où la diffusion moléculaire prédomine (fines particules), ainsi que pour celui où la gravité est dominante (grosses particules). Par contre, pour le domaine intermédiaire, le modèle prédit une évolution d'autant plus erronée que l'écart type initial de la distribution est grand. Pour ce dernier domaine, les auteurs montrent qu'un modèle monodispersé aboutit à de meilleurs prédictions. On peut ainsi retenir la précision du modèle pour les particules de 0,01 à 3 µm de diamètre comparativement aux modèles classiques, mais également la nécessité de garder les modèles classiques pour la zone intermédiaire (particules de 0,1 µm).

Cette étude est pertinente car elle propose une **solution analytique à la prédiction de l'évolution de la distribution de taille des particules** dans les domaines où la diffusion moléculaire d'une part et la gravité d'autre part sont dominantes. De plus, les auteurs montrent que les modèles de type monodispersé prédisent

correctement cette évolution pour des particules appartenant au domaine intermédiaire, qui, rappelons-le, sont celles majoritairement présentes à l'intérieur des locaux. Une étude plus approfondie portant sur l'influence de l'écart type initial de la distribution sur la précision des résultats reste cependant à effectuer pour les deux domaines d'application de ce nouveau modèle. En effet, les auteurs présentent leurs résultats en considérant un écart type de 1,5 pour leurs distributions. Cependant, il faut rappeler que pour la fumée de cigarette par exemple, l'écart type se situe entre 1,65 et 2. Les auteurs, bien que précisant la dépendance des résultats vis-à-vis de la valeur de l'écart type, ne fournissent pas d'étude paramétrique de son influence sur la précision du modèle.

Source : Park S.H., Lee K.W. ; Analytical solution to change in size distribution of polydisperse particles in closed chamber due to diffusion and sedimentation ; Atmospheric Environment, 36(35) [2002], 5459 – 5467

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

SUBSTANCES



Détection par des chiens de la présence de moisissures dans l'environnement intérieur

Cette étude menée par une équipe des universités de Kuopio, Finlande, et Hershey, USA, avait pour objectif d'utiliser l'odorat des chiens pour détecter les moisissures. Cette technique, qui n'est pas nouvelle en soi puisque cette faculté canine est très souvent sollicitée en matière de recherche de drogue ou de personnes, pourrait être d'une grande utilité lorsqu'un développement mycélien non détectable à l'extérieur se fait au sein même de l'infrastructure d'un bâtiment en l'endommageant gravement.

Les deux chiens utilisés, de race Labrador, étaient expérimentés et entraînés par un maître-chien. L'étude a d'abord été menée sous forme de tests à l'aide de souches mycéliennes connues pour les dégâts qu'elles provoquent dans les structures de bois (*Serpula lacrymans* ou mérélu, *Coniophora puteana*, *Antrodia sinuosa*). En plus de ces macro-champignons, des moisissures communément trouvées dans l'habitat "moisi" (*Cladosporium herbarum*, *Trichoderma viride*, *Botrytis cinerea*, *Penicillium*

verrucosum, *Aspergillus niger*) sont également utilisées, ainsi que des souches de *Streptomyces*, bactéries dont le développement extensif s'accompagne généralement d'odeurs désagréables de terre.

A l'issue de 3 mois d'entraînement, une centaine d'essais a eu lieu d'une part dans la maison du maître-chien, d'autre part dans des habitats inconnus des chiens. Trois séries d'essais ont ainsi été mises en œuvre avec du bois sec ou imprégné, contaminé ou non avec des bactéries et/ou des champignons. Les échantillons sont installés soit par un familier du chien, soit par des personnes inconnues. La recherche s'est effectuée dans un premier temps avec le maître-chien (qui ne connaissait pas l'emplacement des cachettes), puis le chien seul. L'étude montre peu de différences de réaction entre les 2 chiens en particulier pour les moisissures. Le tableau suivant synthétise les résultats obtenus :

Résultats des tests de détection des moisissures par les chiens

	Détection correcte	Erreur de détection	Total
Echantillons contaminés	219	73	292
Echantillons sains	173	19	192
Total	392	92	484

La discussion permet de mettre certains points en lumière. Certes, l'odorat du chien est nettement plus développé que celui de l'être humain. La détection des moisissures s'apparente à celle de la recherche d'un suspect car, comme pour ce dernier, toutes les espèces microbiennes semblent émettre un "parfum" spécifique (Korpi, 1999). Dans les immeubles, sentir l'odeur "microbe" est le signal à détecter en sachant que les émissions d'un bâtiment sain forment le bruit de fond. Mais la tâche du chien est difficile en raison de la présence d'autres produits émissifs (peinture, solvant,...) et parce que dans les pays nordiques, les structures de bois, essentiellement en pin ou sapin, sont chargées en produits organiques volatils.

La question des faux-négatifs (lorsqu'un chien n'a pas pu déceler un produit contaminé) est importante car elle entraîne à terme une perte financière et évidemment porte le discrédit sur la méthode. Les auteurs signalent toutefois que les faux-négatifs sont plus communs que les faux-positifs dans les sciences légales. Le nombre de faux-positifs est faible et entraîne une bonne spécificité et une très bonne valeur prédictive. Certains faux-positifs s'expliquent d'ailleurs par des erreurs de manipulation en amont de la détection.

Les auteurs concluent que des chiens entraînés peuvent être utilisés dans la détection de moisissures et de dégâts des infrastructures d'un bâtiment. Cependant, en dehors du fait que cette méthode ne donne aucun renseignement sur les espèces mycéliennes en cause, son point faible demeure une sensibilité modérée et des valeurs prédictives négatives compensées, il est vrai, par une bonne spécificité et une valeur positive prédictive élevée en comparaison avec les autres techniques utilisables. En résumé, lorsque le chien détecte quelque chose il est nécessaire de faire une recherche plus approfondie.

Source : Kauhanen E., Harri M., Nevalainen A., Nevalainen T. ; Validity of detection of microbial growth in building by trained dogs ; Environment International, 28(3) [2002], 153 – 157

Article analysé par : Annie MOUILLESEAUX, Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris – LHVP ; Annie.Mouilleseaux@mairie-paris.fr

Article mentionné : Korpi A., Pasanen A-L., Viitanen H. ; Volatile metabolites of *Serpula lacrymans*, *Coniophora puteana*, *Poria placenta*, *Stachybotrys chartarum* and *Chaetomium globosum* ; Building and Environment, 34(2) [1999], 205 – 211



LIEUX DE VIE

Mesures de PM₁* dans des lieux publics et bureaux de Prague

Des mesures de concentrations en masse de PM₁ ont été effectuées dans plusieurs micro-environnements pragoïses de typologies différentes et ne possédant aucun système de ventilation particulier :

- Une salle de lecture d'une capacité de 80 personnes au 2^{ème} étage d'un bâtiment situé à proximité d'une route à faible trafic. Les fenêtres de la salle donnent sur un jardin ;
- Une pizzeria d'une capacité de 70 places en rez-de-chaussée où le tabagisme est autorisé et située en bordure d'une route à fort trafic ;

- Un bureau dont le seul occupant fume occasionnellement, situé au 2^{ème} étage d'un bâtiment sans circulation automobile particulière au voisinage ;
- Un bureau dont le seul occupant est non-fumeur situé au 2^{ème} étage d'un bâtiment et dont la fenêtre donne sur une route au trafic automobile modéré.

Parallèlement, les concentrations moyennes extérieures sur les mêmes périodes en PM₁₀* sont fournies par 3 stations fixes voisines de mesures de l'institut tchèque d'hydrométéorologie.

Concentrations particulières mesurées en µg/m³ (moyennes sur 24 heures)

Lieu	Nombre de jours de mesures	Température intérieure moyenne	Concentrations intérieures en PM ₁				Concentrations extérieures en PM ₁₀			
			Min	Max	Médiane	Moyenne	Min	Max	Médiane	Moyenne
Salle de lecture	10	24,6°C	11,91	24,59	17,77	17,98	37,57	93,52	65,05	64,89
Pizzeria	7	21,0°C	131,91	214,62	165,70	169,09	11,20	17,75	12,92	13,42
Pizzeria ⁽¹⁾	3	21,0°C	146,79	249,61	212,94	203,11	14,75	16,68	16,20	15,88
Bureau fumeur	12	24,1°C	8,35	34,52	17,34	19,58	19,51	29,41	25,00	24,91
Bureau non fumeur	13	26,6°C	7,69	17,27	11,53	11,77	12,92	39,69	20,04	23,39

(1) : Concentrations intérieures = moyennes sur 12 heures pendant les heures d'ouverture de l'établissement (de 10h à 22h)

Aucune corrélation statistiquement significative entre les concentrations intérieures en PM₁ et les concentrations extérieures en PM₁₀ n'a pu être établie. Par ailleurs, les résultats de cette étude, en dehors des données de concentrations en particules très fines, fournissent des informations déjà mises en évidence par ailleurs, à savoir l'influence du taux d'occupation des locaux et du tabagisme sur la pollution particulaire des locaux.

Source : Branis M., Rezacova P., Guignon N. ; Fine Particles (PM₁) in Four Different Indoor Environments ; Indoor+Built Environment, 11(4) [2002], 184 – 190

Article analysé par : Claudine DELAUNAY, Laboratoire Central de la Préfecture de Police de Paris – LCPP ;
Claudine.DELAUNAY@interieur.gouv.fr



EFFETS SANITAIRES

Asthme chez l'adulte et sources de combustion intérieures

L'étude rapporte les résultats d'une étude basée sur 2 questionnaires téléphoniques réalisés à 18 mois d'intervalle auprès de 349 adultes asthmatiques recrutés par un échantillon de médecins libéraux de Californie.

D'une part, la mesure de **l'exposition au tabagisme passif** (lors du premier interview) a été faite au moyen d'un questionnaire qui évalue l'exposition des 7 derniers jours dans 6 micro-environnements : domicile personnel, autres domiciles, transports, lieu de travail, bars et lieux récréatifs, autres lieux. Les personnes ont également été interrogées sur **l'utilisation du gaz et du bois** comme moyens de chauffage et/ou de cuisson.

D'autre part, la **mesure de la morbidité asthmatique** (à chaque interview) a été effectuée par les mesures :

- de la sévérité de l'asthme (13 questions permettant le calcul d'un score : fréquences des symptômes, prise de corticoïdes, autres médicaments pour l'asthme, histoire d'hospitalisations et d'intubations...);
- de la qualité de vie avec d'une part, le questionnaire SF12 (mesure d'un score décrivant l'état général de santé) et d'autre part, l'instrument spécifique "*Asthma Quality of Life Questionnaire*", questionnaire en 20 points pour caractériser les impacts physique, psychologique et social de l'asthme chez le patient ;
- du recours aux soins (visites aux urgences et hospitalisations).

L'analyse a cherché la relation entre les expositions mesurées lors du premier interview et les 3 mesures concernant l'asthme, en ajustant sur la sévérité de l'asthme au premier interview et d'autres facteurs de confusion tels que âge, sexe, ethnie, revenus, éducation, statut marital, tabagisme et atopie. L'étude de l'influence du tabagisme passif a été restreinte aux non-fumeurs (n=326).

L'étude met en évidence des **relations entre une exposition à plus de 3 heures de tabagisme passif par semaine (versus pas d'exposition) et une plus grande sévérité de l'asthme, une moins bonne qualité de vie et un plus grand recours aux soins.** Par contre, aucune relation nette ne se dégage entre les autres expositions (gaz et bois) et la sévérité de l'asthme.

Les résultats de cette étude sont en faveur d'un effet délétère du tabagisme passif sur la maladie asthmatique, ce qui est vraisemblable. Pourtant, plusieurs points faibles sont toutefois à souligner. Les auteurs parlent d'étude de "cohorte", alors qu'il s'agit en fait de 2 études transversales à 18 mois d'intervalle, sans aucun recueil d'information entre ces 2 points et que seule la réponse à la question tabagisme passif à la première étude est mise en relation avec la santé respiratoire mesurée par questionnaire à la 2^{ème} étude. Par ailleurs, on peut reprocher la confusion entre la sévérité de l'asthme et le contrôle de l'asthme : un asthme peut être sévère, mais par un traitement approprié, être bien contrôlé et donc sans symptôme. En revanche, un asthme modéré non traité ou mal traité peut, en étant non contrôlé, être responsable de beaucoup de symptômes. Enfin, l'observance du traitement est non prise en compte, et on peut penser que les asthmatiques qui s'exposent le plus au tabagisme passif sont peut-être ceux qui suivent le plus mal leur traitement.

Source : Eisner M.D., Yelin E.H., Katz P.P., Earnest G., Blanc P.D. ; Exposure to indoor combustion and adult asthma outcomes : environmental tobacco smoke, gas stoves and woodsmoke ; Thorax, 57(11) [2002], 973 – 978

Article analysé par : Claire SEGALA, SEPIA-Santé ;
sepia@sepia-sante.com



L'évaluation du risque de cancer du poumon associé à l'exposition au radon dans les habitations nécessite une reconstitution précise de l'exposition au niveau individuel. Dans la plupart des études cas - témoins publiées, des dosimètres fermés ou ouverts sont utilisés pour mesurer le radon dans l'air. Les dosimètres sont placés dans une ou plusieurs pièces de chacune des habitations occupées par le sujet au cours des 20-30 années précédant son inclusion dans l'étude. Les sources d'erreurs de mesure sont multiples : choix de la durée de pose du dosimètre, choix de la saison de mesure, fréquence de l'ouverture des portes et fenêtres pendant la période de mesure, etc. *A fortiori*, l'estimation d'une exposition ancienne à partir de la concentration de radon actuelle est difficile. Dans cette étude, les auteurs comparent ce mode d'évaluation de l'exposition à un dispositif permettant de **détecter le plomb 210 dans des objets en verre ayant appartenu au sujet pendant 20 ou 30 années.**

Les sujets ont été sélectionnés à partir des données de l'étude cas-témoins menée en Suède pour évaluer le risque de cancer du poumon chez les non-fumeurs (Lagarde, 2001). L'évaluation rétrospective de l'exposition au radon a été effectuée à la fois grâce à des dosimètres traditionnels et grâce à des mesures effectuées sur des objets en verre. Dans chaque habitation occupée par le sujet au cours des 30 dernières années, deux dosimètres ont été installés pendant 3 mois (entre octobre et mai), l'un dans la chambre à coucher, l'autre dans le séjour. Les objets en verre ont été recherchés dans l'habitation actuelle du sujet ou dans celle de l'un de ses proches si le sujet est décédé. Ces objets devaient avoir les caractéristiques suivantes : avoir été installés dans chacune des habitations occupées par le sujet et cela pendant au moins 15 années, avoir été installés dans la pièce la plus souvent occupée par le sujet (chambre à coucher, séjour), avoir été neufs lors de l'acquisition, avoir une surface plate. De plus, la date d'acquisition devait être connue avec une marge d'erreur inférieure à 10%.

Outre l'exposition au radon dans les habitations, d'autres facteurs de risque pour le cancer du poumon ont également été considérés : exposition au tabagisme passif à la maison, exercice d'une profession reconnue ou suspectée d'être à risque, niveau socio-économique, urbanisation.

Au total, **110 cas et 231 témoins** ont été inclus dans l'étude. Le taux de participation est de 79,1% pour les cas et de 80,8% pour les témoins. Les moyennes arithmétiques des concentrations de radon sont de

90 Bq/m³ et de 83 Bq/m³ respectivement pour les mesures effectuées grâce à des dosimètres traditionnels et pour celles effectuées sur des objets en verre. Plus les valeurs de concentration de radon sont élevées plus l'amplitude des différences de mesure augmente.

Lorsque la concentration de radon est mesurée sur des objets en verre, les risques relatifs de cancer du poumon associé à l'exposition au radon dans les habitations sont les suivants : **1,00** ; **1,60** (IC_{95%*} = [0,76 - 3,40]) ; **1,96** (IC_{95%} = [0,91 - 4,22]) ; **2,20** (IC_{95%} = [0,86 - 5,62]) pour des concentrations respectivement réparties dans les classes suivantes : ≤ 50 Bq/m³ ; 50-80 Bq/m³ ; 80-140 Bq/m³ ; > 140 Bq/m³. L'excès de risque relatif est égal à 0,75 (IC_{95%} = [-0,04 - 4,30]) pour une augmentation de 100 Bq/m³. Ces estimations de risque sont **environ 2 fois plus élevées que celles obtenues lorsque la concentration de radon dans les habitations est mesurée grâce à des dosimètres traditionnels** (excès de risque relatif égal à 0,75 pour 100 Bq/m³ versus 0,33 pour 100 Bq/m³).

Dans cette étude, comme dans celle menée dans le Missouri (Alavanja, 1999), les estimations de risque de cancer du poumon obtenues en utilisant des mesures sur des objets en verre sont plus élevées que celles obtenues en utilisant des dosimètres traditionnels. Ces résultats demandent confirmation sur d'autres études cas-témoins et soulignent la difficulté de la mesure de l'exposition au radon et à ses descendants au niveau domestique. Un projet européen visant à comparer les 2 techniques de mesure du radon est actuellement en cours.

Source : Lagarde F., Falk R., Almrén K., Nyberg F., Svensson H., Pershagen G. ; Glass-based radon-exposure assessment and lung cancer risk ; Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology, 12(5) [2002], 344 – 354

Article analysé par : Hélène BAYSSON, Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire – IRSN ; helene.baysson@irsn.fr

Autres articles mentionnés :

Lagarde F., Axelsson G., Damber L., Mellander H., Nyberg F., Pershagen G. ; Residential radon and lung cancer among never smokers in Sweden ; Epidemiology, 12(4) [2001], 396 – 404

Alavanja M.C., Lubin J.H., Mahaffey J.A., Brownson R.C. ; Residential radon exposure and risk of lung cancer in Missouri ; American Journal of Public Health, 89(7) [1999], 1042 – 1048



EFFETS SANITAIRES

Présence d'endotoxines dans les poussières de maison et asthme infantile

Entre avril 1996 et mars 1998, 740 enfants de 5 à 10 ans ont été tirés au sort parmi les 2 500 enfants (5 – 14 ans) de la population de 2 études transversales faites précédemment en Allemagne (1992-1993, puis 1994-1995). 50 % des 740 enfants étaient atopiques ou asthmatiques ; 61 % des parents ont accepté une enquête à leur domicile, soit au final 454 enfants. Des échantillons de sang (avec mesure des IgE spécifiques) pris au cours des enquêtes précédentes étaient disponibles chez 444 de ces enfants. Parallèlement, les endotoxines et des allergènes (acariens, chats) ont été recherchés dans des prélèvements de poussières de la salle de séjour.

Le traitement statistique des données a fait appel aux **modèles GAM** (*Generalized Additive Models*) qui permettent d'étudier des relations, y compris de type non linéaire, entre la probabilité de sensibilisation et les concentrations en endotoxines. Ces modèles tiennent compte de nombreux facteurs de confusion potentiels : lieu, âge, sexe, niveau d'éducation des parents, allergies chez les parents et présence d'animaux domestiques.

Cette étude est en faveur d'une **moindre sensibilisation allergique chez les enfants exposés à domicile aux endotoxines**. Les relations ne sont significatives qu'entre les concentrations en endotoxines et la sensibilisation à au moins 2 allergènes (OR* = 0,80 (IC_{95%*} = [0,67 – 0,97])).

Par contre, cette étude ne montre **pas de relation entre l'exposition aux endotoxines et les affections et symptômes allergiques**.

Il est regrettable que les prélèvements d'endotoxines aient été faits après les prélèvements sanguins, alors qu'il aurait fallu que ces prélèvements d'endotoxines (mesure de l'exposition) soient faits au mieux avant la mesure sanitaire (sensibilisation). Cependant, les auteurs ont fait une étude de sensibilité en étudiant uniquement les enfants qui ont vécu dans la même maison depuis la naissance, et les résultats sont confirmés et ont même tendance à être plus importants.

Il s'agit donc d'une étude intéressante, dans la mesure où beaucoup d'études récentes ont expliqué les relations entre la prévalence plus basse d'affections allergiques et la vie à la ferme par la présence d'endotoxines, mais sans mesure effective de celles-ci. Par contre, elle mérite d'être confirmée par des études de cohorte.

Source : Gehring U., Bischof W., Fahlbusch B., Wichmann H.E., Heinrich J.; House dust endotoxin and allergic sensitization in children ; American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 166(7) [2002], 939 – 944

Article analysé par : Claire SEGALA, SEPIA-Santé ; sepia@sepia-sante.com



EFFETS SANITAIRES

Utilisation de pesticides domestiques pendant la grossesse

Aux Etats-Unis, l'utilisation de pesticides dans l'habitat est largement répandue (80 à 90 % des foyers). Les études expérimentales ont montré une relation entre l'exposition in utero aux pesticides organophosphates (notamment chlorpyrifos et diazinon) et des altérations neurocomportementales chez les rongeurs. L'objectif de l'étude était de mieux connaître l'utilisation des pesticides dans les logements et l'exposition des femmes enceintes. Ces dernières ont été recrutées dans les services de maternité hospitaliers et sélectionnées sur l'âge (18 à 35 ans), la résidence (habitant depuis plus d'un an à New-York), le mode de vie (non fumeuses, non utilisatrices de drogues) et l'état de santé (non diabétiques, non hypertendues, suivi régulier depuis le début de la grossesse). Sur 1 706 femmes interrogées, 806 étaient "éligibles" et 70 % ont accepté de répondre au questionnaire. L'article est consacré exclusivement aux 316 femmes d'origine africaine ou sud-américaine. Parmi celles-ci, 72 ont accepté de porter un appareil de mesure individuel pendant 48 h (débit réglé à 4 l/min) au cours du dernier trimestre de leur grossesse. Il permet la

collecte des PM_{2,5}* sur un filtre microfibre de quartz et les vapeurs et aérosol sur une mousse de polyuréthane. **Huit pesticides étaient spécifiquement visés, mais 21 substances ont été mesurées** (19 insecticides et 2 fongicides). Sur les 316 réponses, 85 % des femmes ont déclaré au moins 1 application de pesticides, dans 35 % des cas cette application a été réalisée par un professionnel (dont 45 % plus d'une fois par mois). La plupart des utilisations (90 %) était dirigée contre les cafards. Le nombre d'utilisation augmente avec l'état de délabrement du bâti. 3 pesticides et 1 fongicide ont été mesurés chez toutes les femmes, respectivement diazinon, chlorpyrifos, propoxur et *o*-phénylphénol. 4 autres insecticides ont été fréquemment détectés (entre 47 et 83 % des résultats) : chlordane, *trans*-perméthrine, pipéronyl butoxyde et 1,1,1-trichlorobis(*p*-chlorophényl)éthane. Ces résultats montrent une utilisation des pesticides domestiques pendant la grossesse largement répandue dans les populations de migrants, notamment africains. Certaines expositions respiratoires dépassent les niveaux de dose sans effet pour la santé (diazinon).

Pesticides	LD (ng/m ³)	Résultats > LD	Concentrations dans l'air (en ng/m ³)		
			Médiane	Moyenne ± DS	Etendue
<i>Organophosphates</i>					
Chlorpyrifos	0,2	72/72	9,9	21,1±30,2	de 0,7 à 193
Diazinon	0,2	71/71	24,5	159±72,3	de 2 à 6010
Méthyl parathion	0,2	2/53	ND	NC	de ND à 0,9
Dichlorvos	0,2	1/55	ND	NC	de ND à 2,8
Malathion	0,2	0/49	ND	NC	
<i>Carbamates</i>					
Propoxur	0,2	72/72	33,1	85,1±198	de 3,8 à 1380
Carbaryl	0,4	1/60	ND	NC	de ND à 0,7
<i>Pyréthroïdes</i>					
Pipéronyl butoxyde	0,1	59/71	0,5	1,1±1,7	de ND à 11,1
Trans-perméthrine	0,1	29/62	ND	0,8±1,3	de ND à 7,0
Cis-perméthrine	0,4	24/72	ND	NC	de ND à 2,8
Cyfluthrine	0,6	7/72	ND	NC	de ND à 14,2
<i>Organochlorés</i>					
4,4'-DDT	0,1	49/72	0,3	0,4±0,6	de ND à 4,0
4,4'-DDE	0,1	47/72	0,2	0,4±0,4	de ND à 2,2
γ-chlordane	0,2	56/72	0,3	0,4±0,4	de ND à 2,5
α-chlordane	0,2	42/72	0,1	0,2±0,3	de ND à 1,8
Trans-nonachlore	0,3	9/72	ND	NC	de ND à 0,7
Heptachlore	0,2	0/72	ND	NC	
Lindane	0,5	1/44	ND	NC	de ND à 3,2
Méthoxychlore	0,2	1/70	ND	NC	de ND à 0,5
Aldrine	0,7	0/70	ND	NC	
Dicofol	0,6	0/67	ND	NC	
Dieldrine	0,8	0/71	ND	NC	
Endosulfan	0,4	0/72	ND	NC	
Endrin	0,7	0/72	ND	NC	
<i>Fongicides</i>					
o-Phénylphénol	0,6	72/72	23,7	35,3±85,8	5,7 à 743
Folpet	0,2	1/68	ND	NC	de ND à 1,1

LD = Limite de Détection ; ND = Non Détecté ; NC = Non Calculé ; DS = Déviation Standard

En gras : pesticides mesurés chez les 72 femmes (soit 100 % des femmes)

Outre les résultats de concentrations atmosphériques de pesticides, l'étude délivre de nombreuses informations sur l'utilisation des pesticides dans les habitats new-yorkais. Les pièges collants et les gels sont les méthodes d'application les plus répandues pour la lutte contre les cafards (respectivement 53 et 43 % des utilisations rapportées par les personnes interrogées). Les facteurs favorisant la fréquence d'application sont le mauvais état du bâti, l'ethnie et la localisation (*Harlem* versus *Bronx* et *Washington Heights*). Les résultats sont conformes à d'autres études et cohérents avec le fait que les quantités de chlorpyrifos utilisées à Manhattan dépassent celles de tout autre comté de l'état. La concentration maximale de **diazinon** est 14 fois supérieure au niveau sans effet sur la santé (*Reference Dose* = 0,09 µg/kg.j ; Dose inhalée = [6 010 ng/m³ × 15,2 m³/j] / 70 kg = 1,3 µg/kg.j). Les auteurs discutent le fait que les expositions réelles pourraient être supérieures car leur étude ne tient pas compte des expositions par voies orale et cutanée. Ils montrent clairement que **l'exposition aux pesticides dans**

l'habitat est multiple (toutes les femmes enceintes étaient exposées à un minimum de 4 substances différentes et 30 % l'étaient aux 8 substances recherchées). En revanche, aucune information ne vient justifier la restriction de l'étude aux seules populations afro-américaine et dominicaine, ce point n'apparaît pas non plus dans la discussion de l'article, mais il est vrai que le titre limite la portée des résultats aux population minoritaires. D'autre part, l'effet possible du faible débit de pompage lors des prélèvements d'air (4 l/min = 5,7 m³/j) sur les résultats tant au niveau qualitatif (pourcentage de résultats positifs) que quantitatif, n'est pas discuté.

Source : Whyatt R.M., Camann D.E, Kinney P.L., Reyes A., Ramirez J., Dietrich J., Diaz D., Holmes D., Perera F.P. ; Residential Pesticide Use during Pregnancy among a Cohort of Urban Minority Women ; *Environmental Health Perspectives*, 110(5) [2002], 507 – 514

Article analysé par : Vincent NEDELLEC, Conseil en Santé Environnement ; vincent.nedellec@wanadoo.fr

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

- Avakian M.D, Dellinger B., Fiedler H., Gullet B., Koshland C., Marklund S., Oberdorster G., Safe S., Sarofim A., Smith K.R., Schwartz D., Suk W.A. ; The origin, fate, and health effects of combustion by-products: A research framework ; *Environmental Health Perspectives*, 110(11) [2002], 1155 – 1162
- Ingrosso G. ; Free radical chemistry and its concern with indoor air quality: an open problem ; *Microchemical Journal*, 73(1-2) [2002], 221 – 236
- Wolkoff P. ; Trends in Europe to reduce the indoor air pollution of VOCs ; *Indoor Air*, 13(Supp.6) [2003], 5 – 11
- Mølhave L. ; Organic compounds as indicators of air pollution ; *Indoor Air*, 13(Supp.6) [2003], 12 – 19
- Lioy P.J., Freeman N.C.G., Millette J.R. ; Dust: A Metric for Use in Residential and Building Exposure Assessment and Source Characterization ; *Environmental Health Perspectives*, 110(10) [2002], 969 – 983
- Lai A.C.K. ; Particle deposition indoors: a review (summary version) ; *Indoor Air*, 12(4) [2002], 211 – 214
- Guo Z.H. ; Review of indoor emission source models. Part 1. Overview ; *Environmental Pollution*, 120(3) [2002], 533 – 549
- Guo Z.H. ; Review of indoor emission source models. Part 2. Parameter estimation ; *Environmental Pollution*, 120(3) [2002], 551 – 564

Numéro *Chemosphere* Spécial Particules

- Chow J.C. et al. ; Chapter one: exposure measurements ; *Chemosphere*, 49(9) [2002], 873 – 901
- Mitra A.P., Morawska L., Sharma C., Zhang J. ; Chapter two: methodologies for characterisation of combustion sources and for quantification of their emissions ; *Chemosphere*, 49(9) [2002], 903 – 922
- Moschandreas D.J., Watson J., D'Abreton P., Scire J., Zhu T., Klein W., Saksena S. ; Chapter three: methodology of exposure modelling ; *Chemosphere*, 49(9) [2002], 923 – 946
- Brauer M., Evans J.S., Florig H.K., Phonboon K., Saksena S., Song G. ; Policy uses of particulate exposure estimates ; *Chemosphere*, 49(9) [2002], 947 – 959
- Freeman N.C.G., de Tejada S.S. ; Methods for collecting time/activity pattern information related to exposure to combustion products ; *Chemosphere*, 49(9) [2002], 979 – 992
- Jantunen M., Hänninen O., Koistinen K., Hashimi J.H. ; Fine PM measurements: personal and indoor air monitoring ; *Chemosphere*, 49(9) [2002], 993 – 1007
- Morawska L., Zhang J.J. ; Combustion sources of particles. 1. Health relevance and source signatures ; *Chemosphere*, 49(9) [2002], 1045 – 1058
- Zhang J.J., Morawska L. ; Combustion sources of particles: 2. Emission factors and measurement methods ; *Chemosphere*, 49(9) [2002], 1059 – 1074
- Evans J.S., Wolff S.K., Phonboon K., Levy J.I., Smith K.R. ; Exposure efficiency: an idea whose time has come? ; *Chemosphere*, 49(9) [2002], 1075 – 1091
- Watson J.G., Zhu T., Chow J.C., Engelbrecht J., Fujita E.M., Wilson W.E. ; Receptor modeling application framework for particle source apportionment ; *Chemosphere*, 49(9) [2002], 1093 – 1136
- Moschandreas D.J., Saksena S. ; Modeling exposure to particulate matter ; *Chemosphere*, 49(9) [2002], 1137 – 1150
- Brauer M., Saksena S. ; Accessible tools for classification of exposure to particles ; *Chemosphere*, 49(9) [2002], 1151 – 1162
- Thomas W.R., Smith W-A., Hales B.J., Mills K.L., O'Brien R.M. ; Characterization and Immunobiology of House Dust Mite Allergens ; *International Archives of Allergy and Immunology*, 129 [2002], 1 – 18
- Kurup V.P., Shen H-D., Vijay H. ; Immunobiology of Fungal Allergens ; *International Archives of Allergy and Immunology*, 129 [2002], 181 – 188
- Burge H.A. ; An update on pollen and fungal spore aerobiology ; *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 110(4) [2002], 544 – 552
- Van Netten C. ; Analysis and implications of aircraft disinsectants ; *The Science of The Total Environment*, 293(1-3) [2002], 257 – 262
- Santilli J. ; Health effects of mold exposure in public schools ; *Current Allergy and Asthma Reports*, 2(6) [2002], 460 -467
- Bluyssen P.M., Cox C., Seppanen O., Fernandes E.D., Clausen G., Muller B., Roulet C.A. ; Why, when and how do HVAC-systems pollute the indoor environment and what to do about it? The European AIRLESS project ; *Building and Environment*, 38(2) [2003], 209 – 225
- Mølhave L. Krzyzanowski M. ; The right to healthy indoor air: status by 2002 ; *Indoor Air*, 13(Supp.6) [2003], 50 – 53

ERRATUM

Les auteurs Barros-Dios J.M., Barreiro M.A., Ruano-Ravina A. et Figueiras A. de l'article paru dans *American Journal of Epidemiology* (Exposure to residential radon and lung cancer in Spain ; 156(6), 548 – 555) et analysé par Hélène Baysson dans *Info Santé Environnement Intérieur* N°4, mars 2003, rapportent une erreur dans les intervalles de confiance fournis (IC_{95%}*). Il fallait lire :

Les risques relatifs sont les suivants : **1,00** ; **2,73** (IC_{95%} = [1,21 - 6,18]) ; **2,48** (IC_{95%} = [1,12 - 5,48]) ; **2,96** (IC_{95%} = [1,29 - 6,79]) pour des concentrations en radon réparties en 4 classes : < 36,9 Bq/m³ ; 37,0-55,1 Bq/m³ ; 55,2-147,9 Bq/m³ et ≥148 Bq/m³.

Erratum paru dans *American Journal of Epidemiology*, 157 [2003], 859

INFORMATIONS DIVERSES

Politiques publiques

Dans les propositions du “**plan cancer**” présenté par le Président de la République le **24 mars 2003**, un groupe de mesures concerne particulièrement le **tabagisme passif**. Il s'agit notamment :

- de faire appliquer l'interdiction de fumer dans les lieux collectifs, en particulier les lieux de travail, les transports publics, les restaurants et les hôtels ;

- de mettre en place des opérations “Ecole sans tabac” pour lutter contre le tabagisme des jeunes : respect de l'interdiction de fumer, promotion de programmes de prévention et d'éducation par la médecine scolaire.

➔ Pour plus d'informations consulter :

http://www.sante.gouv.fr/htm/dossiers/cancer/plaquette_cancer.pdf

Publications

Environnement et Santé Publique, Fondements et pratiques, Gérin M., Gosselin P., Cordier S., Viau C., Quénel P., Dewailly E., Editions Tec & Doc / Edisem ; 1^{er} trimestre 2003 – 1 023 pages

Fruit de la collaboration de plus de 120 spécialistes canadiens et français de la santé environnementale, cet ouvrage de référence est divisé en 5 parties :

- Première partie : L'environnement et la santé Publique : deux mondes en relation ;
- Deuxième partie : Principes et méthodes en santé environnementale ;

- Troisième partie : Contamination des milieux, exposition des populations et risques sanitaires ;
- Quatrième partie : Effets nocifs sur la santé des polluants de l'environnement ;
- Cinquième partie : Pratiques en santé environnementale.

Un chapitre est spécialement consacré à la qualité de l'air intérieur, mais de manière générale, le livre fournit des références de base complètes et précises sur tous les sujets traités. En fin du document, un chapitre inventorie par ailleurs les sources d'informations documentaires et professionnelles en santé environnementale.

Sur le web

Le **Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB)** consacre le numéro de **mai 2003** de sa “Lettre de la Recherche” (N°62) à l'évaluation des **performances des aspirateurs ménagers** susceptibles de remettre en suspension dans l'air des **particules fines**. Un banc d'essai permettant de compter le nombre de particules qui s'échappent d'un aspirateur en fonctionnement a été développé. Menés en partenariat avec les hôpitaux de Strasbourg, les premiers tests ont concerné plus spécifiquement les allergènes de chat remis en suspension.

Ces tests exploratoires vont être étendus à d'autres polluants biologiques et allergènes.

Pour info, les “Lettres de la Recherche” parues en octobre 2002 étaient également consacrées à la qualité de l'air intérieur, les thèmes traités étant respectivement : “Air intérieur : Evaluer les émissions chimiques et odorantes des produits de construction” (N°55) et “Qualité de l'air : Faut-il ouvrir ou fermer les fenêtres lors des pics de pollution urbaine ?” (N°54).

➔ <http://www.cstb.fr/>, Rubrique *Lettres de la Recherche*

L'Institut pour l'environnement et la santé publique britannique (*Institute for Environment and Health*) met en ligne, depuis **février 2001**, la **base de données IERIE**, *Inventary of European Research on the Indoor Environment*. Cette base, d'accès gratuit, répertorie les programmes européens de recherche sur le thème de l'air intérieur, terminés ou en cours. Outre une requête par mots-clés, il est possible de faire une recherche par chercheur, par institut ou par projet. Chaque résultat fournit un résumé du projet, les coordonnées de son responsable et

éventuellement de ses financeurs, les publications, le site Internet du projet le cas échéant. A ce jour, 124 projets sont répertoriés dans la base IERIE.

➔ Accès par <http://www.le.ac.uk/ieh>, Rubrique *Databases*
Ou directement par :
<http://wads.le.ac.uk/ieh/ierie/index.htm>
Contact à prendre auprès de Charles Aylward, IEH :
ca28@leicester.ac.uk

Dans le cadre des travaux européens du programme *Clean Air for Europe* (CAFE) mis en place par la DG Environnement de la Commission européenne, un **groupe de travail de l'Organisation Mondiale de la Santé** a été mandaté pour expertiser les résultats des publications relatives aux effets sanitaires de la pollution atmosphérique parus depuis la dernière révision des *Air Quality Guidelines for Europe* en date 2000. Cette expertise avait pour but de justifier la nécessité ou non de la révision de ces valeurs guides et valeurs cibles au regard des travaux scientifiques les plus récents. La revue de ces derniers par un premier groupe d'experts européens et nord-américains a fait l'objet d'une analyse critique par un second groupe de personnes, de l'industrie notamment. 3 polluants atmosphériques étaient concernés : **les particules, l'ozone et le dioxyde d'azote**. 12 questions étaient précisément posées au groupe d'experts de l'OMS*, dont une introduisant directement la problématique de l'air intérieur. Cette question concernait la relation entre les concentrations ambiantes en polluants et les

niveaux d'exposition personnelle qui inclut les expositions intérieures. Le rapport final paru en **mars 2003**, fournit les réponses du groupe à chacune des questions pour chacun des 3 polluants. Pour les synthèses et conclusion générale précises, le lecteur est invité à consulter directement le document. On peut toutefois grossièrement en retenir, pour ce qui concerne la thématique *indoor* que les expositions personnelles ne sont pas corrélées de manière simple aux concentrations ambiantes, ce qui confirme la nécessité de prendre en compte les expositions intérieures et de raisonner en terme d'exposition intégrée, sachant que cette dernière a des modalités largement différentes en fonction des polluants étudiés.

Health Aspects of Air Pollution with Particulate Matter, Ozone and Nitrogen Dioxide, Report on a WHO Working Group Bonn, EUR/03/5042688 ; Germany 13 – 15 January 2003

➔ <http://www.euro.who.int/document/e79097.pdf>

GLOSSAIRE

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

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

OR : Odds Ratio

PM_x : Particules de diamètre aérodynamique médian inférieur à x µm

US EPA : US Environmental Protection Agency

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 Cicolella

Comité de rédaction du N°5 : Cicolella A., Delaunay C., Festy B., Mandin C., Ramalho O., Segala 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 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 au texte intégral.

Le réseau RSEIN, en relation avec l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur, est constitué de représentants des structures suivantes : Association pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique, 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, Fédération ATMO représentée par Air Normand, 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, Laboratoire Central de la Préfecture de Police de Paris, Laboratoire d'Etude des Phénomènes de Transfert Appliqués au Bâtiment, Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris, MEDIECO, SEPIA-Santé, Vincent Nedellec Conseils.

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