



# Info Santé Environnement Intérieur

*N°12  
Juin 2005*

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

Pendant de nombreuses années et comparativement à l'air extérieur, la qualité de l'air à l'intérieur des espaces clos a peu fait partie des principales préoccupations sanitaires en France. Pourtant, la population passe plus de 80% de son temps dans de tels environnements, en majorité à son domicile bien sûr, mais aussi sur son lieu de travail, lors de ses déplacements, .... L'environnement intérieur présente une grande diversité de polluants, avec de nombreux agents physiques et contaminants chimiques ou microbiologiques, liés aux bâtiments ou à leurs équipements, aux produits de consommations utilisés, à l'environnement extérieur immédiat ou encore au comportement des occupants. Depuis quelques années, une attention croissante est portée à ce sujet, avec notamment la création par les pouvoirs publics, en 2001, de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur.

La vocation première de cet observatoire, mis en œuvre par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, est de dresser un état des lieux des expositions aux polluants de l'air observés dans les lieux de vie et d'en établir les déterminants, afin d'apporter les informations nécessaires à l'évaluation et à la gestion éventuelle des risques sanitaires. L'étude pilote qui s'est déroulée en 2001 et qui se poursuit par une campagne nationale en 2003/2005, a également confirmé les lacunes concernant l'existence de valeurs guides permettant d'asseoir une réglementation ou l'information du public dans ce domaine. En effet, autant il existe des valeurs de référence, nationales ou internationales, pour la qualité de l'air extérieur, voire des indicateurs plus généraux d'information du grand public tel l'indice Atmo, autant ce champ est quasiment vierge pour la qualité de l'air intérieur, particulièrement en France. Il devient dès lors difficile d'apprécier la qualité de l'air dans les environnements clos et d'évaluer la nécessité de mettre en œuvre des mesures adaptées permettant d'en améliorer la qualité.

Devant l'enjeu sanitaire potentiel que représente la qualité de l'air intérieur, et déclinant ainsi une des actions du Plan National Santé Environnement, l'Agence Française de Sécurité Sanitaire Environnementale, en partenariat avec le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, a mis en place un groupe de travail en janvier 2005 visant à élaborer de tels référentiels pour la qualité de l'air intérieur.

Ce groupe de travail, composé de représentants d'organismes impliqués dans la santé environnementale et spécialisés dans la problématique de l'air intérieur (INERIS, InVS, DGA, LCPP et LHVP), a comme objectif principal de définir un programme d'action pour 2005/2006 et d'établir très rapidement de premières valeurs de référence pour une liste pionnière de substances. Le travail engagé visera également à développer une méthodologie pour l'élaboration de telles valeurs, en relation notamment avec les travaux européens menés sur le sujet, en particulier le programme INDEX. Les premiers résultats des travaux du groupe de travail devraient être disponibles pour la fin de l'année 2005.

**Michèle FROMENT-VEDRINE**

**Directrice générale de l'Agence française de sécurité sanitaire environnementale (AFSSE)**

### SOMMAIRE

Substances → p2 ; Lieux de vie → p4 ; Effets sanitaires → p8 ; Informations diverses → p13  
Les astérisques renvoient aux termes du glossaire. → p20

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.



Utilisés en tant que plastifiants dans une large gamme de composés en PVC rencontrés dans les bâtiments, les esters de phtalate et de phosphate peuvent contaminer l'air intérieur des habitations. Certains phtalates sont des tératogènes connus et leur activité œstrogénique a été récemment documentée. Les phosphates possèdent des propriétés toxiques aiguës sur le système nerveux central chez l'animal. Si l'ingestion a jusqu'à présent été largement considérée comme la voie prépondérante d'exposition aux phtalates et aux phosphates, l'exposition par voie respiratoire, notamment dans les milieux intérieurs, a été peu documentée. Les phtalates et les phosphates étant utilisés dans de nombreux produits domestiques, non seulement comme plastifiants mais aussi comme agents adhésifs, retardateurs de flamme ou dans certaines peintures, une étude japonaise a mesuré à l'aide de techniques analytiques récemment développées leurs concentrations dans l'air de 27 habitations de la région de Tokyo afin d'évaluer l'influence de l'inhalation sur l'exposition quotidienne totale à ces composés.

Des échantillons aériens ont été prélevés au printemps (n = 6) et à l'automne 2000 (n = 21) dans les habitations des membres de l'équipe universitaire en charge de l'étude (10 maisons individuelles et 17 appartements). Parmi elles, figurait une habitation neuve encore inoccupée. Les échantillons ont été prélevés pendant 3 jours consécutifs à l'aide d'une pompe. Les auteurs ne fournissent pas de renseignements précis sur le protocole d'échantillonnage (pièce(s) investiguée(s), hauteur des prélèvements... ?).

Cinq phtalates (diéthyl phtalate = DEP, dibutyl phtalate = DBP, butylbenzyl phtalate = BBzP, dicyclohexyl phtalate = DCHP, diéthylhexyl phtalate = DEHP) et 4 phosphates (tributyl phosphate = TBP, tris(2-chloroéthyl) phosphate = TCEP, triphényl phosphate = TPP, tris(2-butoxyéthyl) = TBEP) ont été identifiés par chromatographie gazeuse couplée à une spectrométrie de masse et quantifiés par chromatographie gazeuse couplée à un détecteur à ionisation de flamme.

Les résultats indiquent que dans l'air des habitations japonaises les phosphates sont détectés moins fréquemment et à plus faibles concentrations que les phtalates (voir tableau). Les concentrations médianes en TBP, TCEP, TPP et TBEP sont inférieures à 0,001 µg/m<sup>3</sup>. Parmi les phtalates, le DBP et le DEHP sont les plus fréquemment détectés ; ils présentent des concentrations plus élevées que les autres composés. Les concentrations médianes en DBP, DEHP, DEP, DCHP et BBzP sont respectivement de 0,39, 0,11, 0,10, 0,07 et 0,01 µg/m<sup>3</sup> avec une variabilité importante entre les habitations. Les concentrations moyennes sont du même ordre de grandeur que celles rapportées lors de précédents travaux japonais. La concentration la plus élevée (DBP = 6,18 µg/m<sup>3</sup>) a été mesurée dans la cuisine de l'habitation neuve non encore occupée où l'on note la présence de plancher en bois, de plafonds et murs couverts de tissu en vinyle. Une corrélation positive est observée entre les concentrations de DBP et de DEHP d'une part (r = 0,76 ; p < 0,01) et entre celles de DCHP et de DEHP d'autre part (r = 0,46 ; p < 0,05).

*Concentrations en esters de phtalate et de phosphate dans l'air intérieur (n = 27)*

Famille chimique	Composés individuels	Moyenne* ± ET (µg/m <sup>3</sup> )	Médiane (µg/m <sup>3</sup> )	Min-Max (µg/m <sup>3</sup> )
<b>Phtalates</b>	DEP	0,14 ± 0,14	0,10	0,01 – 0,61
	DBP	0,75 ± 1,17	0,39	0,01 – 6,18
	BBzP	0,02 ± 0,03	0,01	< 0,001 – 0,11
	DCHP	0,12 ± 0,18	0,07	< 0,001 – 0,75
	DEHP	0,32 ± 0,60	0,11	< 0,001- 3,13
<b>Phosphates</b>	TBP	0,01 ± 0,03	< 0,001	< 0,001 – 0,10
	TCEP	0,02 ± 0,07	< 0,001	< 0,001 – 0,38
	TPP	0,01 ± 0,01	< 0,001	< 0,001 – 0,07
	TBEP	0,01 ± 0,01	< 0,001	< 0,001 – 0,03

\* Les valeurs moyennes sont calculées en accordant aux résultats inférieurs à la limite de quantification (LQ) la valeur LQ/2.  
ET : Écart-type

Les niveaux d'exposition aux phtalates dans l'air extérieur étant faibles, il est généralement admis que l'ingestion constitue la principale voie d'exposition à ces composés. Cependant, les concentrations dans l'air intérieur pouvant être jusqu'à 3 ordres de grandeur plus élevées que dans l'air extérieur, les auteurs ont cherché à évaluer l'influence de l'inhalation sur l'exposition totale aux phtalates. Pour un volume d'air inhalé journalier moyen de 22 m<sup>3</sup>, l'apport quotidien par voie respiratoire serait de 136 µg/jour si l'on considère la concentration maximale en DBP (6,18 µg/m<sup>3</sup>). Les valeurs correspondantes associées aux concentrations moyennes (0,75 µg/m<sup>3</sup>) et médiane (0,39 µg/m<sup>3</sup>) de DBP sont respectivement de 15 et 7,8 µg/j. Comparée aux apports quotidiens par voie alimentaire estimés chez les japonais (14,3 µg/j), l'exposition maximale par inhalation pourrait donc être plus forte que l'exposition par voie alimentaire. Comparée par ailleurs à l'apport quotidien de DBP par voie alimentaire rapporté au Canada (450 µg/j), l'exposition maximale par inhalation estimée dans l'étude japonaise représenterait environ 20% des apports totaux (30% des apports alimentaires). En revanche, si l'on considère les niveaux d'exposition médians mesurés dans l'air des habitations japonaises, l'inhalation représenterait moins de 2% des apports par ingestion.

Les résultats indiquent également que les concentrations extérieures en DBP et DEHP observées au Japon sont 10 à 100 fois plus faibles que celles mesurées à l'intérieur des habitations, confirmant que leurs principales sources d'émission sont rencontrées dans les milieux intérieurs. Ils suggèrent également, pour le DBP, que l'exposition par voie respiratoire dans les milieux intérieurs pourrait contribuer de manière parfois relativement importante aux apports quotidiens totaux, en particulier chez les sujets vivant dans des habitats présentant des niveaux d'exposition élevés, remettant ainsi en cause les connaissances acquises jusqu'à présent et le rôle quasi exclusif de l'exposition aux phtalates par voie alimentaire.

Source : Otake T., Yoshinga J., Yanagisawa Y. ; Exposure to phthalates esters from indoor environment ; Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology, 14(7) [2004]: 524-528

Article analysé par : Luc MOSQUERON, Vincent Nedellec Consultants ; [luc.mosqueron@vnc-sante.fr](mailto:luc.mosqueron@vnc-sante.fr)



## SUBSTANCES

### Évaluation du potentiel d'aérosolisation des spores mycéliennes dans les bâtiments moisiss

Le développement de moisissures dans les bâtiments est un problème universel. Les auteurs rappellent qu'en Amérique du nord (États-Unis et Canada) 36% des bâtiments en souffrent et qu'en Finlande et aux Pays-Bas, 15 à 24% des immeubles sont humides. En France, une étude récente de l'INSEE (Institut national de la statistique et des études économiques) fait état de près d'un quart de logements humides. Le développement des moisissures dépend de nombreux facteurs (nutriments, pH, porosité et surtout quantité d'eau disponible dans le matériau notée  $a_w$ ). Les matériaux de construction permettent pour la plupart la croissance mycélienne. Les variations locales de la ventilation et de la température de surface créent des microclimats à  $a_w$  élevée. Cette observation permet à certains d'affirmer que la mesure de l'hygrométrie ambiante peut ne pas être le bon choix pour déterminer si un développement mycélien est possible ou non. L'existence de courants d'air semble être le facteur le plus important dans le détachement des spores de leur

mycélium, phénomène qui diffère selon l'espèce mais aussi selon la vitesse d'air au niveau de la surface, la texture de celle-ci et les vibrations du support. Les auteurs rappellent que, si *a priori* les échantillonnages d'air devraient être représentatifs de ce que respirent les personnes exposées, leur trop courte durée ne correspond pas à une exposition sur le long terme. La perte de viabilité en culture et le manque de connaissance précise sur les mécanismes de la pathogénie expliquent également la faible relation entre les résultats de mesure de la contamination aéroportée et la santé. L'étude des surfaces, des supports et de la poussière est une alternative qui donne une bonne image de la source, mais ne représente cependant pas l'exposition aux aérosols. La technique combine l'échantillonnage de l'air et l'évaluation directe de la source à l'aide d'un appareil appelé FSSST (testeur de la puissance émissive de la source fongique). L'objectif du document est de déterminer à l'aide du prototype FSSST, le mode et l'efficacité du détachement des spores à partir d'une source.

Dans l'étude de Sivasubramani *et al.*, les 4 logements choisis, situés dans l'agglomération de Cincinnati, ont des contaminations visibles (béton, peinture, bois aggloméré). En raison de son climat, la ville de Cincinnati présente de nombreuses maisons contaminées et personnes, dont des enfants, atteintes d'allergies respiratoires et d'asthme. Une pièce d'une centaine de m<sup>3</sup> est étudiée dans chaque maison ; elle doit présenter une surface contaminée d'une manière homogène d'au moins 0,5 m<sup>2</sup> qui permet l'écouvillonnage et l'utilisation de la méthode FSSST. La thermohygro-métrie ambiante, l'a<sub>w</sub>, la composition qualitative et quantitative de la flore mycélienne après écouvillonnage d'une surface de 1 cm<sup>2</sup> et mise en œuvre de la méthode FSSST, sont mesurées. Les suspensions obtenues à l'aide des écouvillons sont filtrées, puis les spores sont comptées au microscope optique, le résultat étant rapporté au cm<sup>2</sup>. Le FSSST est une cellule dont le fond est percé de 112 orifices, qui est appliquée sur et maintenue contre la source. Une pompe permet de créer au niveau de la source un courant d'air filtré (filtre HEPA). Un échantillonneur d'air (débit : 12,5 L.m<sup>-3</sup>) est placé en sortie. Quatre temps sont testés. Des échantillonnages d'air ambiant sont effectués à une distance de la source de 2 m.

Les résultats à retenir de ces travaux sont les suivants :

- les poutres de bois et le bois aggloméré sont les plus contaminés en surface. La composition qualitative de la flore diffère selon les supports bien que les *Aspergillus* et *Penicillium* soient présents partout, excepté sur les poutres. *Stachybotrys* (S.) est isolé curieusement seulement sur la peinture qui présente la flore la plus variée. L'humidité de surface varie de 9 à 15% et les concentrations de spores aéroportées sont comprises entre 10<sup>3</sup> et 10<sup>5</sup> par m<sup>3</sup>. Les mêmes espèces sont trouvées dans les écouvillonnages et dans l'air à de rares exceptions près ;

- les auteurs ont trouvé un rythme de détachement des spores de l'ordre de 100 à 1000 spores/cm<sup>2</sup>/min qui ne diffère pas d'un matériau à l'autre lorsque les caractéristiques (porosité, surface lisse, ...) sont voisines. Certains autres substrats poreux (dalles de plafond) ont des rendements de l'ordre de 10<sup>4</sup> spores/cm<sup>2</sup>/min. "L'aérosolisation" est maximale durant les 5 premières minutes de l'essai, puis diminue nettement au bout de 10 minutes. L'analyse microscopique des échantillons FSSST donne les mêmes résultats que les écouvillonnages. Les analyses d'air ambiant montrent des résultats différents du FSSST et des écouvillonnages : les auteurs en déduisent que le FSSST donne des résultats plus représentatifs de la source que les prélèvements d'air effectués à proximité de la source ;
- le rythme de détachement des spores de S. est très variable d'un essai à l'autre. Les auteurs rappellent que les S. étant du type moisissure "humide", l'influence des variations de l'humidité à l'intérieur de la colonie peut être importante ;
- le rendement du détachement des spores est très faible (<2% du nombre de spores déterminé par comptage microscopique) ;
- le calcul de la teneur atmosphérique que l'on pourrait obtenir si toutes les spores étaient détachées, donne des teneurs beaucoup plus élevées que celles relevées dans les échantillons réels.

Cette étude applique une technique déjà utilisée dans les études d'émission de source en chimie. Son gros défaut est d'utiliser l'écouvillonnage comme technique quantitative alors qu'elle est considérée généralement comme essentiellement qualitative. Mais elle a pour mérite d'être utilisable sur site, de n'être pas destructive et de tenter de prévoir la puissance de contamination à partir d'une source déjà implantée. Ces travaux sont donc à suivre.

Source : Sivasubramani S.K., Niemeier R.T., Reponen T. *et al.* ; Assessment of the aerosolization potential for fungal spores in moldy homes ; Indoor Air 14(6) [2004]: 405-412

Article analysé par : Annie MOUILLESEAUX ; [annie.mouilleseaux@noos.fr](mailto:annie.mouilleseaux@noos.fr)



## LIEUX DE VIE

### Impact des feux de forêt canadiens de 2002 sur la pollution intérieure particulaire à Baltimore

Les feux de forêt sont une source non négligeable de pollution atmosphérique et peuvent avoir un impact sanitaire important. En effet, les émissions dues à ces feux de forêt concernent tout particulièrement les particules en suspension, le monoxyde de carbone, les hydrocarbures aromatiques polycycliques, les aldéhydes et les composés organiques volatils et semi-volatils. Les panaches de fumée peuvent ainsi transporter des polluants sur de longues distances. Plusieurs études ont montré que ce transport à grande échelle peut affecter les niveaux en polluants atmosphériques à plusieurs milliers de kilomètres de leur source. Bien que ces études aient montré que la combustion de la biomasse était une source importante de particules, il n'y a pas eu de travail évaluant, dans les centres urbains, l'impact de cette combustion sur la qualité de l'air intérieur. L'étude de Sapkota *et al.* examine donc l'impact des feux de forêt canadiens de juillet 2002 sur les niveaux de particules en suspension à Baltimore, ville située à plusieurs milliers de kilomètres.

Cette étude de l'impact des feux de forêt canadiens sur les concentrations en particules à Baltimore s'appuie sur plusieurs sources d'informations :

- données fournies par le Ministère Canadien des Eaux et Forêts précisant le nombre d'hectares de forêt brûlés chaque mois ;
- images satellites afin de suivre le transport et l'étendue du panache de fumée ;
- sorties d'un modèle de trajectoire pour calculer les rétro-trajectoires ;
- données issues d'un LIDAR pour suivre le panache et son entraînement de la couche de mélange ;
- mesures de concentrations de particules dans l'air en trois sites de Baltimore. Les mesures sont complétées par des informations relatives à la taille des particules sur deux sites ;
- mesures des concentrations intérieures de particules dans la chambre de 3 enfants souffrant d'asthme. Des informations relatives aux activités à l'intérieur des habitats (tabagisme, cuisine, ...), à la ventilation (naturelle ou air conditionné) sont collectées.

L'étude des rétro-trajectoires montre que les masses d'air arrivant sur Baltimore du 6 au 8 juillet 2002 proviennent de la région de Québec alors marquée par des feux de forêt. Les 5 et 9 juillet, les masses d'air proviennent respectivement de l'ouest canadien et du centre-ouest des États-Unis. Peu après 9h00 GMT le 7 juillet 2002, le panache des fumées des feux de forêt est situé entre 1400 et 1800 mètres d'altitude. La hauteur de la couche de mélange évolue entre 600 mètres d'altitude à 10h

GMT et environ 1000 mètres à 11 h GMT le 7 juillet. La teneur en particules dans la couche de mélange est alors inférieure à celle dans le panache de fumée situé plus haut. Juste après 11h, la couche de mélange atteint l'altitude du panache de fumée. A partir de 11h30, des turbulences sont visibles à la limite inférieure du panache favorisant ainsi le brassage des différentes couches d'air. Ce phénomène augmente dans l'après-midi. Après 18h, le brassage devient moins important. La hauteur de la couche de mélange baisse à environ 650 mètres tandis que le panache de fumée des feux de forêt s'élève à plus de 1000 mètres à 20h30. Le mélange du panache de fumée dans la couche de mélange observée par le LIDAR, coïncide avec une augmentation importante du niveau de fond en poussières en suspension sur l'ensemble des points de mesure à Baltimore. L'épisode de pollution à Baltimore est observé le 7 juillet entre 11 et 18 h GMT et est marqué par une hausse très importante des  $PM_{2.5}^*$  : en effet, pendant l'épisode, les teneurs en poussières dont la taille est comprise entre 0,8 et 0,9  $\mu m$  sont 30 fois supérieures au niveau de fond. Une augmentation du niveau de poussières dans les chambres est également observée dans une moindre mesure. Ce pic de pollution dans les habitats coïncide avec le pic en air extérieur le 7 juillet.

Cette étude montre l'impact local sur les niveaux de poussières en suspension en air ambiant extérieur et intérieur lié aux phénomènes de transports longue distance. La plus grande part de l'augmentation du niveau des poussières en suspension concerne les particules fines ( $PM_{2.5}^*$ ). Susceptibles d'atteindre les voies respiratoires profondes, ces particules peuvent ainsi avoir un impact sanitaire non négligeable puisqu'elles pénètrent facilement dans les habitats, où la population passe une large partie de son temps. Par ailleurs, le ratio proche de 1 entre les niveaux des poussières en suspension à l'extérieur et à l'intérieur pendant le pic de pollution met en évidence le manque de protection de l'environnement intérieur. Ainsi les préconisations sanitaires demandant de rester à l'intérieur des locaux semblent être relativement inefficaces pour réduire l'exposition aux particules fines. En complément, des recommandations visant à garder les fenêtres fermées, à utiliser le mode recirculation de la climatisation, pourraient être élaborées afin de réduire l'exposition pendant ces pics de pollution.

Source : Sapkota A., Symons J.M. *et al.* ; Impact of the 2002 Canadian forest fires on particulate matter air quality in Baltimore City ; Environmental Science & Technology 39(1) [2005]: 24-32

Article analysé par : Edwige REVELAT, ATMO Poitou-Charentes ;

[edwige.revelat@atmo-poitou-charentes.org](mailto:edwige.revelat@atmo-poitou-charentes.org)



Les  $PM_{2,5}^*$  présentes dans l'air extérieur ( $PM_{2,5}^*$  ambiantes) s'infiltrent dans les bâtiments par les ouvertures et les aérations. Les ratios des concentrations intérieures/extérieures sont influencés principalement par le taux de renouvellement d'air, la taille des particules considérées, leur vitesse de sédimentation et l'existence de sources intérieures. On ne sait pas encore assez précisément si les particules "intérieures" ont les mêmes effets sanitaires que les particules ambiantes. Il convient donc, lorsqu'on cherche à connaître le niveau d'exposition aux  $PM_{2,5}^*$  à l'intérieur des bâtiments d'estimer séparément la part provenant de l'infiltration des  $PM_{2,5}^*$  ambiantes et celle due aux sources intérieures. A partir d'études en conditions réelles, certains auteurs ont proposé des modèles permettant d'estimer les expositions intérieures tenant compte de ces deux composantes. Les données issues de l'étude européenne EXPOLIS permettent d'affiner ces techniques.

L'étude de Hänninen *et al.* se fixe trois objectifs : i) améliorer les modèles existants (Ott, 2000<sup>(1)</sup> ; Wilson, 2000) en utilisant le soufre comme traceur des  $PM_{2,5}^*$  ambiantes, ii) répartir l'origine extérieure et intérieure des  $PM_{2,5}^*$  mesurées à l'intérieur des résidences, iii) rechercher les déterminants potentiels des  $PM_{2,5}^*$  d'origine intérieure.

L'étude multicentrique EXPOLIS, réalisée entre 1996 et 2000 dans six villes européennes, utilise un échantillon de population pour mesurer les expositions personnelles et les concentrations micro-environnementales de  $PM_{2,5}^*$  (mesure de la masse et analyse de la composition élémentaire), de monoxyde de carbone, de dioxyde d'azote et de 30 COV\*. La présente étude utilise les résultats de  $PM_{2,5}^*$  obtenus à Athènes ( $n \approx 50$ ), Bâle ( $n \approx 50$ ), Helsinki ( $n \approx 180$ ) et Prague ( $n \approx 50$ ). Les échantillons d'air étaient prélevés pendant deux jours consécutifs en semaine, simultanément à l'intérieur et à l'extérieur, du soir jusqu'au matin lorsque les personnes sont supposées être chez elles (soit environ de 30 à 32h sur 48h). Le soufre est utilisé comme marqueur des particules ambiantes puisqu'il n'y a typiquement pas de sources émettrices à l'intérieur. Le dioxyde de soufre ambiant s'oxyde en sulfate, puis se condense sur les particules présentes ou en forme de nouvelles. Ainsi une très large proportion des particules ambiantes sub-micrométriques contient des traces de soufre. Les particules de tailles supérieures représentent la plus grande proportion massique et possèdent un comportement dynamique (sédimentation, diffusion) très différent. Dans le modèle proposé, la régression des concentrations intérieures/extérieures en soufre est pondérée par la même régression réalisée pour les  $PM_{2,5}^*$ .

L'influence des variables<sup>(2)</sup> descriptives du bâtiment et des activités des occupants sur les concentrations en  $PM_{2,5}^*$  d'origine intérieure est recherchée au moyen d'une analyse univariée, puis multivariée.

Les moyennes de concentrations intérieures totales sont très différentes d'une ville à l'autre : elles vont de 7 (Helsinki) à 21  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Athènes). Les taux moyens d'infiltration des  $PM_{2,5}^*$  sont similaires dans les 4 villes allant de 0,59 (Athènes) à 0,70 (Helsinki). La contribution des sources intérieures aux concentrations totales est comparable dans les quatre villes bien que plus élevée à Bâle et à Prague en raison du taux renouvellement d'air plus faible dans les résidences de ces deux villes. Les concentrations générées par les sources intérieures sont de 3 à 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Parmi les variables testées dans l'analyse univariée, sont significativement et négativement corrélés aux concentrations d'origine intérieure : les parquets, le mobilier et les panneaux en bois, la superficie habitable par occupant, le taux de renouvellement d'air, la taille de la famille. Sont significativement et positivement corrélés : l'âge du bâtiment, l'étage, les sols plastiques, les garages attenants. Les autres variables sont non significatives. Une part non négligeable des concentrations intérieures reste inexpliquée. A Helsinki et Athènes, les concentrations totales en  $PM_{2,5}^*$  dans l'air intérieur sont de 2 à 5 fois supérieures à celles d'origine uniquement intérieure (à l'exclusion de la fumée de tabac).

Le classement des sources par ordre décroissant d'importance pour leur contribution aux concentrations totales à l'intérieur est : la fumée de tabac, l'air ambiant, les autres sources intérieures. Les deux composantes particulières pour lesquelles les effets néfastes sur la santé sont le mieux documentés (fumée de tabac et air ambiant) sont aussi les principales composantes de l'exposition intérieure aux  $PM_{2,5}^*$ . A côté du fait que les bâtiments génèrent eux-mêmes des  $PM_{2,5}^*$ , leur configuration constitue un moyen efficace pour limiter les expositions intérieures aux  $PM_{2,5}^*$ , notamment par l'intermédiaire des systèmes de ventilation et des filtres qu'ils peuvent incorporer. La mesure du soufre élémentaire sur les particules permet de différencier l'origine des particules intérieures, mais elle introduit un biais en raison du comportement dynamique des différentes fractions particulières concernées. Ce biais est en partie contrôlé par l'utilisation des ratios intérieur/extérieur de concentrations en  $PM_{2,5}^*$ . Il est encore nécessaire de promouvoir les études limitées à un échantillon non représentatif de logements pour améliorer la connaissance des débits d'émissions des différentes sources intérieures potentielles.

**Notes :** (1) "Random component superposition" model

(2) Notamment : parquet, panneau et mobilier en bois, rideaux, chauffage électrique, sols plastiques, tissus muraux, murs en plâtré, en plâtre, papier peint, temps d'ouverture des fenêtres, temps de préparation culinaire, temps d'utilisation de brûleur, de cuisinière à gaz, âge de la personne, niveau d'éducation, genre, désagrément déclaré, utilisation d'aspirateur, garage attenant, densité du trafic routier, animal domestique, superficie habitable par occupant, taux de renouvellement d'air, volume du logement, mois, été/hiver, combustion de bois, âge du bâti, étage occupé, immeuble de grande hauteur, etc ...

**Source :** Hänninen O.O., Lebreton E., Ilacqua V., Katsouyanni K., Künzli N., Sram R.J., Jantunen M. ; Infiltration of ambient PM<sub>2.5</sub> and level of indoor generated non-ETS PM<sub>2.5</sub> in residences of four European cities ; Atmospheric Environment 38(37) [2004]: 6411-6423

**Article analysé par :** Vincent NEDELLEC, Vincent Nedellec Consultants ; [vincent.nedellec@vnc-sante.fr](mailto:vincent.nedellec@vnc-sante.fr)



## LIEUX DE VIE

### Relations entre la pollution particulaire intérieure et les niveaux extérieurs en fonction de la ventilation

Des mesures de PM<sub>2.5</sub>\*, de Fumées Noires (FN) et du nombre de particules (NP) ont été réalisées simultanément à l'intérieur d'un hôpital et à l'extérieur du bâtiment, à 30 mètres d'une route à fort trafic de la périphérie de Erfurt, Allemagne. Les mesures ont été conduites pendant deux mois, en été, puis en hiver.

Différents modes de ventilation ont été étudiés : toutes les ouvertures fermées, fenêtres ouvertes largement 2 fois 15 minutes par jour, porte et fenêtres ouvertes largement 2 fois 5 minutes par jour, et enfin, fenêtres entrouvertes toute la journée. Les 2 pièces instrumentées étaient en rez-de-chaussée du bâtiment ventilé naturellement. Il n'existait aucune source de pollution intérieure et aucune activité humaine dans les 2 pièces vides.

*Moyennes des concentrations journalières en particules en fonction du mode de ventilation et ratio I/E*

	Mode de ventilation	Concentration intérieure		Concentration extérieure		Ratio I/E
		Moyenne géométrique	n	Moyenne géométrique	n	
Mesure en masse	F + P : fermées	7,1	21	10,7	20	0,63
	F : 2 × 15 min/j	6,9	19	9,4	16	0,83
	F + P : 2 × 5 min/j	7,8	17	9,0	17	0,85
	F : entrouvertes	6,1	20	7,8	17	0,83
Mesure en nombre	F + P : fermées	4 261	21	13 032	21	0,33
	F : 2 × 15 min/j	5 018	19	10 577	19	0,43
	F + P : 2 × 5 min/j	4 513	19	12 046	19	0,42
	F : entrouvertes	8 027	18	11 223	18	0,78

F : Fenêtres ; P : Porte ; n : nombre de mesures ; I/E : intérieur/extérieur

Fenêtres fermées, le ratio concentration intérieure / concentration extérieure, noté I/E, est plus élevé pour les PM<sub>2.5</sub>\* que pour le NP et les FN (résultats pour les FN non rapportés dans le tableau). Les auteurs l'expliquent par le fait que les particules de diamètre inférieur à 500 nm ont un facteur de pénétration plus faible et le taux de déposition des particules de diamètre inférieur à 100 nm est plus fort. S'agissant du nombre de particules, il y a une grande différence entre les valeurs du ratio I/E entre la configuration "fenêtres fermées" (0,33) et celle "fenêtres entrouvertes" (0,78). Les niveaux de concentrations intérieures de PM<sub>2.5</sub>\* et FN sont très liés au mode de ventilation. Les modèles de régression linéaire montrent que 75% des variations intérieures journalières sont expliquées par les variations extérieures. Cependant, la corrélation entre NP en intérieur et en extérieur est faible quand la pièce est ventilée deux fois par jour. Cet effet n'est pas observé pour les PM<sub>2.5</sub>\* et les FN.

En conclusion, les concentrations ambiantes de PM<sub>2.5</sub>\* et de fumées noires semblent être de bons indicateurs des concentrations intérieures en l'absence de toute autre source intérieure, contrairement au nombre de particules qui varie fortement avec la ventilation. Cependant, à l'instar de toutes les études similaires visant à comparer les niveaux intérieurs et extérieurs, les ratios calculés sont difficilement extrapolables à d'autres situations : autres lieux géographiques, autres conditions météo, autres modes de ventilation, ...

**Source :** Cyrus J., Pitz M., Bischof W. *et al.*; Relationship between indoor and outdoor levels of fine particle mass, particle number concentrations and black smoke under different ventilation conditions ; Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology, 14(4) [2004]: 275-283

**Article analysé par :** Souad BOUALLALA, Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie – ADEME ; [souad.bouallala@ademe.fr](mailto:souad.bouallala@ademe.fr)



## EFFETS SANITAIRES

Les deux synthèses suivantes présentent des résultats relatifs à l'utilisation de produits ménagers en relation avec la santé, à partir des données de l'étude de cohorte de nouveau-nés ALSPAC (*Avon Longitudinal Study of Parents and Children*). Cette étude anglaise a impliqué 14 541 femmes enceintes et 13 971 nourrissons nés entre avril 1991 et décembre 1992. Les informations sur les caractéristiques de la famille et du logement ont été recueillies à plusieurs occasions pendant la grossesse et suite à la naissance. L'intérêt porté aux relations entre les COV\* et la population des femmes enceintes et des nourrissons tient au fait que les femmes enceintes et les enfants de moins de 6 mois passent respectivement 77% et 81% de leur temps au domicile, et que l'augmentation des lipides plasmatiques pendant la grossesse peut accroître la solubilité des solvants organiques.

A partir des données de cette même étude, les auteurs proposent 2 approches différentes pour l'estimation de l'exposition :

- dans le premier article, la relation entre l'utilisation de 9 produits ménagers et les concentrations en COV\* est recherchée dans un échantillon de 170 sujets avant de rechercher la relation entre les symptômes et les produits liés à des concentrations élevées en COV\* dans la population totale d'étude ;
- dans le deuxième article, les auteurs calculent un "score" en sommant les fréquences d'utilisation de 11 produits ménagers et mettent en relation ce score et les sifflements chez les enfants.



## EFFETS SANITAIRES

### Symptômes sanitaires chez des mères et leur enfant associés aux COV émis par les produits d'entretien

Les travaux de Farrow *et al.* ont pour objectif d'étudier, d'une part les relations entre les niveaux de COV\* des logements et l'utilisation de produits ménagers, et d'autre part les relations entre des symptômes chez les mères et les nourrissons et l'utilisation de ces produits. Dans 170 logements tirés au sort parmi la cohorte, les COV\* ont été mesurés chaque mois, pendant un an, entre le 6<sup>ème</sup> mois de grossesse et le 6<sup>ème</sup> mois de l'enfant. Les tubes à diffusion passive (TENAX™) étaient placés dans la chambre principale et dans le séjour. Ils ont été analysés par chromatographie gazeuse pour la recherche de 7 COV\* : benzène, toluène, *m*-xylène, *o*-xylène, décane, 1,2,4-triméthylbenzène et undécane. Les mères ont rempli un questionnaire sur la fréquence d'utilisation de 15 produits, dont 9 produits contenant de fortes teneurs en COV\* (produits à vitres, produits pour le nettoyage des moquettes et tapis, produits de nettoyage à sec, white-spirit, produits décapants, peintures et vernis, pesticides, autres aérosols, désodorisants d'intérieur). Cette utilisation a été enquêtée à 3 occasions (à 8 semaines de grossesse, puis 8 mois et 21 mois après l'accouchement) et selon 3 modalités (moins d'1 fois par semaine ou jamais, 1 fois par semaine, pratiquement tous les jours). Huit mois après l'accouchement, la mère a également rempli un questionnaire d'une part sur les symptômes de l'enfant : diarrhée, vomissement, toux, rhume, fièvre, douleur d'oreilles, sifflements, gêne respiratoire, éruption cutanée, admission à l'hôpital et d'autre part sur ses propres symptômes :

anxiété, maux de tête, toux, rhume, grippe, sifflements, eczéma, infections urinaires, nausées, vomissements, diarrhée et dépression (avec un questionnaire standardisé). L'analyse a été faite en 2 étapes :

- dans l'échantillon des 170 logements : mise en évidence de relations significatives entre les produits utilisés pendant la grossesse et les concentrations en COV\* totaux (7 COV\* ; concentrations classées en 2 catégories : au dessus et au dessous du 75<sup>ème</sup> percentile) ;
- pour l'ensemble des sujets : analyse des relations entre les symptômes et l'utilisation des produits les plus liés aux concentrations élevées en COV\* dans un modèle multivarié ajusté sur le niveau socio-économique de la famille (niveau d'éducation, âge de la mère, nombre d'enfants), ainsi que sur le nombre de fumeurs, les traces de condensation, les moisissures, le type de chauffage et le mois où a été rempli le questionnaire.

Dans les logements, les niveaux élevés de COV\* totaux (supérieurs ou égaux au 75<sup>ème</sup> percentile) sont liés à l'utilisation fréquente de désodorisants, d'aérosols et de nettoyeurs pour moquette. La fréquence d'utilisation des autres produits n'est pas liée aux teneurs en COV\* totaux. Les nettoyeurs pour moquette étant peu utilisés, ils n'ont pas été analysés ensuite.

Produits utilisés pendant la grossesse dont l'utilisation est associée significativement au 75<sup>ème</sup> percentile de la moyenne géométrique de la concentration en COV\* totaux

	Concentrations dans la chambre principale					Concentrations dans le salon				
	< 75 <sup>ème</sup>		> 75 <sup>ème</sup>		$\chi^2$	< 75 <sup>ème</sup>		> 75 <sup>ème</sup>		$\chi^2$
	n	%	n	%		n	%	n	%	
<b>Utilisation de désodorisants intérieurs</b>										
Quotidiennement ou 1 fois/semaine	32	62,7	19	37,3	6,2	32	62,7	19	37,3	6,1
Moins d'1 fois par semaine ou jamais	79	81,4	18	18,6	$p < 0,05$	78	81,3	18	18,8	$p < 0,05$
<b>Utilisation d'aérosols autres que les désodorisants</b>										
Quotidiennement ou 1 fois/semaine	54	68,4	25	31,6	40	56	71,8	22	28,2	0,8
Moins d'1 fois par semaine ou jamais	57	82,6	12	17,4	$p < 0,05$	54	78,3	15	21,7	NS
<b>Utilisation de nettoyeurs pour moquette</b>										
Quotidiennement ou 1 fois/semaine	2	33,3	4	66,7	FE	3	50,0	3	50,0	FE
Moins d'1 fois par semaine ou jamais	108	76,6	33	23,4	$p < 0,05$	106	75,7	34	24,3	NS

NS : Non significatif ; FE : Fisher's Exact Test

Le percentile 75 des concentrations moyennes en COV\* totaux mesurés est égal à 491 µg/m<sup>3</sup> dans la chambre principale et à 494 µg/m<sup>3</sup> dans le salon.

De la seconde phase des travaux (analyse des symptômes corrélés aux fortes concentrations intérieures en COV\*), il ressort que l'utilisation fréquente des désodorisants et des aérosols est associée à des symptômes à la fois chez les nourrissons (diarrhée, vomissement, douleurs d'oreilles) et chez les femmes à 8 et 21 mois après la naissance (maux de tête et dépression). D'après les auteurs, il n'existe pas d'autres études chez les nourrissons, tandis que des études antérieures ont montré que l'exposition d'adultes en bonne santé à un mélange de COV\* provoquait des irritations des yeux et de la gorge et des maux de tête. Cette étude est donc tout à fait novatrice.

On note cependant, au titre des points faibles, que l'étude de validation "utilisation de produits versus concentrations en COV\*" n'a été faite que dans 146 logements en réalité, des données étant manquantes pour certains des 170 logements investigués. Par ailleurs, les symptômes étudiés sont non spécifiques et sont établis sur le seul mode déclaratif. De plus, beaucoup de symptômes ont été étudiés et seuls quelques-uns ont été trouvés liés à l'exposition : diarrhée, vomissements et douleurs d'oreilles chez l'enfant, maux de tête et dépression chez la mère. D'autres études sont en conséquence nécessaires pour confirmer les relations mises en évidence.

Source : Farrow A., Taylor H., Northstone K., Golding J. ; Symptoms of mothers and infants related to volatile organic compounds in household products ; Archives Environmental Health, 58(10) [2003]: 633-641

Article analysé par : Claire SEGALA, SEPIA-Santé ; [sepia@sepia-sante.com](mailto:sepia@sepia-sante.com)



## EFFETS SANITAIRES

### Utilisation fréquente de produits chimiques d'entretien et sifflements persistants chez les enfants en bas âge

Dans l'article de Sherriff *et al.* est présentée l'étude de la relation entre l'utilisation de produits ménagers spécifiques par des femmes enceintes et les sifflements persistants chez leurs enfants. Les auteurs ont sélectionné, à partir des réponses au questionnaire rempli pendant la grossesse, les 11 produits susceptibles de dégager des COV\* et des aldéhydes, et utilisés par au moins 5% des femmes : désinfectants (utilisés par 87,4% des femmes), eau de javel (84,8%), aérosols (71,7%), désodorisants (68%), lave-vitres (60,5%), produits pour moquette (35,8%), peintures et vernis (32,9%), white-spirit (22,6%), pesticides (21,2%), décapants (5,5%) et produits de nettoyage à sec (5,4%). La fréquence d'utilisation était codée de 0 (jamais) à 3 (tous les jours), et un score "TCB" (*Total Chemical Burden*) a été établi en sommant ces fréquences.

*Odd ratios (OR) non ajustés et ajustés et intervalle de confiance à 95% (IC 95%) pour les différentes catégories de sifflements*

Intensité du sifflement	% de sifflements dans le décile inférieur du TCB (n)	% de sifflements dans le décile supérieur du TCB (n)	OR non ajusté (IC 95%) N=7019	p non ajusté	OR ajusté (IC 95%) N=5691	p ajusté
Aucun sifflement	74,9 (603)	66,9 (338)	1 (référence)		1 (référence)	
Sifflements précoces transitoires	18,8 (151)	19,0 (96)	1,13 (0,90-1,50)	0,4	0,94 (0,60-1,40)	0,7
Sifflements persistants	4,0 (32)	10,1 (51)	2,84 (1,79-4,51)	< 0,0001	2,30 (1,20-4,39)	0,012
Sifflements d'apparition tardive	2,4 (19)	4,0 (20)	1,88 (0,99-3,57)	0,05	2,02 (0,80-5,15)	0,14

TCB : *Total Chemical Burden*, indice de fréquence d'utilisation des produits

Les sifflements persistants (6,2% des enfants) sont liés à un score TCB élevé. Les enfants des femmes ayant un TCB supérieur au 90<sup>ème</sup> percentile ont un risque double d'avoir ces sifflements persistants par rapport aux enfants des femmes ayant un TCB inférieur au 10<sup>ème</sup> percentile. Les sifflements précoces transitoires (19,1% des enfants) et les sifflements d'apparition tardive (3,5% des enfants) ne sont pas liés au TCB. Les auteurs ont testé le rôle de chacun des produits sur les sifflements persistants, en éliminant successivement un produit à la fois de la régression : l'effet ne varie pas, ce qui signifie qu'un produit isolé n'est pas responsable de l'effet observé.

Cet article conclut à l'existence d'une relation dose-réponse entre utilisation fréquente de produits ménagers et sifflements persistants chez l'enfant. La cohorte sera suivie dans le temps, pour savoir si la relation avec la maladie asthmatique existe chez l'enfant plus âgé. Ce constat est à rapprocher de la

Les femmes ont répondu au questionnaire sur les sifflements de leur enfant âgé successivement de 6, 18, 30 et 42 mois. Quatre modalités de sifflements ont été déterminées entre la naissance de l'enfant et l'âge de 3 ans ½ : absence de sifflements, sifflements précoces transitoires, sifflements persistants, sifflements d'apparition tardive. L'analyse est basée sur un modèle logistique polynomial, prenant en compte de nombreux facteurs comme le tabagisme passif, le tabagisme de la mère pendant la grossesse, l'asthme de la mère, le nombre d'enfants, le sexe, la présence d'animaux, les moisissures visibles, l'âge de la mère, son niveau d'éducation, sa profession, son travail à l'extérieur et la durée de l'allaitement.

fréquence d'asthme d'origine professionnelle chez les personnes chargées de l'entretien.

A noter que des informations complètes n'étaient disponibles que chez 50% des enfants. Dans cette étude, il est par ailleurs dommage qu'il ne soit pas possible de distinguer les rôles respectifs de l'exposition pré-natale et de l'exposition post-natale. En fait, les auteurs montrent que l'utilisation des produits ménagers est similaire pendant et après la grossesse et qu'il existe aussi une relation (qui serait moins importante) entre utilisation des produits ménagers après l'accouchement et sifflements persistants.

Source : Sherriff A., Farrow A., Golding J. *et al.* ; Frequent use of chemical household products is associated with persistent wheezing in pre-school age children ; *Thorax*, 60(1) [2005]: 45-49

Article analysé par : Claire SEGALA, SEPIA-Santé ; [sepia@sepia-sante.com](mailto:sepia@sepia-sante.com)



Les parents de 627 enfants australiens âgés de 8 à 11 ans ont été sollicités pour remplir un questionnaire sur le type de chauffage à domicile pendant la première année du jeune enfant et d'autres données descriptives de l'habitat et des habitudes de la famille (présence d'animaux domestiques ou tabagisme par exemple). Des données sanitaires ont été collectées parallèlement : symptômes respiratoires (par le questionnaire), test

d'hyperréactivité bronchique (test à l'histamine), tests cutanés d'allergies. Les différents modes de chauffage ont été classés en 2 catégories : d'une part les chauffages dits "sans émission" comme le chauffage électrique ou le chauffage central, et d'autre part les chauffages qualifiés d'"émetteurs" : chaudière à gaz avec ou sans évacuation, cheminée d'agrément, poêle à bois et poêle à pétrole.

*Prévalence de l'asthme et risque relatif ajusté en fonction du type de chauffage pendant la première année de la vie*

	Chauffages sans émission		Chauffages émetteurs	
	N (%)	N (%)	Risque relatif (IC 95%) *	
<b>Hyperréactivité bronchique</b>	64 (17,3%)	55 (25,5%)	1,47 (1,06-2,03)	<sup>(a)</sup>
<b>Sifflement récent</b>	94 (23,2%)	73 (30,5%)	1,44 (1,11-1,86)	<sup>(a) (c) (d)</sup>
<b>Asthme actuellement</b>	32 (8,7%)	37 (17,4%)	2,08 (1,31-3,31)	<sup>(a) (b)</sup>
<b>Asthme diagnostiqué</b>	138 (34%)	78 (32,2%)	0,93 (0,74-1,17)	<sup>(b) (c) (d)</sup>
<b>Atopie</b>	144 (36,6%)	91 (40,1%)	1,12 (0,91-1,38)	<sup>(c)</sup>

\* Régression log-linéaire. IC 95% : intervalle de confiance à 95%

Risque relatif ajusté sur (a) l'atopie, (b) le tabagisme de la mère, (c) le tabagisme d'un (ou plusieurs) des membres de la famille autre(s) que la mère, (d) l'asthme des parents, (e) le sexe

Des résultats de l'analyse statistique, il ressort clairement qu'avoir été exposé à un chauffage émetteur est associé avec une augmentation du risque d'avoir une hyperréactivité bronchique et/ou des sifflements. Ces résultats méritent d'être vérifiés. S'ils se confirment, il apparaîtra indispensable de réfléchir aux chauffages utilisables en présence de jeunes enfants.

Source : Phoa L.L., Toelle B.G., Ng K. *et al.* ; Effects of gas and other fume emitting heaters on the development of asthma during childhood ; Thorax 59(9) [2004]: 741-745

Article analysé par : Hélène DESQUEYROUX, Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie – ADEME ; [helene.desqueyroux@ademe.fr](mailto:helene.desqueyroux@ademe.fr)

### Autre article d'intérêt : Traitement chimique des surfaces pour réduire les allergènes de chat

La plupart des auteurs s'intéressant aux allergènes de chat présents dans l'habitat ont étudié différentes surfaces susceptibles de constituer des réservoirs de poussière : sol lisse, tapis, moquette, ... Cependant, les allergènes de chat sont portés par des particules de faible taille aérodynamique et sont retrouvés pendant une période assez longue en suspension dans l'air de l'habitat. C'est pourquoi les auteurs ont construit une chambre expérimentale dans laquelle ils ont créé un aérosol de poussière avec des allergènes de chat. Dans cette chambre, il existe 2 types de surface en bois : l'une traitée par un produit chimique contenant, entre autre, de la silicone, et l'autre, non traitée. Les surfaces sont ensuite aspirées et une compresse humide permet de récupérer la poussière non remise en suspension. Une quantité plus importante de poussière et d'allergènes de chat est récupérée sur les surfaces traitées. Les auteurs déduisent ainsi que le traitement chimique permet de réduire la remise en suspension des allergènes de chat sur les surfaces lisses en bois.

Quelques points faibles de l'étude sont à souligner. Tout d'abord, cette étude est expérimentale, or les conditions réelles sont souvent beaucoup plus contrastées et difficiles à évaluer. De plus, elle ne concerne que les surfaces lisses. Enfin, seulement 7 tests ont été effectués ; il aurait été intéressant de disposer d'un nombre d'échantillons plus élevé. Dans tous les cas, on retiendra que l'idée est originale et serait intéressante à développer, tout en gardant à l'esprit que ce traitement chimique des surfaces peut être à l'origine d'une nouvelle pollution de l'environnement intérieur.

Source : Ko G., Burge H.A. ; Effects of furniture polish on release of cat allergen-laden dust from wood surfaces ; Indoor Air, 14(6) [2004]: 434-438

Article analysé par : Claire DASSONVILLE, Laboratoire d'Hygiène et de Santé Publique, Faculté de Pharmacie Paris V ; [claire.dassonville@ext.univ-paris5.fr](mailto:claire.dassonville@ext.univ-paris5.fr)

Parmi toutes les techniques qui peuvent être envisagées pour éliminer les polluants gazeux présents dans l'air extérieur ou intérieur, la photocatalyse (ou oxydation photocatalytique) constitue indéniablement la piste la plus prometteuse pour les années à venir. Elle consiste à décomposer les composés organiques volatils en vapeur d'eau (H<sub>2</sub>O) et dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) à la surface d'un matériau semi-conducteur (du dioxyde de titane TiO<sub>2</sub> le plus souvent), irradié par un rayonnement ultra-violet. Simple sur le principe, le processus d'oxydation photocatalytique met toutefois en jeu une succession de phénomènes physico-chimiques complexes qui, en définitive, rend difficile l'évaluation des performances de la technique dans des conditions représentatives des ambiances intérieures (concentrations en polluants faibles et variables dans le temps, humidité fluctuante, ...).

Nous avons déjà eu l'occasion d'aborder dans les bulletins précédents (*Info Santé Environnement Intérieur* N°6 et N°7) les problèmes posés par la filtration photocatalytique (génération de produits secondaires, désactivation du support, ...) et la question des paramètres qui influent sur l'efficacité de conversion des espèces chimiques (intensité du rayonnement UV, humidité, ...). A travers une nouvelle étude de Ao et Lee, nous revenons ici sur l'influence d'un paramètre prépondérant, à savoir la présence d'autres espèces dans l'air. Plus précisément, Ao *et al.* ont comparé l'évolution en fonction de l'humidité de l'efficacité de conversion du formaldéhyde (HCHO), d'abord isolé dans l'air, puis en présence de monoxyde d'azote (NO), de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) et d'un mélange de BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes).

Les conclusions sont les suivantes :

- Quelle que soit la composition de l'air traité, l'efficacité de conversion du formaldéhyde diminue lorsque l'humidité augmente ;
- Le produit de dégradation intermédiaire du formaldéhyde est l'acide formique (HCOOH) ;
- La présence de NO dans l'air tend à promouvoir la conversion photocatalytique du formaldéhyde. L'explication proposée, qui concorde avec les conclusions d'autres études, est une augmentation de la production de radicaux hydroxyles (OH<sup>•</sup>) par la photodégradation du NO à la surface du filtre (les radicaux hydroxyles initient les réactions de dissociation photocatalytique) ;
- La présence de SO<sub>2</sub> tend au contraire à réduire l'efficacité de conversion photocatalytique par le fait que son interaction avec l'eau contribue à produire des ions sulfates (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) qui sont immédiatement adsorbés à la surface du filtre et limitent ainsi l'adsorption de formaldéhyde (l'adsorption du composé est la première étape intervenant dans son processus de décomposition) ;
- La présence de BTEX tend elle aussi à inhiber la décomposition du formaldéhyde : elle donne lieu à la formation de produits intermédiaires tels que le benzaldéhyde qui bloquent les sites actifs de surface et réduisent ainsi la capacité de dégradation du formaldéhyde.

Comme à l'accoutumée, Ao *et al.* présentent dans cet article une méthodologie de recherche rigoureuse et des résultats clairs et précis. Bien qu'intéressante, cette contribution n'en demeure pas moins quelque peu frustrante dans la mesure où, finalement, elle met davantage en exergue le problème posé qu'elle n'y répond : l'influence de la présence de NO, de SO<sub>2</sub> et de BTEX a été évaluée successivement, mais quid de l'efficacité de conversion du formaldéhyde lorsque les 4 espèces (HCHO, NO, SO<sub>2</sub>, BTEX) sont en mélange, lorsque leurs concentrations sont différentes, ou lorsque d'autres espèces sont présentes dans l'air ? Une stratégie d'expérimentation élaborée à partir de plans d'expérience aurait permis de répondre en partie à ces questions sans trop augmenter le nombre de tests à réaliser. Il est toutefois bien évident que les paramètres qui influent sur l'efficacité de conversion photocatalytique d'une espèce donnée sont trop nombreux pour que leurs interactions soient pleinement caractérisées. On trouve assurément là les limites des études expérimentales du type de celle menée par Ao *et al.* en même temps qu'un appel à des études plus fondamentales sur le sujet.

Source : Ao C.H., Lee S.C., Yu J.Z., Xu J.H. ; Photodegradation of formaldehyde by photocatalyst TiO<sub>2</sub> : effects on the presences of NO, SO<sub>2</sub> and VOCs, *Applied Catalysis B :Environmental*, 54(1) [2004]: 41-50

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](mailto:patrice.blondeau@univ-lr.fr)

---

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

- Vacquier B., Dassonville C., Momas I. ; Évaluation des niveaux d'endotoxines et de leurs déterminants en environnement domestique ; *Environnement, Risques & Santé*, vol. 3(5) [2004]: 295-303
- Martinez K.F., C.Y. Rao *et al.* ; Exposure assessment and analysis for biological agents ; *Grana*, 43(4): 193-208
- Mendell M.J., Heath G.A. ; Do indoor pollutants and thermal conditions in schools influence student performance? A critical review of the literature ; *Indoor Air*, 15(1) [2005]: 27-52
- Mysen M., Schild P.G. *et al.* ; Evaluation of simplified ventilation system with direct air supply through the facade in a school in a cold climate ; *Energy and Buildings*, 37(2) [2005]: 157-166
- Viegi G., Simoni M. *et al.* ; Indoor air pollution and airway disease ; *International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*, 8(12) [2004]: 1401-1415
- King M.E., Mannino D.M. *et al.* ; Risk factors for asthma incidence - A review of recent prospective evidence ; *Panminerva Medica*, 46(2) [2004]: 97-110
- Maertens R.M., Bailey J. *et al.* ; The mutagenic hazards of settled house dust: a review ; *Mutation Research-Reviews in Mutation Research*, 567(2-3) [2004]: 401-425
- Jarvis B.B., Miller J.D. ; Mycotoxins as harmful indoor air contaminants ; *Applied Microbiology and Biotechnology*, 66(4) [2005]: 367-372
- Wolkoff P., Nojgaard J.K. *et al.* ; Eye complaints in the office environment: precorneal tear film integrity influenced by eye blinking efficiency ; *Occupational and Environmental Medicine*, 62(1) [2005]: 4-12
- Husgafvel-Pursiainen K. ; Genotoxicity of environmental tobacco smoke: a review ; *Mutation Research-Reviews in Mutation Research*, 567(2-3) [2004]: 427-445
- Breyse P., Farr N. *et al.* ; Children's Health Meeting Report, The Relationship between Housing and Health: Children at Risk ; *Environmental Health Perspectives*, 112(15) [2004]: 1583-1588
- Pekkanen J., Kulmala M. ; Exposure assessment of ultrafine particles in epidemiologic time-series studies ; *Scandinavian Journal of Work Environment & Health*, 30(Suppl. 2) [2004]: 9-18
- Lam W.K., White N.W. *et al.* ; Lung cancer epidemiology and risk factors in Asia and Africa ; *International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*, 8(9) [2004]: 1045-1057
- Houston D., Wu J. *et al.* ; Structural disparities of urban traffic in Southern California: Implications for vehicle-related air pollution exposure in minority and high-poverty neighborhoods ; *J. of Urban Affairs*, 26(5): 565-592

---

## INFORMATIONS DIVERSES

### Politiques publiques

La **Direction générale de la santé** (Sous-direction de la gestion des risques et des milieux) a transmis le 23 juillet 2004 aux préfets de région et de département et aux directeurs des Services communaux d'hygiène et de sécurité (SCHS) une circulaire relative à **un questionnaire d'enquête sur les plaintes concernant la qualité de l'air intérieur** (circulaire N°DGS/SD7C/2004/354). Ce questionnaire visait à réaliser un bilan national des plaintes (hors cadre juridique) reçues par les services déconcentrés, bilan à la fois qualitatif (motifs invoqués) et quantitatif. La seconde partie du questionnaire était destinée à dresser un état des lieux des réponses fournies et des difficultés rencontrées pour formuler ces réponses. Les principaux résultats de cette enquête viennent d'être publiés. Il ressort que :

- quasiment tous les services reçoivent des plaintes liées à la QAI\* ;
- l'humidité est le principal motif évoqué de plainte. Viennent ensuite les problèmes de ventilation. Des plaintes liées au voisinage (activités agricoles et commerciales) sont aussi rapportées ;

- les troubles respiratoires et le malaise général sont les symptômes les plus fréquemment mentionnés ;
- le manque de moyens et d'outils scientifiques, réglementaires et techniques est très souvent rapporté. La clarification de la répartition des compétences des différents services de l'État est clairement demandée. Des actions d'information et de sensibilisation du grand public, mais également des maires, des bailleurs sociaux, des associations, ainsi que des actions de formation du personnel des services sont vivement souhaitées.

**Questionnaire d'enquête sur les plaintes concernant la qualité de l'air intérieur : principaux résultats** ; Mars 2005 – 20 pages

➔ Pour plus d'informations, contacter Nathalie TCHILIAN : [nathalie.tchilian@sante.gouv.fr](mailto:nathalie.tchilian@sante.gouv.fr)

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) a une approche très globale de la notion d'environnement intérieur, qui inclut, outre la qualité de l'air, d'autres éléments que sont, par exemple, le bruit, les accidents domestiques, la perception de l'habitat, ... Le document paru en février 2005 fait la synthèse de tous ces déterminants de la santé liés au logement au sens large, et liste, pour chacun d'eux, les moyens d'action et les bénéfices sanitaires attendus. Il apparaît que l'amélioration des conditions de logement a un effet évident sur la santé mentale. S'agissant de la santé physique, le bénéfice sanitaire est réel pour les populations sensibles que sont les enfants et les personnes âgées. Pour les autres

groupes de population, les connaissances sont insuffisantes pour quantifier les gains sanitaires et identifier les pistes d'actions les plus efficaces. Les priorités d'action varient aussi notablement en fonction de paramètres locaux comme le climat, le niveau socio-économique, ce qui rend difficile toute hiérarchisation des déterminants de la santé associés au logement et toute généralisation, à l'échelle européenne, des actions privilégiées à conduire.

**Is housing improvement a potential health improvement strategy?**, Health Evidence Network, Regional Office for Europe, World Health Organization ; February 2005 – 27 pages  
➔ <http://www.euro.who.int/document/E85725.pdf>

---

## Normalisation

La norme **NF ISO 16000-6** "Air intérieur – Partie 6 : Dosage des composés organiques volatils dans l'air intérieur des locaux et enceintes d'essai par échantillonnage actif sur le sorbant Tenax TA<sup>®</sup>, désorption thermique et chromatographie en phase gazeuse utilisant MS/FID" vient d'être publiée.

Cette norme s'applique dans l'air intérieur ou pour l'air prélevé dans des chambres ou des cellules d'essai. Elle est valable pour le mesurage des COV\* non polaires ou légèrement polaires dans une plage de concentrations allant des ng/m<sup>3</sup> à plusieurs mg/m<sup>3</sup>. Certains composés très volatils ou semi-volatils peuvent également être analysés par cette méthode.

---

## Comptes rendus de congrès

Au salon **POLLUTECH 2004**, une journée technique dédiée à la qualité de l'air intérieur s'est tenue le 1<sup>er</sup> décembre. L'état d'avancement des travaux de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) y a été présenté.

Le support de cette présentation est téléchargeable sur le site web de l'OQAI.

➔ [http://www.air-interieur.org/documents/fichiers/P11\\_1.pdf](http://www.air-interieur.org/documents/fichiers/P11_1.pdf)

Pour compléter les informations fournies par la synthèse publiée en février 2005 par le bureau européen de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) sur le thème "bâtiment santé", il est intéressant de consulter les actes du **symposium international organisé par l'OMS à Vilnius du 29 septembre au 1<sup>er</sup> octobre 2004**. Des fiches synthétiques de toutes les contributions sont fournies sur des thèmes très variés touchant à

l'environnement intérieur : l'air intérieur, l'humidité et les moisissures, le bruit, les allergies, la santé mentale, les accidents domestiques, l'architecture et le design du bâti, les consommations énergétiques, les indicateurs de qualité de l'habitat, les politiques publiques, les actions locales, la planification de l'urbanisation, ...

➔ <http://www.vilnius.lt/housing2004/>

Le dernier **congrès annuel britannique sur les recherches relatives à la qualité de l'air** a accordé en 2005 une large place à la qualité de l'air intérieur, comme les années précédentes par ailleurs (cf. bulletins *Info Santé Environnement Intérieur* N°8 et N°11). Les études présentées concernaient :

- la pollution particulaire intérieure : sources endogènes, profils des concentrations en nombre des particules ultra-fines ;
- l'influence de la fumée de tabac environnementale sur les concentrations d'endotoxines dans les maisons ;
- les expositions aux particules dans les habitacles de voitures ;

- l'efficacité des systèmes de traitement de l'air dans les pubs anglais ;
- l'effet des expositions à de faibles concentrations en formaldéhyde sur la réponse allergique chez des sujets asthmatiques (étude française).

**Proceedings of the ninth annual UK review meeting on outdoor and indoor air pollution research**, 20-21 April 2005, MRC Institute for Environment and Health, Leicester, UK, IEH Web Report W22 ; May 2005 – 150 pages  
➔ <http://www.le.ac.uk/ieh/pdf/W22.pdf>

---

## Publications

Les maladies allergiques constituent une part importante des maladies contemporaines directement associées à l'évolution des modes de vie des dernières décennies. La recherche des déterminants de l'apparition et de l'accentuation de ces pathologies fait l'objet de très nombreux travaux et publications dans la littérature scientifique. L'ouvrage de de Blay *et al.* rappelle l'histoire de l'augmentation de la prévalence des maladies allergiques et fait le point sur les facteurs de l'environnement intérieur et les effets sanitaires associés.

Les méthodes pour rendre son habitat à moindre risque, en particulier pour les allergiques, sont également abordées dans ce livre.

**Allergies et environnement intérieur : risques et prévention**, de Blay F., Lieutier-Colas F. et Lefèvre-Balleydier A., Éditions Lavoisier ; 2005 – 134 pages

---

Un volume du *Handbook of Environmental Chemistry* publié en 2004 est spécifiquement dédié à l'air intérieur. Les thèmes traités dans les différents chapitres de ce volume sont les suivants : les COV\*, les émissions de COV\* par les produits et matériaux, les phénomènes d'adsorption et de désorption des substances sur les surfaces, les pesticides, les particules inertes et les fibres, les aérobiocontaminants, l'évaluation sensorielle des sources de pollution, la combustion de la biomasse dans les pays en voie de développement et le point de vue de la Chine pour le développement de stratégies garantissant des environnements intérieurs sains.

**The Handbook of Environmental Chemistry, Volume 4F, Air Pollution, Indoor Air Pollution**, sous la direction de Pluschke P., Éditions Springer-Verlag GmbH, ISBN 3-540-21098-9 ; 2004

---

## Sur le web

Même si les mécanismes et les effets des intoxications au **monoxyde de carbone** sont parfaitement connus, ces intoxications restent encore très fréquentes dans le monde et occasionnent annuellement près de 300 morts et 6 000 hospitalisations en France. Les experts s'accordent à dire que leur incidence est vraisemblablement largement sous évaluée. Ainsi, la réduction de 30% de la mortalité par intoxication oxycarbonée d'ici à 2008 est l'un des objectifs du Plan National Santé Environnement. Parallèlement au dispositif de surveillance assuré par l'Institut de veille sanitaire (InVS), un groupe de travail a été constitué au sein du **Conseil supérieur d'hygiène publique de France** en décembre 2001 afin d'élaborer un référentiel de prise en charge des intoxications oxycarbonées aiguës (les intoxications sub-aiguës et chroniques, notamment via le tabagisme sont exclues du champ de l'étude). Le rapport final des travaux a été publié en mars 2005. Dans une première partie consacrée au repérage des intoxications, les données physiopathologiques de base, les données épidémiologiques de la littérature

internationale, les signes cliniques, ainsi que les cas particuliers des enfants, des femmes enceintes et des expositions professionnelles sont rapportés. La seconde partie du rapport est consacrée au traitement des intoxications oxycarbonées : conditions de recours à l'oxygénothérapie hyperbare, organisation du suivi des victimes. Enfin les moyens de prévention (maintenance, réglementation et information), ainsi que le système de surveillance de l'InVS sont rappelés.

**Repérer et traiter les intoxications oxycarbonées**, Conseil supérieur d'hygiène publique de France, Groupe des experts chargé d'élaborer les référentiels de la prise en charge des intoxications oxycarbonées ; 18 mars 2005 – 71 pages

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

L'association de surveillance de la qualité de l'air en région Midi-Pyrénées, **ORAMIP**, effectue régulièrement des mesures de qualité de l'air intérieur dans des lieux publics (mesures dans l'aérogare de Toulouse-Blagnac rapportées dans *Info Santé Environnement Intérieur* N°4). Les dernières campagnes, réalisées en 2004, ont été conduites **dans un collège et un tunnel du métro de Toulouse**. Les mesures dans le collège réalisées à la demande du Conseil général de Haute-Garonne et de la DDASS (Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales), ont été conduites à 2 saisons (mars et août) et concernaient les BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes) et les aldéhydes. S'agissant du métro, l'étude a été réalisée dans le tunnel en construction à la demande de la Société du métro de l'agglomération toulousaine pour évaluer l'efficacité du dispositif de ventilation.

Le rapport d'étude fournit les moyennes, les minima et les maxima quart-horaires, horaires et journaliers pour le monoxyde de carbone, le dioxyde d'azote, le monoxyde d'azote, les particules en suspension et le dioxyde de soufre. Onze éléments métalliques ont été détectés, mais les concentrations ne sont pas rapportées dans le rapport.

**Mesures de COV et d'aldéhydes en air intérieur au collège de Saint-Lys – mars et août 2004**, ORAMIP ; 2004 – 5 pages

➔ [http://www.oramip.org/html/pdf/127\\_stations.pdf](http://www.oramip.org/html/pdf/127_stations.pdf)

**Évaluation de la qualité de l'air dans le tunnel de la future ligne B du métro toulousain**, ORAMIP ; 2004 – 5 pages

➔ [http://www.oramip.org/html/pdf/118\\_stations.pdf](http://www.oramip.org/html/pdf/118_stations.pdf)

---

Deux études conduites dans des **écoles** viennent d'être publiées par l'**Institut de veille sanitaire**.

La première étude concerne **l'apparition d'irritations, du type picotements de la gorge et du visage, à 4 reprises entre janvier 2002 et avril 2004 chez les adultes et les enfants d'un groupe scolaire guadeloupéen** (1 école primaire et 1 école maternelle). Des mesures de chlorure de vinyle, de disulfure de carbone, de tétrachloroéthylène, de formaldéhyde et de protoxyde d'azote ont été réalisées et ont fait apparaître des concentrations anormalement élevées. Parallèlement, une enquête épidémiologique, transversale et exhaustive a été menée en mai 2004. L'interprétation de l'ensemble des données recueillies n'a pas permis d'identifier précisément la (ou les) cause(s) à l'origine des troubles sanitaires. Par précaution, il était recommandé de ne pas rouvrir l'école, fermée depuis avril 2004, à la rentrée de septembre 2004.

La seconde étude traite des **quatre cas de cancers perçus comme étant survenus au sein de l'école Bignon** (Mortagne-au-Perche) sur une période inférieure à trois années scolaires et signalés par le directeur de l'école. La Cellule inter-régionale d'épidémiologie (CIRE) de la région Ouest a été sollicitée par le préfet pour "mettre en œuvre les outils méthodologiques d'investigation des clusters". Les cas ont été décrits (type, âge de survenue) et comparés entre eux ainsi qu'aux pathologies les plus fréquemment observées par le registre lorrain des cancers de l'enfant. Le nombre de cas incidents dans l'école Bignon entre septembre 1973 et juillet 2003 a été comparé à un nombre attendu de cas sous forme d'un ratio standardisé d'incidence (SIR). Une investigation du contexte environnemental a été menée afin de rechercher dans l'environnement des cas une exposition plausible à un facteur de risque cancérigène.

Le signalement correspondait à trois types de cancers différents pour lesquels il n'existe aucun facteur de risque établi et commun. Les trois formes de cancers signalés sont relativement fréquemment observées et les âges de survenue étaient cohérents avec les données du registre lorrain utilisé. De ces investigations, en l'absence d'une exposition précisément identifiée à un cancérigène, la CIRE a conclu que l'observation des 4 cas relevait de fluctuations naturelles de l'incidence des cancers et ne constituait pas un agrégat associé à une cause environnementale.

**Épisodes de syndromes irritatifs à l'école de Sandy Ground, Saint-Martin, Guadeloupe**, Bateau A., Cardoso T. et Quénel P., Institut de veille sanitaire ; Janvier 2002/Avril 2004 – 50 pages

➔ <http://www.invs.sante.fr/publications/>

Rubrique *Santé et Environnement*

**Investigation d'une suspicion d'agrégat de cancers, École Bignon, Mortagne-au-Perche (61)**, Guillois-Bécel Y. et Gagnière B., Institut de veille sanitaire ; 2005 – 20 pages

➔ <http://www.invs.sante.fr/publications/>

Rubrique *Santé et Environnement*

Le **Comité régional d'éducation pour la santé et l'Observatoire de la santé du Languedoc-Roussillon** ont publié en mars 2004 les résultats d'une **enquête sur les liens entre la QAI\* et la santé respiratoire** menée auprès de 1 575 foyers de la région. De l'analyse multi-variée des données collectées par questionnaire, un certain nombre de facteurs influençant la santé respiratoire a été identifié : habiter dans une zone de montagne, être à proximité d'une source extérieure de nuisance, être sans emploi, avoir une température dans le logement supérieure à 21°C, observer des moisissures et des tâches d'humidité, avoir conscience des impacts sanitaires potentiels de la QAI\*. Même si l'étude n'a pas apporté entière satisfaction à ses auteurs, il est intéressant justement

Les campagnes d'investigation de la qualité de l'air intérieur (QAI) mettent très souvent en lumière, outre des sources endogènes de pollution, une inefficacité de la ventilation des locaux accentuant la dégradation de la QAI\*. Or en France, à ce jour, il n'existe pas d'obligations de contrôle des installations à l'instar d'autres pays comme la Suède. Le guide DIAGVENT destiné aux bureaux d'études et de contrôles, experts, services techniques, installateurs et sociétés de maintenance, présente une **méthode de diagnostic des installations de ventilation mécanique**. Cet outil de diagnostic comporte 3 volets :

- DIAGVENT 1 : diagnostic simplifié basé sur un examen visuel ;
- DIAGVENT 2 : diagnostic approfondi complétant l'audit sur site par des mesures de performance des systèmes (débits, pression, consommation électrique, ...)

Depuis plusieurs années, les travaux menés par des **groupes d'experts au sein de projets financés par la Commission européenne** sont particulièrement nombreux et riches dans le domaine de la qualité de l'air intérieur. Plusieurs rapports viennent de paraître.

Rapport du **projet INDEX** pour l'établissement de **valeurs guides pour la qualité de l'air intérieur**.

Après une première phase de hiérarchisation des polluants de l'air intérieur à partir des données de la littérature scientifique, 12 substances chimiques ont été retenues et classées en 3 catégories :

- substances hautement prioritaires : formaldéhyde, monoxyde de carbone, benzène, dioxyde d'azote et naphthalène ;
- substances moins prioritaires : acétaldéhyde, toluène, xylènes et styrène ;
- substances nécessitant l'approfondissement des recherches en terme de relation dose-réponse et d'exposition : ammoniac, limonène et  $\alpha$ -pinène.

de lire les limites dans le rapport afin d'en tenir compte pour de futures études. Le calcul d'un score d'insalubrité est également une piste intéressante à approfondir pour la réflexion autour des indicateurs de la QAI\*. Enfin, cette étude confirme, si besoin en était, l'importance d'une bonne ventilation et d'une température intérieure inférieure ou égale à 19°C.

**Étude d'éco-épidémiologie familiale sur la qualité de l'air à l'intérieur de l'habitat en lien avec la santé**, Observatoire Régional de Santé, Languedoc Roussillon ; Mars 2004 – 76 pages

➔ <http://www.ors-lr.org/>, Rubriques *Production > Environnements*

- DIAGVENT 3 : examen spécifique suite à un dysfonctionnement des installations ou consécutif à une plainte des occupants ou usagers.

Le guide fournit en outre la liste du matériel nécessaire et celles des organismes spécialisés qui peuvent être sollicités, les fiches types à remplir pour les 2 premiers niveaux de diagnostic et les valeurs réglementaires des débits d'air en résidentiel et en tertiaire (locaux à pollution spécifique ou non) valables dans l'attente de la révision de la réglementation en cours.

**Diagnostic des installations de ventilation dans les bâtiments résidentiels et tertiaires, Guide pratique DIAGVENT**, Vialle P.-J. (CETIAT) et Barles P. (PBC), avec la collaboration de l'ADEME et de AERECO, ALDES, ANJOS, FRANCE AIR ; 2005 – 40 pages

➔ <http://www.cetiat.fr>

La quantification des risques sanitaires liés à l'inhalation de ces 12 substances a été conduite selon la démarche en 4 étapes : recherche des dangers, identification des relations dose-réponse, caractérisation des expositions et quantification des risques sanitaires. La phase de détermination des expositions des populations (à l'extérieur et en intérieur) a été exclusivement basée sur des données européennes récentes, toutes compilées dans le rapport final. A l'issue de cette évaluation des risques, des recommandations en terme de valeurs guides d'exposition sont proposées par le groupe.

**Final Report, The INDEX Project, Critical Appraisal of the Setting and Implementation of Indoor Exposure Limits in the EU**, Kotzias D. *et al.*, Joint Research Centre, Institute for Health & Consumer Protection, Physical & Chemical Exposure Limit, European Commission ; 2005 – 338 pages

➔ <http://www.jrc.cec.eu.int/pce/>

Rubrique *News & Events*

Rapport du projet COSI pour la détermination des **émissions des matériaux et produits**.

Les objectifs du projet COSI étaient i) de compiler des données d'émission des matériaux et produits pour avoir un 1<sup>er</sup> aperçu global des informations disponibles, ii) d'obtenir des données de base pour alimenter les modèles développés par la Commission européenne et iii) d'identifier les manques et donc les besoins de recherche. L'étude s'est focalisée sur le formaldéhyde, le monoxyde de carbone, le benzène, le dioxyde d'azote et l'acétaldéhyde, polluants jugés prioritaires par le projet INDEX. Les facteurs d'émission (FE) de ces substances par les matériaux, les appareils de combustion, les appareils électroniques (photocopieurs et imprimantes) et d'autres sources comme les textiles ont été recherchés dans la littérature scientifique internationale. D'après les auteurs, les FE collectés permettent de fournir un ordre de grandeur satisfaisant pour apprécier la capacité d'émission. En revanche, la caractérisation des expositions humaines par des modèles prédictifs alimentés par ces FE nécessite au préalable l'acquisition de données complémentaires plus précises. Les auteurs notent également l'existence de sources fortement émettrices, mais peu présentes dans les habitats européens, tandis que des sources moins émettrices sont très largement utilisées. L'inventaire européen de ces sources mérite d'être complété.

**Characterization Of Indoor Sources (COSI), Emissions of chemical substances from materials and products**, de Bruin Y.B., Kotzias D. and Kephelopoulos S., EUR 21500 EN ; 2005 – 90 pages

→ <http://www.jrc.cec.eu.int/pce/>  
Rubrique *News & Events*

Rapport du projet HEXPOC pour la **détermination des expositions humaines globales**.

Ce projet est né du constat de la faiblesse du nombre d'études européennes s'intéressant aux expositions globales (multi-sources, multi-voies) à l'instar des vastes études américaines telles que l'étude NHEXAS. Les auteurs de HEXPOC ont donc conduit, pour plusieurs substances, une évaluation des expositions globales par inhalation, contact cutané et ingestion. Comme pour le projet COSI, l'étude HEXPOC s'est focalisée sur le formaldéhyde, le monoxyde de carbone (CO), le benzène, le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) et l'acétaldéhyde. Pour le benzène, le CO et le NO<sub>2</sub>, la principale voie d'exposition est l'inhalation. Pour l'acétaldéhyde, il s'agit de l'ingestion (aliments et boissons). Enfin, élément plus surprenant, pour le formaldéhyde, la principale voie d'exposition est soit le tabagisme (actif), soit l'ingestion (aliments et boissons), l'inhalation étant importante mais secondaire. Les auteurs ont souligné l'ancienneté des données disponibles pour la contamination des aliments.

**HEXPOC, Human Exposure Characterization of chemical substances; quantification of exposure routes**, de Bruin Y.B., Kotzias D. and Kephelopoulos S., EUR 21501 EN ; 2005 – 126 pages

→ <http://www.jrc.cec.eu.int/pce/>  
Rubrique *News & Events*

Rapport d'étude pour la détermination des expositions des citoyens adultes au **monoxyde de carbone**.

Ce document présente les résultats du traitement des données spécifiques au monoxyde de carbone (CO) à Milan, extraites du corpus de résultats de l'étude multicentrique EXPOLIS conduite dans 6 villes européennes en 1997 et 1998. Le rapport compile ainsi l'ensemble des concentrations en CO dans les différents micro-environnements milanais et les sources associées (gazinières, tabagisme, trafic automobile, ...). Les expositions journalières issues des mesures sont quantifiées et comparées à ces mêmes expositions prédites par un modèle. Cette comparaison met en exergue une concordance plutôt bonne des 2 séries de valeurs et une sur-estimation du modèle uniquement pour les concentrations supérieures au 80<sup>ème</sup> percentile.

**Exposure of an Urban Adult Population to Carbon Monoxide**, de Bruin Y.B. *et al.*, Joint Research Centre, Institute for Health & Consumer Protection, European Commission, EUR 21502 EN ; 2005 – 112 pages

→ <http://www.jrc.cec.eu.int/pce/>  
Rubrique *News & Events*

L'Institut de santé environnementale 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. Une analyse des projets référencés a été réalisée en 2004 par le gestionnaire de la base. Elle permet d'identifier :

- les secteurs de recherche largement étudiés. Les logements, les particules, l'asthme et la ventilation sont respectivement les lieux de vie, les composés, la pathologie et les équipements les plus étudiés ;
- les besoins de recherche, correspondant à des thèmes sous-représentés dans la base IERIE.

Il s'agit des sujets suivants : les écoles, les pesticides, les hydrocarbures aromatiques polycycliques, les expositions des personnes âgées, les réactions chimiques dans l'air intérieur, les appareils de combustion et les impacts économiques.

#### **IERIE Database**

➔ <http://wads.le.ac.uk/ieh/ierie/index.htm>

**Trends in Research Activity on the Indoor Environment in Europe: An Analysis using IERIE**, A report for CEFIC by the MRC Institute for Environment and Health ; November 2004 – 9 pages

➔ <http://www.cefic-lri.org/>, Rubriques *Research Learn about on-going projects, read the latest reports > Consumer Exposure > Establishment and Management of a Research Inventory on the Indoor Environment*

---

#### Quelques publications canadiennes récentes

Le **Bulletin d'information en santé environnementale de l'Institut national de santé publique du Québec** a consacré les dossiers de ses 2 derniers numéros à des sujets en lien avec l'environnement intérieur : d'une part les avertisseurs de monoxyde de carbone (fiabilité et certification de ces dispositifs, actions de communication), et d'autre part l'insalubrité morbide, définie comme un état d'insalubrité majeure causée par un dérèglement psychologique.

**Bulletin d'information en santé environnementale**, Volumes 16(1) et 16(2) ; 2005

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

La **qualité de l'air intérieur dans les patinoires** fait l'objet de nombreuses études canadiennes ces dernières années. Le rapport de St-Amand *et al.* présente le bilan des mesures de monoxyde de carbone et de dioxyde d'azote dans 58 patinoires pour la saison 2003-2004.

**Évaluation de la qualité de l'air dans les arénes de l'île de Montréal. Saison 2003-2004**, St-Amand A., Lefebvre L., Asselin S., ISBN 2-89494-439-X ; Février 2005 – 13 pages

➔ <http://www.santepub-mtl.qc.ca/Publication/>

Enfin, on peut citer le guide de gestion de la **qualité de l'air intérieur dans les établissements de santé et les bâtiments sociaux**, publié en avril 2005. Ce guide, fruit du travail d'un groupe de partenaires des services de santé du Québec, se veut être un outil de référence et de gestion afin de permettre une prise en charge efficace de la qualité de l'air intérieur à toutes les étapes du cycle de vie d'un bâtiment et de ses systèmes. Il est destiné aux gestionnaires et au personnel de ces établissements.

**La qualité de l'air intérieur dans les établissements du réseau de la santé et des services sociaux**, Québec ; Avril 2005 – 148 pages

➔ <http://www.irsst.qc.ca/>  
Rubrique *Publications et outils*

---

Les **épurateurs d'air** font l'objet de larges questionnements quant à leur bénéfice sanitaire réel. Peu de publications sont par ailleurs disponibles. L'**Agence californienne de l'environnement** (Cal-EPA) a mis à jour en février 2005 une note à destination du grand public relative aux appareils de traitement de l'air. Il est vrai qu'Outre-Atlantique ce type de dispositifs fait l'objet d'intenses campagnes publicitaires propices à une réelle confusion sur la pertinence du recours à de tels systèmes.

La note de Cal-EPA fournit des éléments sur le dimensionnement de l'appareil à prévoir en fonction des besoins. Les générateurs d'ozone, les hottes aspirantes de cuisine, les épurateurs de table et les plantes d'intérieur sont clairement présentés comme étant inefficaces pour éliminer les polluants couramment présents dans le logement.

**Air cleaning devices for the home**, California Environmental Protection Agency, Air Resources Board ; Updated February 2005 – 8 pages

➔ <http://www.arb.ca.gov/research/indoor/acdsumm.pdf>

L'Agence américaine pour la protection de l'environnement (US-EPA) vient de publier un rapport relatif à sa **stratégie de recherche dans le domaine de l'environnement intérieur**. Les principaux éléments en terme de perspectives de recherche sont succinctement les suivants :

- pollution chimique : améliorer la connaissance des niveaux moyens de concentrations (banque de données), des niveaux élevés et des situations qui y conduisent, des dispositifs de prélèvement individuels ou dédiés spécifiquement aux environnements intérieurs, les expositions aux mélanges et les effets sanitaires corrélés ;
- biocontamination : améliorer la connaissance des effets sanitaires liés 1) aux moisissures (recherche de biomarqueurs), aux mycotoxines et aux allergènes de rats, souris et lapins, 2) aux expositions les premières années de la vie ; identifier des seuils de sensibilisation ;
- particules : améliorer la connaissance de la contribution des sources (extérieures et intérieures), de la composition chimique et de la granulométrie des poussières intérieures, des effets sanitaires associés ;
- QAI\* et productivité : identifier les déterminants de l'environnement intérieur susceptibles d'affecter la productivité ;

développer des méthodes de construction d'indices de QAI\* ;

- santé publique : quantifier l'impact sanitaire des pathologies corrélées à une mauvaise QAI\* ;
- bâtiments : développer les bonnes pratiques de design et construction de bâtiments sains ; améliorer les techniques limitant la pénétration du radon et des autres contaminants volatils du sol ;
- ventilation : améliorer la connaissance des systèmes de ventilation et de leurs performances ; caractériser la relation entre la ventilation et les pathologies des environnements clos ;
- matériaux : comparer et évaluer les différentes méthodes de caractérisation des émissions ; proposer un protocole de choix des matériaux de construction ;
- technologies : améliorer les dispositifs de contrôle des sources et de traitement d'air.

**Program Needs for Indoor Environments Research (PNIER)**, US Environmental Protection Agency, 402-B-05-001 ; March 2005 – 60 pages

➔ <http://www.epa.gov/iaq/pubs/pnier.pdf>

Le **département de santé environnementale de l'État du Colorado** a publié en septembre 2004 un guide d'investigation de la **qualité de l'air intérieur potentiellement impacté par une pollution du sol**. Ce guide propose une démarche visant à mesurer des concentrations intérieures imputables à cette pollution : identification des sources et des transferts, techniques d'échantillonnage, méthodes analytiques, utilisation d'un questionnaire d'enquête, discrimination vis-à-vis des concentrations

intérieures correspondant au bruit de fond. Un important chapitre du rapport est consacré aux techniques de remédiation des pollutions intérieures liées à la contamination du sol.

**Indoor Air Guidance**, Colorado Department of Public Health and Environment Hazardous Materials And Waste Management Division ; September 2004 – 58 pages

➔ <http://www.cdphe.state.co.us/hm/indoorair.pdf>

## GLOSSAIRE

**COV** : Composés Organiques Volatils

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé

**PM<sub>2,5</sub>** : Particules de diamètre aérodynamique médian inférieur à 2,5 µm

**QAI** : Qualité de l'Air Intérieur

### 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°12 : Desqueyroux H., Mandin C., Nedellec V., Ramalho O., Segala C. avec la participation de Festy B.

Coordination et contact : Corinne Mandin [corinne.mandin@ineris.fr](mailto: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'Energie, Association pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique et ses comités régionaux Nord-Pas de Calais et Dauphiné Savoie, 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'Etude 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'Ecole 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](mailto:corinne.mandin@ineris.fr)