

## Edito

### Les promesses des biomarqueurs humains d'exposition

Depuis plusieurs années, un effort est fait en France pour développer la biosurveillance et en particulier l'utilisation des indicateurs biologiques d'exposition humaine. Les biomarqueurs humains d'exposition permettent de connaître la charge corporelle d'une substance résultant de l'exposition cumulée à une ou plusieurs sources, par plusieurs voies d'exposition et sur une certaine durée.

L'action 43 du PNSE2 (2009-2013) prévoit notamment de «Lancer un programme pluriannuel de biosurveillance de la population française couplé à une enquête de santé plus large et incluant le dosage des polluants émergents». Dans ce cadre, un programme national de biosurveillance de la population est en cours d'élaboration. La stratégie a été préparée entre mai 2009 et mars 2010 par un Comité de pilotage présidé par l'Institut de Veille Sanitaire et réunissant la Direction générale de la Santé (DGS), la Direction générale de la prévention des risques (DGPR), la Direction générale du Travail (DGT), l'Afssa et l'Afset. Ce programme permettra notamment d'établir des valeurs de référence en population générale pour les niveaux d'imprégnation à des substances chimiques, de fournir un signal d'alerte précoce, d'identifier l'imprégnation de populations à risque, fortement imprégnées ou particulièrement vulnérables et pourra permettre de mettre en évidence et de suivre les variations géographiques ou temporelles de ces imprégnations ainsi que d'orienter les actions de gestion.

Au cours des dernières années, des études de biosurveillance ont par ailleurs été initiées par l'InVS dans différents contextes. En Guyane, l'étude de biosurveillance du mercure, suite aux fortes concentrations retrouvées dans les poissons du fleuve a ainsi montré une sur-imprégnation des amérindiens (associée à une alimentation en certains poissons)

et un retentissement sur le développement psychomoteur des enfants. Une étude d'imprégnation aux dioxines a été réalisée en 2005 dans la population riveraine d'incinérateurs d'ordures ménagères. Si globalement, il n'a pas été observé de différence d'imprégnation entre les riverains et non riverains d'incinérateurs, en revanche, l'étude a montré que, dans le cas d'incinérateurs anciens, les niveaux de dioxines chez les consommateurs de produits animaux d'origine locale étaient plus élevés. Au niveau national, une étude de prévalence du saturnisme menée en 2008 a montré une baisse d'un facteur 20 depuis 1995 et la plombémie moyenne a baissé de 60 %. Le volet environnemental de l'étude nationale nutrition santé a permis de mesurer des niveaux d'exposition à diverses



substances chimiques dans la population générale. Les niveaux d'imprégnation aux métaux lourds et aux pesticides organochlorés étaient globalement bas et ceux des PCB, pesticides organophosphorés et pyrèthroïdes étaient plus élevés que ceux observés aux États-Unis et en Allemagne.

En ayant recours aux biomarqueurs d'exposition, certains projets de recherche auxquels l'INERIS est associé visent une meilleure connaissance des expositions in utero (EXPIOMARK, PENEW...), d'autres ont pour objectif le couplage des mesures biologiques et des mesures environnementales grâce à l'utilisation d'outils statistiques ou de modèles phar-

## Sommaire

Synthèse RSEIN 2008 - 2010: p 2 ; Métrologie : p 4 ; Concentration environnementales et expositions : p7 ; Risque et impact sur la santé : p 9 ; Gestion technique : p 12 ; Publications : p 14 ; News : p 15 ; Normalisation / réglementation : p16 ; Manifestations : p16.

*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.*

macocinétiques. Ces derniers concernent particulièrement l'air intérieur et les substances organiques, pour certaines émergentes. L'analyse de la littérature scientifique disponible sur les biomarqueurs met en effet en évidence, dans certains cas, des relations significatives entre des mesures dans l'air intérieur ou les poussières intérieures déposées dans les habitations et des mesures dans des matrices biologiques. C'est le cas pour certains retardateurs de flamme bromés par exemple. Une étude réalisée dans le cadre d'un appel à projet de recherche lancé par l'ANSES concerne ainsi l'exposition à certains retardateurs de flamme bromés dans des immeubles de bureaux franciliens. Des mesures de polybromodiphényléthers (PBDE) dans le sang d'une trentaine de volontaires et des mesures dans l'air et les poussières de bureaux d'activités tertiaires ont été couplées. L'air a été prélevé de manière active et passive et les poussières déposées pendant un mois ont été prélevées par essuyage. Les résultats de cette étude nationale seront publiés sous peu.

Par ailleurs, dans le cadre de la mise en place de la cohorte ELFE (Etude longitudinale Française depuis l'enfance), l'un des projets de l'étude pilote concerne la mesure de métabolites de phtalates dans les urines des enfants à trois ans couplée à des mesures dans les poussières déposées dans leur habitation principale. Coordonné par l'INED et l'INSERM, ELFE consiste en la mise en place d'une cohorte, représentative au plan national, de 20 000 enfants qui seront suivis de la naissance jusqu'à l'âge adulte dans une approche pluridisciplinaire. ELFE intègre notamment des mesures biologiques chez la mère et l'enfant à la naissance et à trois ans. Un pilote est en cours, il inclut environ 300 couples mère-enfant. Ce volet de biosurveillance permettra d'estimer également les niveaux d'imprégnation des femmes enceintes



aux phtalates, bisphénolA, pesticides (organophosphorés, organochlorés, pyrethrinoides...), retardateurs de flamme bromés et perfluorés, dioxines et PCBs et aux métaux (mercure, plomb...) dès 2012/2013.

Toutes ces études permettent de mettre en évidence les liens entre les expositions externes et les doses internes, et ainsi de mieux connaître le continuum source-exposition-effet pour les substances considérées.

Adeline Floch-Barneaud, INERIS  
Stéphanie Vandentorren, InVS

## Synthèse des bulletins RSEIN publiés de janvier 2008 à décembre 2010

Le présent Bulletin Info Santé Environnement Intérieur (RSEIN), est un bulletin de veille scientifique trimestriel conçu et réalisé par le réseau d'expert RSEIN, grâce à des financements du MEDDTL, du Ministère de la santé et des sports et de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME).

Le bulletin RSEIN, publié à raison de quatre numéros par an, présente une sélection d'articles scientifiques publiés dans les revues internationales (une dizaine d'articles par numéro) qui sont résumés puis commentés par un expert du réseau RSEIN. L'INERIS réalise chaque trimestre une veille dans les bases de données bibliographiques et collecte à l'aide de mots clés les articles scientifiques en rapport avec la qualité des environnements intérieurs, leurs impacts sur la santé et l'analyse des risques correspondant. La recherche bibliographique s'effectue dans la base documentaire « Web of science » avec les mots clés « indoor OR home dust OR (purifier\* AND air) OR (cleaner AND air) » dans le titre ou les mots clés « indoor OR home dust » dans le sujet de l'article.

Les articles ainsi récupérés sont présentés (auteurs, titre, revue et références, résumés) et accumulés pendant trois mois dans un document qui est ensuite envoyé par mail, aux membres du réseau RSEIN. Ensuite, la procédure suivante est mise en œuvre :

- Les membres du réseau choisissent l'article qu'ils souhaitent résumer et commenter dans une fiche de lecture ;
- Les fiches sont lues par des spécialistes à l'INERIS. Ils recherchent les erreurs d'interprétation, les contresens ou les erreurs sur la thématique traitée ;
- Les experts corrigent leurs analyses selon les remarques de l'INERIS ;
- Le comité de rédaction du bulletin relit toutes les fiches et donne un avis collectif. Les commentaires et d'éventuelles demandes de compléments sont retournés aux auteurs des fiches ;
- Mise en page du Bulletin et circuit de validation interne à l'INERIS par le directeur de publication et de rédaction.

Il a récemment été décidé de modifier ce fonctionnement pour donner un rôle plus important au comité de rédaction mais cela ne change pas le principe de base à savoir : à partir d'une veille systématique dans les publications scientifiques, résumer et commenter une dizaine d'articles apparaissant aux membres du réseau RSEIN comme étant les plus intéressants au cours du trimestre écoulé.

En plus de cette dizaine d'articles, chaque trimestre, un certain nombre de rubriques figurant à la fin du bulletin sont alimentées avec les actualités du trimestre : « sur le web », « Publications », « Normes », « Manifestations ».

Les financeurs du bulletin demandent, pour accroître l'intérêt de cette publication, que chaque année soit analysée plus en profondeur une thématique particulière, pour refaire l'analyse et la mise à plat des fiches de lectures publiées ces trois dernières années sont apparues nécessaires.

Les 11 bulletins de veille scientifique RSEIN (Info Santé Environnement Intérieur) du réseau RSEIN, publiés entre janvier 2008 et décembre 2010 ont été relus et analysés. L'objectif était de produire une vue d'ensemble des thématiques abordées afin d'identifier le choix de l'une d'entre elle pour une synthèse plus détaillée. Le mot thématique inclu aussi bien l'objectif final (déterminer les sources des polluants, les effets sur la santé, les méthodes de mesure des expositions ou des concentrations, les indicateurs pertinents de qualité, etc.) que les cibles plus spécifiques comme : le polluant ou le milieu étudié. Cette vue d'ensemble aborde également d'autres éléments descriptifs comme l'origine géographique de l'étude, sa puissance, son design et enfin ses principaux intérêts.

Le bulletin RSEIN a présenté 117 analyses de 2008 à 2010 sélectionnées dans une base de 1 751 articles. La production se stabilise avec une quarantaine d'article par an dans une liste d'environ 600 publications. Les éditoriaux du bulletin couvrent l'ensemble des thématiques de la QAI mais sont sans liens directs avec les articles analysés dans le numéro. La recherche d'une cohérence n'est pas envisagée en raison du mode de production du bulletin de veille.

Les quatre grandes rubriques du bulletin sont équitablement fournies en analyse avec une légère domination des rubriques « effets sur la santé » et « lieux de vie » (27 % des articles chacune). Quelques erreurs de classement sont identifiables, la nouvelle dénomination des rubriques depuis janvier 2011 (n°33) devrait remédier à ce problème assez marginal.

Les thématiques de recherche les plus fréquemment abordées sont par ordre décroissant : les sources et déterminant > les effets sur la santé > la mesure des expositions > l'évaluation des actions > les méthodes. D'autres thématiques plus sont présentes : la modélisation, les transferts ext/int ou int/int ou sol/int, les relations dose réponse. Il n'y a pas d'évolution marquée au cours des trois années.

Les polluants qui ont intéressé les experts se répartissent assez bien dans les grandes catégories « composés organiques volatils » (20 % des articles), « issus du vivant » (19 %), « Composés Organiques semi-Volatils » (19 %), autres

(23 %). Dans la catégorie « Physique », seul le radon est présent (7 articles). La fréquence de 3 catégories à tendance à augmenter dans le temps : issus du vivant, les COSV et les aldéhydes. Avec 4 articles analysés, le CO n'est pas un centre d'intérêt majeur pour les experts du réseau.

Les études d'observations non épidémiologiques (l'objet observé n'est pas la santé) sont les plus fréquentes avec 50 articles soit 43 % des 117 articles analysés. Viennent ensuite les expérimentations autres (toutes études expérimentales ne concernant ni l'homme ni l'animal) avec 26 articles, les études épidémiologique (16), les synthèses thématiques (10), les interventions (7), les expérimentations humaines (4), animales (2) et les méta-analyses (2).

Dans 28 % des cas, le pays d'origine n'est pas mentionné ni dans le titre original de l'article ni dans le résumé ou les commentaires de l'analyste. Les USA sont le pays d'origine le plus fréquent avec 21 % des articles analysés, viennent ensuite : la France 6 %, l'Allemagne, le Canada et l'Europe (chacun 4 %), l'Espagne, le Japon, le Royaume-Uni et la Suède (3 %), puis 14 autres pays avec moins de 3 % des articles chacun.

La puissance des études a été appréciée par un indicateur qui est ici le nombre d'unités statistiques traitées. Il n'est pas connu dans 30 analyses d'article. Sur les 87 études évaluables, pratiquement la moitié (59 %) sont de faible puissance avec moins de 100 unités statistiques. 30 % ont entre 100 et 1 000 unités statistiques et seulement 11 % dépasse les 1 000 unités statistiques (6 études épidémiologiques, 1 étude expérimentale, 1 étude d'intervention et 1 étude d'observation).

64 % des études sont jugées innovantes par les analystes, 50 % sont jugées utiles pour la recherche ou donne envie d'être répéter en France, 23 % semblent apporter des connaissances utiles pour la prévention des risques à un niveau individuel, 7 % semblent pouvoir aider à la définition de politiques publiques. Enfin, dans 20 % des articles analysés les commentaires ne mentionnent pas ou ne font pas allusion à l'intérêt de l'étude.

Au total, parmi les thématiques fréquemment abordées dans le bulletin, nous avons remarqué l'intérêt grandissant pour les études relatives aux composés organiques semi-volatils (COSV). Plusieurs familles chimiques de polluants intérieurs rentrent dans cette catégorie : les phtalates, les PBDE, les HAP (principalement le naphthalène) et certains pesticides. Il est alors envisageable qu'une synthèse sur ces composés soit rédigée dans le cadre du Bulletin RSEIN.

*Synthèse réalisée par Vincent Nedellec – Vincent Nedellec Consultants*





## Métrologie

### Validation d'un échantillonneur passif pour la mesure sur site de taux d'émission de formaldéhyde provenant de matériaux de construction et de mobilier

Le formaldéhyde est un polluant ubiquiste de l'air intérieur, classé cancérigène (groupe 1) par l'IARC. Ses principales sources étant les matériaux de construction et d'ameublement, des outils de mesure des émissions sur site sont donc nécessaires pour mieux appréhender l'impact des matériaux sur la qualité de l'air. Les méthodes de mesure actuelles mettent en jeu des tests en laboratoire, difficiles à adapter sur le terrain. L'échantillonnage passif, simple à mettre en œuvre, semble donc une alternative intéressante. L'objectif de ce travail a donc consisté à optimiser un échantillonneur existant (Shinohara et al., 2007) et à le valider.

L'échantillonneur consiste en une boîte de Pétri en verre de diamètre 35,4 mm et d'une profondeur de 5 à 60 mm dont le fond est recouvert d'un filtre de fibre de quartz imprégné de 2,4- dinitrophénylhydrazine (DNPH). La face ouverte de l'échantillonneur est placée sur le matériau à caractériser. Le formaldéhyde émis par la surface diffuse dans l'air à l'intérieur de l'échantillonneur et se piège sur le filtre DNPH. Après le prélèvement, l'échantillonneur est hermétiquement fermé et conservé à l'obscurité à -20 °C. Pour l'analyse, le filtre est retiré de la boîte de Pétri et placé dans un tube en verre teinté. Les dérivés du formaldéhyde sont ensuite extraits dans 5 mL d'acétonitrile sous agitation vortex pendant 1 min. L'extrait est analysé en HPLC mode inverse couplée à un détecteur UV réglé à 365 nm.

Pour établir la relation entre la masse collectée par l'échantillonneur et les taux d'émission, une série de 13 matériaux a été caractérisée selon la méthode normalisée de la chambre d'essai d'émission parallèlement à des mesures effectuées avec l'échantillonneur passif.

Après avoir validé l'extraction et l'analyse, les auteurs ont étudié la relation entre la hauteur du préleveur et la masse de formaldéhyde collectée. D'après les lois de diffusion de Fick, quand la diffusion dans l'air est contrôlée par le transfert de masse, la quantité échantillonnée est inversement proportionnelle à la longueur de diffusion. Pour sélectionner un échantillonneur répondant à ce critère, différents dispositifs présentant 8 hauteurs de diffusion différentes (de 5 à 60mm) ont été testés sur 4 matériaux. Selon le matériau, une hauteur minimum variant de 5 à 15 mm a été déterminée. D'après ces résultats, cohérents par rapport à ceux obtenus par *Shinohara et al.* (2007), un échantillonneur d'une hauteur de 20 mm a finalement été sélectionné. Cet échantillonneur passif a ensuite été étalonné : une relation linéaire a été établie entre la masse collectée par le préleveur et les taux d'émission, déterminés par la méthode normalisée en chambre d'essai, d'une série de 13 matériaux. Une relation linéaire a été déterminée ( $r^2 > 0,97$ ) dans une large gamme de taux d'émission (de 21 à 413  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ ) et la reproductibilité des mesure est de 7,8 % (RSD).

Un nouvel échantillonneur passif pour la détermination sur site des émissions de formaldéhyde a été étudié. La

longueur de diffusion a notamment été optimisée ainsi que les paramètres de performance : rendements d'extraction, précision, limite de détection, reproductibilité et conditions de stockage avant et après prélèvement. Une limite de détection de 1,2  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$  et une reproductibilité de 7,8 % ont été obtenues et permettent d'envisager l'application de ce préleveur sur site pour le suivi des taux émissions de matériaux, principaux contributeurs des fortes teneurs de formaldéhyde de l'air intérieur. Une large gamme de 13 matériaux utilisés couramment dans les environnements intérieurs a été analysée selon la méthode normalisée en chambre d'émission pour réaliser la droite d'étalonnage de l'échantillonneur passif. Des premières mesures effectuées sur du mobilier et matériaux de construction sur site montrent la reproductibilité des résultats obtenus avec ce préleveur. Il sera donc appliqué dans de nombreux et différents environnements intérieurs dans le cadre d'études futures.

### Commentaires et conclusion du lecteur

Ce travail, concernant le développement d'un échantillonneur passif pour la mesure des émissions de matériaux de construction sur site, est tout à fait d'actualité et en parfaite adéquation avec les besoins actuels en termes de métrologie de l'air intérieur. En effet, avec l'établissement de valeurs guides et la parution récente de projets de décrets visant la surveillance de la qualité de l'air intérieur des ERP (établissements recevant du public), il devient nécessaire de disposer d'outils de mesure appropriés. Ainsi, l'échantillonnage passif, simple à utiliser et silencieux semble particulièrement pertinent. S'il est déjà largement utilisé pour les prélèvements dans l'air, son application aux émissions de matériaux est beaucoup plus récente et originale. Les résultats et performances obtenus ouvrent d'intéressantes perspectives quant à l'étude des émissions sur site. A terme, cela permettra de compléter les connaissances sur les matériaux dans leurs conditions d'usage, de mieux en appréhender les impacts et in fine, de réduire leurs émissions.

**Source :** A. Blondel and H. Plaisance (2010). Validation of a passive flux sampler for on-site measurement of formaldehyde emission rates from building and furnishing materials, *Anal. Methods*, 2: 2032-2038.

**Article analysé par :** Valérie DESAUZIERS, École des Mines d'Alès; [valerie.desauziers@mines-ales.fr](mailto:valerie.desauziers@mines-ales.fr)



## Métrologie

### Évaluation de la calibration d'échantillonneurs passifs pour l'air : sélection des débits d'échantillonnage et implications pour la mesure de polluants organiques persistants dans l'air

Dans cet article, des expérimentations de terrain associant des prélèvements d'air à bas- et grand -volume (AAS) en même temps que des échantillonneurs passifs en mousse de polyuréthane (PUF-PAS) ont été entreprises afin de déterminer des débits d'échantillonnage précis pour ces échantillonneurs passifs. Ceci afin de pouvoir obtenir, suite à l'exposition des échantillonneurs passifs, des mesures de concentrations atmosphériques semi-quantitatives en

Hydrocarbures Polycycliques Aromatiques (HAP), Polychloro Biphényles (PCB), Poly Bromo Diphényles Ethers (PBDE) et des Musc Polycycliques (PCM).

Dix échantillonneurs passifs de type « PUF-PAS », c'est-à-dire constitués d'un dôme en Inox à l'intérieur duquel se trouve un disque de mousse de polyuréthane d'une surface de 360 cm<sup>2</sup> (14 cm de diamètre × 1,2 cm d'épaisseur), ont été déployés (à 1,5 mètres du sol et distants de 1 m) sur le toit d'un petit immeuble de l'université de Toronto (Canada). Ces derniers ont été collectés après 0 jour (2), 25 jours (2), 50 jours (2), 75 jours (2), 90 jours (2), 100 jours (2) et 125 jours (2) d'exposition entre Février et Juin 2008.

Parallèlement, un échantillonneur actif bas-volume, équipé d'un filtre en fibre de verre (particules) et de deux PUF (gaz), a fonctionné continuellement pendant les 125 jours d'exposition à un débit de 2 cm<sup>3</sup>/min, afin d'obtenir une concentration d'air en continu. Les échantillons obtenus avec ce préleveur ont été collectés tous les 25 jours. Un échantillonneur grand-volume (450 m<sup>3</sup>/24 h) a été utilisé tous les 12 jours. Les mousses et filtres ont été extraits et analysés séparément selon une procédure précise et rigoureuse afin de déterminer dans chaque échantillon les composés étudiés (détails dans l'article).

Les résultats obtenus par ces auteurs ont permis de déterminer des débits d'échantillonnage pour des prélèvements passifs, pour les composés étudiés. Ils ont observé une forte variabilité dans les débits d'échantillonnage entre les composés mais également en fonction des congénères pour une même famille de composés. Ceci est en accord avec les résultats obtenus dans des études antérieures et peut être attribué à de nombreux facteurs, en particulier la distribution des composés entre les phases gazeuse et particulaire de l'atmosphère et la concentration en particules dans l'air. Il a été montré que les PUF-PAS sont efficaces pour échantillonner les particules et il est de ce fait logique que celles-ci influent sur les débits d'échantillonnage. Néanmoins, prédire l'influence des particules est compliqué par le fait que la distribution des composés entre les phases gaz et particulaire n'est pas à l'équilibre ; les composés volatils pouvant par exemple parfois être incorporés dans la structure des particules. Ceci est confirmé par les résultats des prélèvements grand-volume effectués où certains HAP volatils ont été détectés essentiellement en phase particulaire. La température est également un facteur important : il a été observé que les débits d'échantillonnage de composés peu volatils augmentent avec la température.

De leur expérience, les auteurs recommandent, pour déterminer les débits d'échantillonnage, d'utiliser la calibration externe à l'aide de préleveurs actifs bas-volume car ils donnent la meilleure estimation des débits d'échantillonnage pour une large gamme de composés. L'ajout des concentrations en phase particulaire obtenues à partir de ces préleveurs permet d'inclure l'influence de l'échantillonnage des particules par les PUF-PAS. Mais, compte tenu de la variabilité des concentrations en particules et de la répartition des composés entre les phases, ceci n'est valable que pour les périodes où a eu lieu l'échantillonnage. Néanmoins, les débits d'échantillonnage doivent être déterminés en tenant compte des deux phases atmosphériques.

Les auteurs recommandent également d'utiliser des prélèvements d'air (gaz + particules) en continu pendant toute la durée d'exposition des PUF-PAS à l'aide de systèmes bas-volumes pour déterminer les débits d'échantillonnage.

Enfin, ils suggèrent pour déterminer les débits d'échantillonnage de considérer des groupes de composés homologues (par ex. tri CI-PCBs, HAP à 3 cycles,...) plutôt que composé par composé du fait, en particulier, de l'influence des nombreux paramètres influant sur les débits d'échantillonnage.

### Commentaires et conclusion du lecteur

Cet article est très intéressant car il propose une méthode pour appréhender de manière fiable et simple les débits d'échantillonnage nécessaires à la détermination des concentrations dans l'air suite à un échantillonnage par capteur passif. En plus des expérimentations faites sur une large gamme de composés différents (HAPS, PCB, PBDE,...), il compare et discute également les méthodes disponibles pour déterminer ces débits d'échantillonnage. De la littérature et des résultats expérimentaux obtenus, les auteurs proposent une technique basée sur l'échantillonnage simultané des phases gazeuse et particulaire de l'air à l'aide d'échantillonneurs bas-volume. Ils conseillent également de tenir compte de la phase particulaire car les échantillonneurs passifs, tout du moins ceux étudiés (les PUF-PAS), échantillonnent également la phase particulaire. La méthodologie qu'ils proposent permet de poser une bonne base de travail pour la calibration d'autres modèles de capteurs passifs. En effet, de nombreux paramètres pouvant influencer les débits d'échantillonnage sont considérés et testés ce qui rend leur proposition tout à fait transposable à d'autres situations comme l'air intérieur.

**Source :** Meylmuk, L., Robson, M., Helm, P.A., Diamond, M.L. (2011). Evaluation of passive air sampler calibrations: Selection of sampling rates and implications for the measurement of persistent organic pollutants in air. *Atmospheric Environment* 45, 1867-1875.

**Article analysé par :** Maurice MILLET ; Université de Strasbourg/CNRS ; [mmillet@unistra.fr](mailto:mmillet@unistra.fr)



## Concentrations environnementales et expositions

### Approche comparative de modèles d'exposition aux HAP particuliers

L'étude menée par *Aquilina* et *al.* traite de la modélisation de l'exposition à dix hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) particuliers. Cette étude s'insère dans un projet plus large (MATCH), auquel ont participé cent volontaires vivant en Angleterre, et est basée sur les résultats d'autres publications.

Les résultats d'études menées auprès d'un panel d'individus ont été utilisés selon leur lieu géographique, qu'ils vivent à proximité d'axe routiers à fort trafic, que leur maison possède un garage intégré, ou encore qu'ils soient exposés à la fumée de tabac environnementale. Les volontaires ont été questionnés sur leurs activités, sur la présence ou non de ventilation dans les

environnements intérieurs fréquentés, sur l'ouverture ou non des portes et fenêtres, et sur les endroits visités ainsi que les trajets empruntés, et des prélèvements ont été effectués dans différents environnements fréquentés. 75 % des données en termes de concentrations mesurées dans les différents environnements fréquentés (habitation, extérieur, transport, et lieux de travail) ont été utilisées pour développer des modèles et les 25 % restants pour les valider. Ainsi, sept modèles différents ont été développés, testés, et comparés en termes de performance (par le biais du coefficient de corrélation pour six d'entre eux). Il s'agit d'un modèle de régression linéaire, de deux modèles de régression « pondérés », d'un modèle dit « hybride », d'un modèle d'analyse de variance, et de deux autres modèles basés respectivement sur des arbres de décision et réseaux de neurones.

Les trois premiers modèles testés relient l'exposition aux concentrations mesurées dans les habitations et lieux de travail pour chacun des sujets et chacun des HAP, en prenant en compte, ou non, la fraction de temps passé dans chaque environnement, et en utilisant soit les concentrations réellement mesurées dans chaque lieu de résidence, soit les concentrations représentatives des environnements étudiés. Ces modèles se sont avérés peu performants. Le quatrième modèle dit « hybride » prend en compte des facteurs supplémentaires, en lien avec les activités des individus, qui peuvent avoir une influence sur l'exposition. Il s'est avéré être le meilleur modèle de régression. Les résultats de ce modèle ont été comparés à ceux des deux derniers modèles développés, prédisant les concentrations en HAP par le biais d'algorithmes d'apprentissage d'arbre de décision et de réseaux de neurones, représentant une approche novatrice.

La comparaison entre concentrations mesurées et concentrations prédites par le modèle « hybride » montre que ce modèle sous-estime légèrement les concentrations. Le modèle basé sur le réseau de neurones conduit au meilleur coefficient de détermination, traduisant la bonne adéquation entre valeurs prédites et valeurs mesurées, et ce pour l'ensemble des composés étudiés. L'algorithme du modèle d'arbre de décision conduit à une classification des concentrations prédites dans une plage de concentration donnée (six plages de concentrations sont concernées, pour une gamme complète de concentrations allant de valeurs inférieures à 0,10 ng/m<sup>3</sup> à des valeurs supérieures à 1 ng/m<sup>3</sup>). La performance de ce modèle ne se traduit donc pas par un coefficient de détermination, mais par un pourcentage de données correctement classées.

Quant au cinquième modèle, les concentrations prédites sont reliées à un certain nombre de variables binaires (par exemple, si des échantillons ont été prélevés en été, la variable aura la valeur 1, sinon, elle aura la valeur 0) et d'autres continues (par exemple, le temps total passé par un individu dans son véhicule). Une analyse de la variance pour chacune des variables permet de supprimer au fur et à mesure les variables les moins significatives pour prédire les concentrations.

Une des principales conclusions des auteurs est que, en dépit du faible nombre d'échantillons, les principales sources affectant l'exposition aux HAP (fumée de tabac et trafic routier) ont été mises

en évidence par les différents modèles testés. Ces sources ont été incorporées dans les modèles en utilisant une série réduite de variables additionnelles, identifiées pour chaque composé, et renseignées par les volontaires eux-mêmes par le biais de questionnaires. En termes de performance, le modèle de réseau de neurones est le plus prometteur pour l'obtention de coefficient de corrélation élevé pour chacun des HAP étudié et compte tenu du petit échantillon de données disponibles. L'algorithme de l'arbre de décision fournit globalement une bonne classification des concentrations de chacun des composés.

### Commentaires et conclusion du lecteur

Les modèles développés sont empiriques : les paramètres y apparaissant sont spécifiques aux données à partir desquelles ils ont été calculés. Mais, selon les auteurs, ces modèles peuvent être extrapolés (modification des variables choisies et des coefficients) pour des applications à des études menées dans des zones géographiques différentes, des climats différents, des périodes de temps d'exposition et des emplacements différents, et des sources de polluants manifestement différentes.

L'article fait référence à un certain nombre de données non communiquées, et manque par conséquent de clarté. Il ne présente pas de valeurs numériques en termes de concentrations mais uniquement en termes de performance des différents modèles testés, correspondant à un plus ou moins bon ajustement à des valeurs mesurées (ce qui se traduit par le coefficient de détermination pour six de ces modèles) ou correspondant à une plus ou moins bonne précision (dans le cas de l'arbre de décision).

**Source** : N.J. Aquilina, J.M. Delgado-Saborit, A.P. Gauci, S. Baker, C. Meddings, R.M. Harrison (2010). *Comparative Modeling Approaches for Personal Exposure to Particle-Associated PAH*. *Environmental Science and Technology*, 44 (24): 9370-9376.

**Article analysé par** : Anne-Lise Tiffonnet, Université de Caen Basse Normandie [anne-lise.tiffonnet@unicaen.fr](mailto:anne-lise.tiffonnet@unicaen.fr)

### Autres articles d'intérêt dans la rubrique Métrologie

Hayward, Lei et al. (2011) - Sorption of a diverse set of organic chemical vapors onto XAD-2 resin: Measurement, prediction and implications for air sampling. *Atmospheric Environment*. 45 (2): 296-302.

Ho, Chow et al. (2011) - Precautions for in-injection port thermal desorption-gas chromatography/mass spectrometry (TD-GC/MS) as applied to aerosol filter samples. *Atmospheric Environment*. 45 (7): 1491-1496.

Nagorka, Conrad et al. (2011) - Diisononyl 1,2-cyclohexanedicarboxylic acid (DINCH) and Di(2-ethylhexyl) terephthalate (DEHT) in indoor dust samples: Concentration and analytical problems. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 214 (1): 28-37.

Orecchio (2011) - Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in indoor emission from decorative candles. *Atmospheric Environment*. 45 (10): 1888-1895.

Shen, Tao et al. (2011) - Emission of Oxygenated Polycyclic Aromatic Hydrocarbons from Indoor Solid Fuel Combustion. *Environmental Science & Technology*. 45 (8): 3459-3465.



## Concentrations environnementales et expositions

### Analyse des trihalométhanes (THM) l'eau et dans l'air des piscines par HS-SPME/GC/ECD

Les THM sont les sous-produits de désinfection les plus recherchés dans les eaux et l'air des piscines en raison de leurs effets potentiels sur la santé. Compte-tenu de leurs propriétés physico-chimiques, les THM peuvent pénétrer dans l'organisme par voie orale, respiratoire ou cutanée. Seuls l'Allemagne et le Danemark, ont fixé un seuil pour les THM dans l'eau des piscines. Cette étude propose d'évaluer la concentration en THM dans l'eau et dans l'air de piscines en utilisant la technique de microextraction sur phase solide (SPME) couplée à la méthode par espace de tête, puis en les analysant par chromatographie en phase gazeuse.

Les prélèvements ont été réalisés pendant 6 mois dans 4 piscines municipales du Portugal. Chaque piscine est désinfectée avec de l'hypochlorite de sodium. Les échantillons d'eau ont été prélevés à chaque coin du bassin, à 1 mètre du bord et à 20 cm de profondeur. Les prélèvements d'air ont été réalisés près des 4 bords des bassins à 5 et 150 cm au-dessus de la surface de l'eau, les températures de prélèvement ne sont pas renseignées. Aucun neutralisant n'a été ajouté aux échantillons d'eau car les analyses ont été réalisées moins de deux heures après les prélèvements.

Les fibres de microextraction type PDMS 100 µm ont été retenues pour les échantillons d'eau et de type Carboxen/PDMS 75 µm pour les échantillons d'air. Pour les échantillons d'eau, l'extraction dure 10 min à 55 °C et pour les échantillons d'air prélevés dans des flacons de verre, l'extraction dure 50 min à 30 °C. Les analyses sont ensuite réalisées par chromatographie gazeuse à 200 °C avec détecteur à absorption électronique pour les deux types d'échantillons.

Des duplicats ont été réalisés pour chaque échantillon d'eau et d'air et les 4 THM (chloroforme -TCM, bromoforme -TBM, bromodichlorométhane -BDCM, chlorodibromométhane - DBCM) ont été quantifiés. Les limites de détection retenues dans l'article sont les suivantes : pour l'eau 0,2 µg/L pour le BDCM et le TCM - 0,1 µg/L pour le DBCM et 0,5 µg/L pour le TBM ; pour l'air 2,5 µg/m<sup>3</sup> pour le TCM et le BDCM et 1,2 µg/m<sup>3</sup> pour le DBCM et le TBM.

Quatre-vingt échantillons d'eau provenant des 4 piscines ont été analysés. La concentration en THM totaux varie de 22 ± 2 à 577 ± 58 µg/L. En prenant en compte les volumes d'eau ingérés par les baigneurs proposés par Evans<sup>1</sup> (enfant 0,09 L, adulte 0,022 L et sportif 0,056 L), les auteurs estiment que les quantités de THM ingérés n'entraînent pas de risque pour la santé.

36 échantillons d'air provenant des 4 piscines ont été analysés. Les concentrations à 150 cm au-dessus de la surface de l'eau varient entre 51 ± 5 et 906 ± 91 µg/m<sup>3</sup> et sont plus faibles de 33 ± 16 µg/m<sup>3</sup> par rapport aux valeurs trouvées à 5 cm au-dessus de l'eau. Cette étude confirme que les baigneurs et les maîtres nageurs sont exposés aux THM par inhalation. Les valeurs mesurées restent cependant très inférieures à la valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) de 10 000 µg/m<sup>3</sup> établie par l'OSHA et le NIOSH.

Les concentrations en THM totaux dans l'eau et dans l'air ont été respectivement comparées aux valeurs reportées dans la littérature et aux seuils limites proposés pour l'eau potable et pour les travailleurs. Il apparaît que les concentrations retrouvées dans cette étude sont inférieures aux seuils réglementaires. L'exposition des baigneurs semble supérieure à celle des maîtres nageurs car la concentration en THM dans l'air est plus élevée à 5 cm au-dessus de la surface de l'eau qu'à 150 cm, donc juste au niveau du visage des baigneurs. Les méthodes d'analyses proposées sont similaires pour l'eau et pour l'air et pourraient être utilisées pour le suivi des THM si ces composés étaient réglementés.

#### Commentaires et conclusion du lecteur

Cette étude confirme les résultats obtenus depuis plusieurs années sur le suivi des THM dans les eaux de piscines. Elle confirme également les résultats de l'étude de Hsu (2009) qui a montré que la concentration en chloroforme dans l'air variait en fonction de la hauteur au-dessus de la surface de l'eau. Cependant, cette étude présente également des limites car il a été montré que la méthode par espace de tête aboutit à des résultats sur-estimés, notamment en chloroforme, en raison d'interférences liées à la dégradation partielle de sous-produits de désinfection, sous l'effet de la température élevée du passeur d'échantillon. Pour limiter ces interférences, il est proposé de neutraliser l'échantillon in situ (ce qui n'a pas été fait dans l'étude) et d'acidifier l'échantillon (Norme en préparation à l'AFNOR).

**Source :** Sa, Boaventura et al. (2011). Analysis of trihalomethanes in water and air from indoor swimming pools using HS-SPME/GC/ECD. *J Environ Sci Health part A* (46), 355-363.

**Article analysé par :** Carole Catastini, Anses ; [carole.catastini@anses.fr](mailto:carole.catastini@anses.fr)

<sup>1</sup> Evans O., Cantu R., Bahymer T.D. et al. (2001). Annual Meeting of the society for risk analysis. Seattle - États-Unis.

<sup>2</sup> Hsu H.T., Chen M.J., Lin C.H. et al. (2009). Chloroform in indoor swimming-pool air: monitoring and modeling coupled with the effects of environmental conditions and occupant activities. *Water Res.*; 43 (15): 3693-704.



## Concentrations environnementales et expositions

### Comparaison des concentrations en composés perfluorés dans les poussières de maisons, d'écoles, de bureaux et de voitures en Asie, Australie, Europe et Amérique du Nord

Les composés perfluorés sont constitués d'une chaîne carbonée sur laquelle les atomes d'hydrogène sont totalement (ou quasi-totalement) substitués par des atomes de fluor. A l'instar de nombreux composés organiques semi-volatils, certains perfluorés font l'objet depuis peu d'une préoccupation grandissante du fait de leurs effets suspectés sur la santé humaine, de leur détection dans le sang et le lait maternel, et de leur utilisation dans un grand nombre de produits de consommation courante (par exemple dans les revêtements anti-adhérent pour ustensiles de cuisine, antisalissure pour tapis ou résistants à l'eau pour vêtements). Les données de concentrations dans l'environnement intérieur (air et poussières) sont encore peu nombreuses. C'est pourquoi Goosey et Harrad ont souhaité documenter les concentrations en huit composés perfluorés dans les poussières intérieures de plusieurs pays de différents continents (huit pays, dont la France) et dans différents types d'environnements clos (logements, écoles, bureaux et habitacles automobiles).

Les échantillons ont été collectés entre avril 2007 et juin 2009 au moyen d'aspirateurs de 1600 W, équipés d'une chaussette en nylon pour la récupération des poussières et nettoyés à l'isopropanol. Dans les logements (séjour) et bureaux, une surface de 1 m<sup>2</sup> en présence de moquette ou de 4 m<sup>2</sup>, dans le cas d'un sol lisse, a été aspirée, respectivement pendant deux ou quatre minutes. Dans les écoles, l'intégralité de la surface des salles de classe a été aspirée. Enfin, dans les voitures, seule la surface des sièges a été aspirée pendant deux minutes. A réception au laboratoire, les échantillons ont été tamisés à 500 µm, puis conservés à 4 °C dans des flacons en verre scellés. Après extraction et purification, les échantillons ont été analysés par chromatographie liquide haute performance couplée à la spectrométrie de masse triple quadripôle.

Les différences significatives observées dans les concentrations des poussières domestiques sont présentées dans le Tableau 1. Il ressort que, pour la plupart des composés, les concentrations sont significativement plus faibles dans les logements des pays au mode de vie moins « occidentalisé ». A quelques exceptions près, les niveaux ne sont pas significativement différents entre pays européens, ni entre Europe et Amérique du Nord. En revanche, l'analyse des proportions respectives (en masse) de chaque composé dans la concentration totale mesurée dans chaque logement (au moyen d'une analyse en composantes principales) fait apparaître des différences selon les pays, suggérant des spécificités nationales dans les profils d'utilisation des composés perfluorés, ainsi que des matériaux et produits de consommation en contenant.

Tableau 1 : Comparaison des niveaux de concentration dans les poussières domestiques selon les pays

Composé	Concentrations significativement différentes (p < 0,05)
PFOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kazakhstan &lt; UK, Australie, Canada, France, Allemagne et USA</li> <li>Thaïlande &lt; UK, Australie, Canada et USA</li> </ul>
PFOA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kazakhstan &lt; UK, Australie, Canada, Allemagne et USA</li> <li>Thaïlande &lt; UK et Australie</li> </ul>
PFHxS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Thaïlande &lt; UK, Australie, Canada, Allemagne et USA</li> <li>Canada &lt; UK</li> </ul>
MeFOSA	Aucune différence significative observée
EtFOSA	UK < Australie
FOSA	Kazakhstan < UK, Allemagne, Thaïlande et USA
MeFOSE	Canada et Thaïlande < UK et USA
EtFOSE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kazakhstan et Thaïlande &lt; UK et USA</li> <li>Kazakhstan &lt; Allemagne</li> </ul>

Nombre de logements instrumentés par pays : UK : 45 ; Australie : 20 ; Thaïlande : 20 ; Canada : 19 ; France : 10 ; Allemagne : 10 ; USA : 10 ; Kazakhstan : 9.

Les autres environnements n'ont été investigués qu'au Royaume-Uni. Les différences significatives observées dans les niveaux de concentrations sont présentées dans le Tableau 2. Tandis qu'aucune différence n'apparaît entre les logements, les bureaux et les voitures, les classes sont significativement plus contaminées pour six composés sur huit ; les auteurs n'ont pas d'explication précise.

Tableau 2 : Comparaison des niveaux de concentration dans les poussières de différents lieux de vie au Royaume-Uni

Composé	Concentrations significativement différentes (p < 0,05)
PFOS	Voitures, logements et bureaux < salles de classe
PFOA	Voitures < salles de classe
PFHxS	Voitures, logements et bureaux < salles de classe
MeFOSA	Logements et bureaux < salles de classe
EtFOSA	Aucune différence significative observée
FOSA	Voitures, logements et bureaux < salles de classe
MeFOSE	Logements < salles de classe
EtFOSE	Aucune différence significative observée

Nombre de mesures par type de lieu : logements : 45 ; salles de classe : 42, bureaux : 20 ; voitures : 20.

Les auteurs terminent en calculant des doses d'exposition aux différents composés pour deux classes d'âge (adultes et enfants), selon trois scénarios d'exposition (minimale, moyenne et maximaliste, en fonction des quantités de poussières ingérées quotidiennement et des concentrations dans celles-ci). Les calculs sont conduits sur la base des concentrations



mesurées dans les poussières au Royaume-Uni, disponibles pour les principaux lieux de vie. La quantité de poussières ingérée est d'ailleurs répartie entre ces lieux au prorata des temps moyens passés sur une année, pour chaque classe d'âge. Les doses d'exposition via les poussières sont comparées aux doses liées à l'alimentation, quand elles existent, ainsi qu'aux valeurs limites journalières (en ng/kg/jour) fournies par l'Agence européenne pour la sécurité alimentaire (EFSA) pour le PFOS et le PFOA. Pour chaque scénario, chaque classe d'âge et chaque composé perfluoré, les contributions respectives des différents lieux de vie à la dose d'exposition par ingestion de poussières sont calculées.

### Commentaires et conclusion du lecteur

Cet article est très intéressant puisqu'il traite de façon complète d'une famille de composés chimiques pour lesquels la préoccupation sanitaire est réelle. Il présente les résultats de mesures réalisées dans plusieurs types de lieu de vie et dans des pays appartenant à quatre continents, et les différences observées tant en niveaux de concentration qu'en parts respectives des composés étudiés dans la concentration totale dans les poussières. L'étude est complétée par un éclairage sur l'exposition des enfants et des adultes à ces composés, et les contributions des médias (poussières versus alimentation) et des lieux de vie. On peut regretter que les échantillons de logements dans les pays soient si faibles et que les écoles, bureaux et habitacles automobiles n'aient été instrumentés qu'au Royaume-Uni. Des mesures des concentrations dans l'air intérieur auraient également permis d'approcher de façon plus globale l'exposition de la population générale.

**Source :** Goosey E and Harrad S (2011). Perfluoroalkyl compounds in dust from Asian, Australian, European, and North American homes and UK cars, classrooms, and offices. *Environment International*, 37:86-92.

**Article analysé par :** Corinne MANDIN, Centre scientifique et technique du bâtiment – CSTB ; [corinne.mandin@cstb.fr](mailto:corinne.mandin@cstb.fr)

### Autres articles d'intérêt dans la rubrique concentrations environnementales et expositions

Bhangar, Mullen et al. (2011) - Ultrafine particle concentrations and exposures in seven residences in northern California. *Indoor Air*. 21 (2): 132-144.

Matt, Quintana et al. (2011) - When smokers move out and non-smokers move in: residential thirdhand smoke pollution and exposure. *Tobacco Control*. 20 (1): 8.

Nicholas, Wegienka et al. (2011) - Dog characteristics and allergen levels in the home. *Annals of Allergy Asthma & Immunology*. 105 (3): 228-233.

Rosenfeld, Chew et al. (2011) - Are Building-Level Characteristics Associated with Indoor Allergens in the Household? *Journal of Urban Health-Bulletin of the New York Academy of Medicine*. 88 (1): 14-29.

Delgado-Saborit, Aquilina et al. (2011) - Relationship of

personal exposure to volatile organic compounds to home, work and fixed site outdoor concentrations. *Science of the Total Environment*. 409 (3): 478-488.

Zhang, Diamond et al. (2011) - Sources, Emissions, and Fate of Polybrominated Diphenyl Ethers and Polychlorinated Biphenyls Indoors in Toronto, Canada. *Environmental Science & Technology*. 45 (8): 3268-3274.

Wallace and Ott (2011) - Personal exposure to ultrafine particles. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*. 21 (1): 20-30.



## Risque et impact sur la santé

### Exposition totale des consommateurs aux Polybromodiphényléthers (PBDE) en Amérique du nord et en Europe

Les Polybromodiphényléthers (PBDE) sont des retardateurs de flamme de nombreux produits de consommation (mobilier, appareils électroniques...). Les penta et octa-BDE ont été interdits en Europe, et leur production a cessé en Amérique du Nord. Le déca-BDE sera toujours utilisé aux États-Unis d'Amérique et au Canada jusque fin 2013 mais ne l'est plus en Europe pour les appareils électriques et électroniques. Sa toxicité serait moindre que les congénères penta et octa mais ce point est discuté, d'autant que le BDE 209 peut se dégrader, dans l'environnement et les organismes, en congénères de moindre degré de bromination. L'exposition aux PBDE dépend des réglementations de sécurité incendie, des régimes alimentaires et habitudes des consommateurs. Aucune étude n'avait jusqu'ici comparé avec une même méthodologie les expositions européennes et nord américaines. La présente étude traite d'une évaluation probabiliste des expositions à huit congénères pour sept groupes de consommateurs en Amérique du Nord et quatre régions européennes, avec deux objectifs : 1) estimer les doses de PBDE absorbées pour les congénères et voies d'exposition majoritaires ; 2) à partir de ces doses absorbées et des données de biosurveillance, estimer les demi-vies dans l'organisme.

Les doses absorbées ont été évaluées :

- pour les BDE 28, 47, 99 (penta-BDE), 100, 153, 145, 183 et 209 (déca-BDE) ;
- par inhalation ; par ingestion d'aliments, de biofilm, de poussière, de sol ; par contact avec biofilm sur les surfaces, poussière, sol (les équations et données sont fournies en matériel supplémentaire) ;
- en Amérique du Nord, Royaume-Uni-Irlande, Europe du Nord, Europe Centrale, Europe du Sud ;
- pour les bébés (< 1an), jeunes enfants (1-5 ans), enfants (5-12 ans), adolescents hommes et femmes (12-20 ans) et hommes et femmes adultes (20-65 ans) ;
- par simulation de Monte-Carlo.

Les données utilisées datent de 2001-2010. Lorsque pour une région une donnée manquait, elle était remplacée par la médiane des autres régions.

Pour estimer les demi-vies, un modèle pharmacocinétique à un compartiment (en l'occurrence le compartiment lipidique) a été utilisé pour les adultes en considérant un état stationnaire. Pour le BDE 209, un modèle fondé sur la distribution chez le rat a été utilisé.

Les doses médianes varient d'un facteur 2 à 3 entre les régions. Les différences sont plus marquées pour le percentile 95 (et encore plus pour le percentile 99) avec des doses respectivement 3 à 11 fois et 2 à 5 fois plus élevées en Amérique du Nord et Royaume Uni-Irlande par rapport à l'Europe continentale. Ces résultats sont cohérents avec les réglementations incendie plus strictes aux États-Unis et au Royaume Uni et les données de biosurveillance. Les bébés sont les plus exposés (5 fois plus que les adultes), suivis par les jeunes enfants, puis les enfants, adolescents et adultes. Pour les bébés, l'exposition est surtout alimentaire pour les faibles et fortes doses et dominée par l'ingestion de poussière entre le 30<sup>ème</sup> et le 70<sup>ème</sup> percentile. Pour les autres groupes, l'alimentation est prédominante jusqu'au 60<sup>ème</sup> percentile ; ensuite, l'exposition est dominée par l'ingestion de poussière et le contact avec la poussière. L'inhalation contribue aussi à l'exposition. Les résultats sont similaires pour le groupe Royaume Uni-Irlande, sauf pour les bébés où la part de l'alimentation décroît au profit de l'ingestion de poussière quand la dose augmente. Pour les autres pays européens, l'alimentation domine une large partie de la distribution des expositions, tandis que l'ingestion de poussières tend à gagner de l'importance pour les expositions les plus élevées, jusqu'à en être le principal contributeur pour la moitié des profils d'exposition étudiés. L'étendue de la distribution est surtout due à l'incertitude et à la variabilité des quantités de poussières ingérées ainsi qu'à la variabilité des concentrations dans les poussières. Les expositions aux PBDE sont surtout dues aux congénères 47, 99 (tous deux composés majoritaires du penta-BDE) et 209, avec une part croissante du 209 pour les expositions au-delà du 70<sup>ème</sup> percentile. Les BDE 100 et 153 participent aussi à l'exposition, tandis que la contribution des BDE 28, 154 et 183 est généralement marginale. Ces estimations sont quatre fois inférieures à celles précédemment estimées aux USA et en Belgique (pour les bébés, alors qu'elles sont trois fois supérieures pour les autres groupes en Belgique). Les demi-vies des PBDE sont estimées entre un et trois ans sauf pour le BDE 153 (7 ans) et le 209 (4-7 jours). Les auteurs indiquent qu'avoir considéré un état stationnaire tend à les sous estimer, ce que confirme la comparaison avec d'autres études pour la plupart des congénères étudiés.

### Commentaires et conclusion du lecteur

Cette étude est très intéressante par son approche globale de l'exposition aux PBDE en étudiant de nombreux chemins d'exposition mais aussi les variations selon le lieu, l'âge, les congénères. S'agissant d'une modélisation à partir de données publiées, l'avantage est surtout de rassembler et d'additionner les connaissances de nombreuses études sur les PBDE, plutôt que de produire de nouvelles connaissances. Ainsi la plus forte exposition est estimée en Amérique du Nord où l'importance de la contamination en certains congénères était déjà largement documentée. La partie pharmacocinétique et la comparaison avec des mesures biologiques de l'exposition auraient sans doute mérité un article séparé pour être traitées plus en profondeur.

Plus généralement, la contrepartie du très large spectre de cette publication est la concision avec laquelle de nombreux points sont traités, obligeant à compulsurer souvent (y compris pour consulter les résultats sur les expositions en Europe...) les 89 pages du matériel supplémentaire, sans cependant toujours trouver réponse à des questions comme la justification de la non prise en compte d'une exposition cutanée par l'air, le traitement de l'incertitude dans les estimations et surtout la discussion de la représentativité des données utilisées. Ce matériel supplémentaire est cependant une mine de renseignements, notamment pour ce qui est des données d'entrée utilisées. Cet article est en fait une synthèse appréciable des connaissances sur les expositions aux PBDE.

**Source :** Trudel D, Scheringer M, von GN, Hungerbuhler K (2011). Total consumer exposure to polybrominated diphenyl ethers in North America and Europe. *Environ Sci Technol*; 45(6): 2391-7.

**Article analysé par :** Philippe Glorennec, École des Hautes Études en Santé Publique, Institut de Recherche sur la Santé, l'Environnement et le Travail-Inserm U625. [Philippe.Glorennec@ehesp.fr](mailto:Philippe.Glorennec@ehesp.fr)



## Risque et impact sur la santé

### Le projet Index-PM: risques sanitaires liés à l'exposition aux particules de l'environnement intérieur

Les effets des particules (PM) sur la santé sont largement étudiés au travers d'études épidémiologiques dans lesquelles l'estimation de l'exposition se fait à partir des niveaux ambiants extérieurs obtenus par les stations de mesure. Or, l'homme passe plus de 90 % de son temps à l'intérieur et on peut penser que les conséquences sanitaires observées dans les études épidémiologiques refléteraient plutôt les expositions liées à l'environnement intérieur plutôt qu'à l'environnement extérieur. Cet article illustre les méthodes d'évaluation des risques liés aux expositions aux PM de l'environnement intérieur utilisées dans le cadre du projet INDEX au niveau européen.

L'évaluation des risques a été effectuée à partir de la méthode classique en quatre étapes, et décrite dans la Directive 93/67/CEE établissant les principes d'évaluation des risques pour l'homme et pour l'environnement des substances notifiées (identification des dangers, relations dose-réponse, estimation des expositions et caractérisation des risques). Les données ont été recherchées dans la littérature scientifique (bases de données bibliographiques, rapports d'études sur les particules). Néanmoins, compte tenu de la diversité dans l'origine des PM conduisant à des compositions très différentes, et de l'absence d'information sur les relations dose-réponse, l'évaluation réalisée est qualitative.

Les études qui ont quantifié les concentrations de PM dans l'air intérieur sont très différentes en termes d'objectifs, de protocoles et résultats (EC Audit study, EXPOLIS, AQAI, THADE...). Les moyennes ou médianes s'étendent de 20 à 150 µg/m<sup>3</sup> pour les PM<sub>10</sub> et de 10 à 65 µg/m<sup>3</sup> pour les PM<sub>2,5</sub>. Dans tous les cas, les sources majoritairement contributives ont été le tabagisme et la présence d'appareils au gaz. Concernant la caractérisation des dangers, six

catégories de particules ont été considérées en raison de leur diversité de composition : celles originaires de l'air extérieur ; celles apportées par les poussières déposées de l'extérieur vers l'intérieur puis remises en suspension à l'intérieur ; celles provenant de la combustion à l'intérieur (fumées de cigarettes, cuisson, bougies, cheminées) ; celles d'origine biologique ; celles générées par les matériaux spécifiques aux environnements intérieurs (composés organiques semi-volatils) et enfin celles générées par des réactions secondaires. Globalement chez l'homme, les expositions aux  $PM_{2,5}$  ont été associées à des symptômes respiratoires. Chez les enfants asthmatiques, elles ont également été associées à une diminution de la fonction pulmonaire ou une inflammation. Celle-ci peut aussi concerner les adultes présentant des pathologies respiratoires ou cardiovasculaires. Enfin chez les personnes âgées, des effets cardiovasculaires sont retrouvés. Ils concluent qu'une grande majorité des effets observés après une exposition aux particules de l'air pourrait être attribuée aux expositions via l'air intérieur compte tenu du temps passé à l'intérieur par rapport à l'extérieur, et que les particules de l'air intérieur sont probablement plus toxiques que celles de l'extérieur en raison de la présence concomitante d'endotoxines ou de molécules pro-inflammatoires.

A partir de cette revue de littérature, les auteurs recommandent d'améliorer les connaissances, en particulier sur les sources de particules dans les environnements intérieurs, sur les expositions liées à ces particules, mais également sur les composés émergents encore peu étudiés aujourd'hui (effets des composés organiques semi-volatils, ou des particules ultrafines issues des réactions secondaires). Les auteurs rappellent les recommandations émises en termes de réduction des risques dans le projet INDEX, en particulier sur la poursuite de l'interdiction de fumer dans les lieux publics, les obligations en termes d'installation à gaz, les recommandations sur les matériaux de construction et le nettoyage dans les établissements recevant des populations sensibles (crèches), l'amélioration des systèmes de ventilation... Enfin, ils recommandent de proposer des valeurs guides de qualité de l'air intérieur pour les particules sur la base des trois éléments suivants : la mise en œuvre du principe ALARA (as low as reasonable achievable) pour les  $PM_{2,5}$  et  $PM_{10}$  dans l'air intérieur, au regard des conditions économiques et sociales ; le non dépassement des valeurs de concentrations de particules à court-terme ou à long-terme à l'intérieur par rapport aux concentrations respectives extérieures ; le respect des valeurs guides de l'air ambiant de 25 et 50  $\mu g/m^3$  respectivement pour les  $PM_{2,5}$  et  $PM_{10}$  dans tous nouveaux bâtiments (ou bâtiments rénovés) sur toute période de mesure de 24 heures.

### Commentaires et conclusion du lecteur

Cette étude fait partie du projet européen INDEX sur l'établissement de valeurs guides de qualité de l'air intérieur. Elle démontre la difficulté pour la proposition de telles valeurs pour les particules, tant il existe de situations spécifiques et non comparables entre elles. Les auteurs ont tenté de séparer les différents types de particules en fonction de leur origine et de leurs caractéristiques toxicologiques. Ce travail montre la nécessité de disposer de plus de connaissances, d'une part sur les sources des particules, d'autre part sur les expositions et les effets de celles-ci, en particulier en ce qui concerne les composés organiques semi-volatils et les

particules ultrafines issues de réactions secondaires encore très mal connues. Finalement, les auteurs ont essayé, pour chaque catégorie de particules, de rassembler les éléments disponibles relatifs aux expositions et aux effets sanitaires en vue d'une évaluation qualitative ou comparative des risques. Ainsi par exemple, ils précisent que la réponse cytotoxique est la plus élevée pour les particules issues des appareils de cuisson à gaz, suivie des particules de combustion du bois, des particules diesel et enfin de celles issues de la combustion des bougies, que la présence de moisissures est un bon indicateur du risque d'asthme et de symptômes respiratoires, ou encore que les PM liées à la remise en suspension des poussières du sol extérieur contribuent plutôt à l'exposition aux  $PM_{10}$ , et concernent surtout les métaux. Enfin, que l'exposition globale aux semi-volatils en environnement intérieur peut être importante et que la contribution des poussières déposées représenteraient une bonne partie de l'exposition totale pour les phtalates, PBDE, PFC ou pesticides, en particulier chez les enfants. Les trois recommandations finales sont surtout des éléments très utiles au décideur, dans l'attente d'apports de connaissances sur le sujet.

**Source :** Arvanitis A, Kotzias D, Kephelopoulos S, Carrer P, Cavallo D, Cesaroni G, De Brouwere K, de Oliveira-Fernandes E, Forastiere F, Fossati S, Fromme H, Haverinen-Shaughnessy U, Jantunen M, Katsouyanni K, Kettrup A, Madureira J, Mandin C, Mølhave L, Nevalainen A, Ruggeri L, Schneider T, Samoli E, Silva G. (2010). The Index-PM Project: Health Risks from Exposure to Indoor Particulate Matter. *Fresenius Environmental Bulletin*. Volume 19 (11): 2458-2471.

**Article analysé par :** Nathalie Bonvallot, EHESP ; [nathalie.bonvallot@ehesp.fr](mailto:nathalie.bonvallot@ehesp.fr)

### Autres articles d'intérêt dans la rubrique Risque et impact sur la santé

George and McCurdy (2011) - Investigating the American Time Use Survey from an exposure modeling perspective. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*. 21 (1): 92-105.

Guo and Kannan (2011) - Comparative Assessment of Human Exposure to Phthalate Esters from House Dust in China and the United States. *Environmental Science & Technology*. 45 (8): 3788-3794.

Vorkamp, Thomsen et al. (2011) - Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in the indoor environment and associations with prenatal exposure. *Environment International*. 37 (1): 1-10.

van Dillen, Dekkers et al. (2011) - Lung Cancer from Radon: A Two-Stage Model Analysis of the WISMUT Cohort, 1955-1998. *Radiation Research*. 175 (1): 119-130.

Billionnet, Gay et al. (2011) - Quantitative assessments of indoor air pollution and respiratory health in a population-based sample of French dwellings. *Environmental Research*. 111 (3): 425-434.

Hosgood, Boffetta et al. (2010) - In-Home Coal and Wood Use and Lung Cancer Risk: A Pooled Analysis of the International Lung Cancer Consortium. *Environmental Health Perspectives*. 118 (12): 1743-1747.

Kasznia-Kocot, Kowalska et al. (2010) - Environmental Risk Factors for Respiratory Symptoms and Childhood Asthma. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. 17 (2): 221-229.





## Valeurs guides de qualité d'air intérieur : analyse comparative des approches française et japonaise

Les auteurs de cet article ont souhaité comparer les démarches d'élaboration de valeurs guides de l'air intérieur (VGAI) du Japon et de la France, en s'intéressant non seulement aux méthodologies développées par chaque pays, mais aussi à l'utilisation des valeurs ainsi établies dans les processus de mise en place de mesures de gestion à portée réglementaire.

Depuis plusieurs dizaines d'années, à l'échelle internationale, la mesure de polluants dans les espaces clos s'est considérablement accrue, sans que les pays disposent de valeurs de référence auxquelles confronter ces données.

Le Japon s'est intéressé dès les années 1970 aux problématiques de santé liées à la qualité de l'air intérieur, le formaldéhyde motivant bon nombre des actions des pouvoirs publics entreprises en ce domaine. En 1997, les préoccupations liées au **Sick Building Syndrome** (syndrome des maisons malsaines) augmentent, et les campagnes de mesures de la qualité de l'air intérieur se multiplient sur le territoire, révélant un non respect des valeurs guides pour l'air ambiant de l'OMS. Le ministère de la santé et du bien être japonais propose alors une première valeur guide spécifique de l'air intérieur, pour le formaldéhyde, de  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour une exposition court terme de 30 minutes, édictée par le comité d'experts japonais sur le syndrome des maisons malsaines nouvellement créé. Les valeurs guides pour les autres substances suivront.

En France, c'est en 2005, suite notamment à la publication des résultats des campagnes de mesure de l'OQAI et des travaux du projet européen INDEX, qu'un premier groupe de travail français sur les valeurs guides de l'air intérieur voit le jour, copiloté par l'AFSSET (Anses) et le CSTB. Les valeurs guides proposées sont ainsi spécifiques du contexte d'exposition en milieux clos de la population française, mais aussi actualisées à partir des données toxicologiques et épidémiologiques les plus récentes. A ce jour, ce groupe de travail, renouvelé en 2010, a proposé des valeurs guides pour 7 substances, le formaldéhyde<sup>1</sup> étant pour le moment la seule substance traitée par les 2 pays.

Les méthodes d'élaboration des valeurs guides de qualité de l'air intérieur française et japonaise sont relativement similaires. Dans les deux cas, les experts de chaque groupe de travail réalisent une analyse critique des données sanitaires (animales et humaines) publiées. Un faisceau d'arguments reposant en grande partie sur la qualité de ces études guide le choix de la valeur qui sera retenue pour chacune des durées d'exposition qui se sont avérées pertinentes. Des informations sur les méthodes de prélèvement et d'analyse accompagnent ces valeurs. En France, des informations sur les concentrations air intérieur et la réglementation en vigueur complètent les propositions de VGAI.

Quelques différences méthodologiques sont cependant à relever. Deux valeurs guides long terme françaises sont présentées

pour les substances à effets sans seuil de dose, correspondant respectivement à un excès de risque de cancer de  $10^{-5}$ , puis de  $10^{-6}$ . Au Japon, les valeurs proposées pour les substances cancérigènes (effet sans seuil de dose) correspondent uniquement à un excès de risque de cancer de  $10^{-5}$ . Par ailleurs, les valeurs guides air intérieur japonaises sont applicables pour une exposition long terme, mis à part pour le formaldéhyde, pour lequel une valeur correspondant à 30 minutes d'exposition a été établie, alors que les valeurs françaises sont proposées pour des expositions court terme et/ou long terme, selon les substances.

Les VGAI ainsi établies peuvent ensuite constituer un socle de repères sanitaires pour la mise en place de mesures de gestion à portée réglementaire.

En France, elles permettent de définir :

- des concentrations limites d'intérêt dans le cadre du protocole de caractérisation des émissions des matériaux de construction et des produits de décoration,
- des valeurs dites «de gestion», proposées par le Haut Comité de Santé Publique (HCSP). Ces dernières, qui intègrent divers paramètres (ex : faisabilité de mise en œuvre d'actions de gestion), peuvent notamment être employées dans le cadre de la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les espaces recevant du public (ex : projet de loi Grenelle 2 - campagne de mesure dans 300 écoles et crèches de toute la France).

Au Japon, les autorités peuvent utiliser les VGAI pour limiter, voire interdire l'utilisation de certaines substances, pour informer le public sur la qualité de l'air des logements et renseigner sur le niveau d'émission de formaldéhyde dans les matériaux de décoration et d'ameublement, puis aussi pour suivre réglementairement la qualité de l'air intérieur des écoles.

Les auteurs notent que la méthodologie japonaise, ainsi que la parution en décembre 2010 des premières valeurs guides de l'air intérieur établies par l'OMS, pourraient enrichir la méthodologie française. L'utilisation des extrapolations voie à voie, ainsi que la description des méthodes de mesure disponibles pour les substances considérées pourraient inspirer utilement le groupe de travail français.

### Commentaires et conclusion du lecteur

Cette analyse comparative est intéressante puisqu'elle démontre que, malgré l'avance du Japon sur ce thème et les différences culturelles et organisationnelles existant entre les 2 pays, les méthodologies d'élaboration des VGAI sont globalement semblables, tout comme les actions de gestion associées.

Peut-être aurait-il été utile de préciser pourquoi les VGAI françaises édictées à ce jour n'ont pas toutes été relayées par le HCSP.

A noter que les améliorations de la méthodologie française suggérées précédemment par les auteurs sont d'ores et déjà prises en compte par le second Groupe de travail sur les VGAI mis en place à l'ANSES depuis 2010.

<sup>1</sup>Pour rappel, les valeurs proposées par la France pour ce polluant sont  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour 2 heures d'exposition, puis  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour une exposition à long terme.

**Source** : Christophe Rousselle, Corinne Mandin et Kenichi Azuma (2011). Valeurs guides de qualité d'air intérieur : analyse comparative des approches française et japonaise. Env Risque Santé – Vol. 10, n°1.

**Article analysé par** : Guillossou Gaëlle, Service des Etudes Médicales d'EDF ; [gaelle.guillossou@edf.fr](mailto:gaelle.guillossou@edf.fr)

### Autres articles d'intérêt dans la rubrique Gestion /Divers

Vazquez, Adan et al. (2011) - Experimental study of effectiveness of four radon mitigation solutions, based on underground depressurization, tested in prototype housing built in a high radon area in Spain. Journal of Environmental Radioactivity. 102 (4): 378-385.

Huang and Li (2011) - Destruction of toluene by ozone-enhanced photocatalysis: Performance and mechanism. Applied Catalysis B Environmental. 102 (3-4): 449-453.

Kawamoto, Sato et al. (2010) - Air purifiers that diffuse reactive oxygen species potentially cause DNA damage in the lung. Journal of Toxicological Sciences. 35 (6): 929-933.

Markowska-Szczupak, Ulfing et al. (2010) - A preliminary study on antifungal effect of TiO<sub>2</sub>-based paints in natural indoor light. Polish Journal of Chemical Technology. 12 (4): 53-57.

Singh, Yu et al. (2011) - Building Pathology - Toxic Mould Remediation. Indoor and Built Environment. 20 (1): 36-46.

Tennakoon, Mayorga et al. (2010) - A Fuzzy Inference System Prototype for Indoor Air and Temperature Quality Monitoring and Hazard Detection. Journal of Environmental Informatics. 16 (2): 70-79.

Tokarek, Barreau et al. (2011) - Characterisation of the efficacy of a stand-alone photocatalytic air purifier in removing chemicals and particles. Environnement Risques & Sante. 10 (1): 35-45.

Wang and Zhang (2011) - Characterization and performance evaluation of a full-scale activated carbon-based dynamic botanical air filtration system for improving indoor air quality. Building and Environment. 46 (3): 758-768.

Yu, Lee et al. (2011) - Evaluation of ozone generation and indoor organic compounds removal by air cleaners based on chamber tests. Atmospheric Environment. 45 (1): 35-42.

Nicol and Wilson (2011) - A critique of European Standard EN 15251: strengths, weaknesses and lessons for future standards. Building Research and Information. 39 (2): 183-193.

Haverinen-Shaughnessy, Moschandreas et al. (2011) - Association between substandard classroom ventilation rates and students' academic achievement. Indoor Air. 21 (2): 121-131.

Yu and Kim (2011) - Building Environmental Assessment Schemes for Rating of IAQ in Sustainable Buildings. Indoor and Built Environment. 20 (1): 5-15.

### Articles de synthèse

Milner, Vardoulakis et al. (2011) - Modelling inhalation exposure to combustion-related air pollutants in residential buildings: Application to health impact assessment. Environment International. 37 (1): 268-279.

Chen and Zhao (2011) - Review of relationship between indoor and outdoor particles: I/O ratio, infiltration factor and penetration factor. Atmospheric Environment. 45 (2): 275-288.

Daso, Fatoki et al. (2010) - A review on sources of brominated flame retardants and routes of human exposure with emphasis on polybrominated diphenyl ethers. Environmental Reviews. 18 239-254.

Sacks, Stanek et al. (2011) - Particulate Matter-Induced Health Effects: Who Is Susceptible? Environmental Health Perspectives. 119 (4): 446-454.

Robertson and Ludewig (2011) - Polychlorinated Biphenyl (PCB) carcinogenicity with special emphasis on airborne PCBs. Gefahrstoffe Reinhaltung Der Luft. 71 (1-2): 25-32.

Van Maele-Fabry, Lantin et al. (2011) - Residential exposure to pesticides and childhood leukaemia: A systematic review and metaanalysis. Environment International. 37 (1): 280-291.

Caillaud, Evrard et al. (2011) - Role of indoor endotoxins in asthma symptoms. Archives Des Maladies Professionnelles Et De L'Environnement. 72 (1): 66-72.

Casset and Braun (2011) - Relationships between indoor allergens, sensitization, and allergic asthma and rhinitis symptoms. Revue Francaise D Allergologie. 51 (2): 104-110.

Reboux, Bellanger et al. (2010) - Moulds in dwellings: Health risks and involved species. Revue Francaise D Allergologie. 50 (8): 611-620.

Po, FitzGerald et al. (2011) - Respiratory disease associated with solid biomass fuel exposure in rural women and children: systematic review and meta-analysis. Thorax. 66 (3): 232-239.

Heinrich (2011) - Influence of indoor factors in dwellings on the development of childhood asthma. International Journal of Hygiene and Environmental Health. 214 (1): 3-27.

Mejia, Choy et al. (2011) - Methodology for assessing exposure and impacts of air pollutants in school children: Data collection, analysis and health effects - A literature review. Atmospheric Environment. 45 (4): 813-823.

Salthammer (2011) - Critical evaluation of approaches in setting indoor air quality guidelines and reference values. Chemosphere. 82 (11): 1507-1517.

## Publications

### État des lieux des technologies alternatives au perchloroéthylène

Dans la continuité des travaux entrepris depuis 2001 sur l'utilisation du perchloroéthylène dans les installations de nettoyage à sec, l'INERIS a réalisé en 2010 un état des connaissances sur les technologies alternatives et une étude de la pénétration de ces technologies dans les différents marchés mondiaux. Le rapport *État des lieux des technologies alternatives au nettoyage à sec au perchloroéthylène* est disponible sur le site de l'INERIS

<http://www.ineris.fr/fr/t-expertise/rapports-d%C3%A9tude-risques-chroniques-impacts-li%C3%A9s-aux-activit%C3%A9s-industrielles/414>

## Promouvoir des actions pour améliorer la qualité de l'air intérieur

La Direction générale de la santé et des consommateurs de la commission européenne publie un rapport (en anglais) *Promoting actions for healthy indoor air*. Ce rapport comprend des chapitres sur la description et l'analyse des effets sur la santé de la pollution de l'air intérieur en Europe, l'évaluation des actions pour la qualité de l'air conduites entre 2004 et 2010, l'évaluation de l'impact potentiel de nouvelles actions. Le rapport est disponible sur :

[http://ec.europa.eu/health/publications/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/health/publications/index_en.htm)

## Valeurs guide pour le trichloroéthylène en air intérieur

L'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) a réalisé une expertise sur les *Valeurs guides pour le trichloroéthylène dans l'air intérieur*. Cette expertise de l'INSPQ fait suite à une requête soulignant que des critères utilisés (ou proposés) par des organismes comme le ministère de l'Environnement de l'Ontario, l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail et l'Office of Solid Waste and Emergency Response, sont inférieurs à la valeur guide de Santé Canada.

<http://www.inspq.qc.ca/publications/liste.asp?Titre=trichloro%E9thyl%E8ne&Theme=0&Prenom=&Nom=&NumPublication=&ISBN=&Annee=2011&Type=0&Direction=0&Unite=0&A=9>

## OMS – Europe: 100 000 morts annuelles en Europe du fait de logements inadéquates

Pour la première fois, ce rapport aborde, dans un seul document, de nombreux facteurs de risque associés au logement, comme le bruit, l'humidité, la qualité de l'air intérieur, le froid et la sécurité à domicile, et fournit des indications sur la façon de quantifier les effets sur la santé des logements inadéquats pour certains facteurs de risque.

Ce rapport a pour objectif d'informer les décideurs au niveau local, national et mondial ainsi que les personnes en charge de l'établissement des normes et standards pour le bâtiment.

<http://www.euro.who.int/en/what-we-publish/information-for-the-media/sections/latest-press-releases/new-evidence-from-who-inadequate-housing-causes-more-than-100-000-annual-deaths-in-europe>

## Dépistage du radon dans des écoles primaires au Québec

C'est dans le but de donner suite à la recommandation de dépister le radon dans les bâtiments publics que la présente étude a été instaurée. La mise en œuvre et la supervision globale du projet ont été financées par le MSSS tandis que les coûts des appareils de mesure et de leur analyse ont été assumés par Santé Canada. Le ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS), les commissions scolaires (CS) et les directions régionales de santé publique (DSP) se sont avérés des partenaires actifs tout au long du projet.

Après avoir décrit la pertinence de dépister le radon dans les établissements scolaires, le présent document présente les objectifs du projet, la méthodologie, puis fait état de la stratégie communicationnelle mise de l'avant. Les résultats sont ensuite présentés brièvement, suivis d'une discussion faisant notamment état de leurs interprétations et des recommandations qui en découlent.

<http://www.inspq.qc.ca/bise/post/2011/06/16/Depistage-du-radon-dans-des-ecoles-primaires-au-Quebec.aspx>

## Mallette Ecol'Air : Pour une meilleure qualité de l'air dans les écoles

Réalisée par l'Ademe, la Fédération Atmo France, Atmo PACA, Air Normand et les bureaux d'étude PBC et Alphééis, la mallette Ecol'Air contient des *outils destinés aux collectivités locales et aux responsables d'établissements scolaires* afin de mieux prendre en compte la qualité de l'air dans ces bâtiments. Parmi les outils, on note :

- un guide de diagnostic simplifié des installations de ventilation,
- un cahier de recommandations pour la prise en compte de la qualité de l'air dans les opérations de construction et de rénovation des bâtiments,
- un guide d'achat et d'utilisation des produits d'entretien.

La mallette contient aussi un poster de recommandations pour le choix et l'usage des produits d'entretien et des exemples de solutions permettant d'améliorer la qualité de l'air dans les écoles. Une version actualisée en 2011 des documents de la mallette est disponible sur les sites d'Atmo France et d'Air Normand.



<http://www.atmo-france.org/fr/index.php/Publications/La-mallette-Ecol-Air/id-menu-120.html>

[http://www.airnormand.asso.fr/dyn/cgi/librairie.php?patron=PUBLICATION\\_LIST&Action=PUBLICATION\\_BY\\_CATEGORIE&CleCategorie=9](http://www.airnormand.asso.fr/dyn/cgi/librairie.php?patron=PUBLICATION_LIST&Action=PUBLICATION_BY_CATEGORIE&CleCategorie=9)

## Surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les écoles et crèches

Le ministère chargé de l'écologie publie une *plaquette de présentation de la deuxième phase de la campagne pilote nationale de mesures dans les écoles et les crèches*

[http://www.developpement-durable.gouv.fr/spip.php?page=article&id\\_article=22479](http://www.developpement-durable.gouv.fr/spip.php?page=article&id_article=22479)

## Valeurs guide de l'air intérieur

À la lumière de l'expérience acquise lors de ces travaux, l'ANSES a souhaité faire évoluer sa *méthode d'élaboration de valeurs guides de qualité de l'air* (VGA) et publie une mise à jour de la méthode accompagnée d'une *nouvelle liste de substances prioritaires* pour l'établissement de



VGAI. Ainsi, pour la période 2011-2012, l'ANSES prévoit de produire des expertises sur les contaminants suivants : acroléine, 1,4-dichlorobenzène, acétaldéhyde, chloroforme, fluorène, éthylbenzène, dioxyde d'azote.

La hiérarchisation a porté plus largement sur les composés d'intérêt présents dans les environnements intérieurs incluant les substances en phase gazeuse, phase particulaire et déposées dans les poussières. Pour certaines de ces substances, l'exposition orale via les poussières pourrait ne pas être négligeable, en particulier pour certaines populations comme les jeunes enfants. Parmi les perspectives identifiées, l'Anses envisage, pour une meilleure prise en compte de l'exposition globale dans les environnements intérieurs, de proposer des valeurs guides pour les poussières intérieures (VGPI) pour ce type de substances. Les premières substances hiérarchisées pour lesquelles l'exposition par ingestion de poussières est majoritaire sont l'arsenic, le di-2-éthylhexylphtalate (DEHP), le plomb, le benzo[a]pyrène et le chrome.

<http://www.anses.fr/>

## News

### **Etude AIRES Prévalence des maladies allergiques chez l'enfant en milieu rural viticole et exposition aux pesticides.**

Dans le cadre de l'appel à projet Santé-Travail-Environnement de l'ANSES (ex-AFSSET), l'ISPED et AIRAQ réalisent conjointement une étude AIRES sur la prévalence des maladies allergiques chez l'enfant en milieu rural viticole et exposition aux polluants de l'air. L'objectif étant d'étudier la corrélation entre différents polluants et la prévalence de l'asthme et des allergies. La campagne de mesure de qualité de l'air est réalisée dans 4 écoles en Gironde, en proximité viticole, en période d'épandage et hors période d'épandage. Des mesures de souffle dans les écoles sur la même période sont réalisées par l'ISPED.

## Normalisation / Réglementation

### **Décret relatif aux valeurs-guides pour l'air intérieur pour le formaldéhyde et le benzène**

Le décret, publié au Journal officiel le 2 décembre 2011, précise les valeurs-guides du formaldéhyde et du benzène, pour des expositions de longue durée, contenus dans l'air intérieur des établissements recevant du public (ERP). Ces valeurs sont fixées pour le formaldéhyde à 30 µg/m<sup>3</sup> en 2015 puis 10 µg/m<sup>3</sup> en 2023 et pour le benzène à 5 µg/m<sup>3</sup> en 2013 et 2 µg/m<sup>3</sup> en 2016.

### **Décret relatif à la surveillance de la qualité de l'air dans certains établissements recevant du public**

La loi du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement a posé l'obligation de surveiller périodiquement la qualité de l'air intérieur dans certains ERP accueillant des populations sensibles ou exposées sur de longues périodes, comme les crèches, les écoles, les établissements d'accueil de personnes handicapées ou encore les établissements

pénitentiaires pour mineurs. Le décret, paru au journal officiel du 2 décembre 2011, précise que cette surveillance doit être réalisée tous les sept ans par le propriétaire ou l'exploitant de l'établissement, au moyen d'une évaluation des systèmes d'aération et d'une campagne de mesure des polluants, conduites par des organismes accrédités.

### **Décret relatif à l'évaluation des moyens d'aération et à la mesure des polluants effectuées au titre de la surveillance de la qualité de l'air intérieur de certains établissements recevant du public**

Ce décret paru au journal officiel du 6 janvier 2012 définit les conditions de réalisation de la surveillance périodique de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements. A ce titre, il détermine :

- la nature de l'évaluation des moyens d'aération des bâtiments et le contenu du rapport à transmettre par l'organisme chargé de l'évaluation ;
- la liste des polluants à mesurer, la stratégie d'échantillonnage, les méthodes de prélèvement, de mesure et d'analyse et le contenu du rapport à transmettre ;
- les valeurs au-delà desquelles des investigations complémentaires doivent être menées par le propriétaire ou, si une convention le prévoit, l'exploitant des locaux, dans le but d'identifier les causes de la présence de pollution dans l'établissement et de fournir les éléments nécessaires au choix de mesures correctives pérennes et adaptées à la pollution, et le préfet de département du lieu d'implantation de l'établissement doit être informé des résultats.

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

Directeur de la publication : Vincent Lafèche

Directeur de la rédaction : André Cicoella

Comité de rédaction du N°34 : O. Ramalho, M-A. Kerautret, H. Baysson, E. Revelat, C. Nicollet, L. Mosqueron, V. Nedellec, G. Boulanger, R. Robichon, C. Marchand, J. Larbre, avec la participation de B. Festy  
*Maquette : Patrick Bodu*

Coordination et contact : [bulletin.rsein@ineris.fr](mailto:bulletin.rsein@ineris.fr)

ISSN1760-5407

INERIS, Parc Technologique ALATA, BP 2, 60550 Verneuil-en-Halatte, France

**Le réseau RSEIN**, en relation avec l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur, est constitué de représentants des structures suivantes : Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail, Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie, Association pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique et ses comités régionaux Nord-Pas de Calais et PACA-Marseille, ATMO PACA représentant les Associations Agréées pour la Surveillance de la Qualité de l'Air, Bureau Véritas, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Complexe de Recherche Interprofessionnel en Aérothermochimie, École des Hautes Études en Santé Publique, Faculté de Pharmacie de Marseille, Faculté de Pharmacie de Paris V, Hôpitaux de Marseille, Hôpitaux de Rouen, Hôpitaux de Strasbourg, Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale, Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire, Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques, Institut Technologique Forêt, Cellulose, Bois et Ameublement, Institut de Veille Sanitaire, Laboratoire Central de la Préfecture de Police de Paris, Laboratoire d'Étude des Phénomènes de Transfert et de l'Instantanéité – Agro-industrie et Bâtiment, Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris, Laboratoire du Génie de l'Environnement Industriel – antenne de Pau de l'École des Mines d'Alès, MEDIECO, Observatoire Régional de Santé d'Ile-de-France, SEPIA-Santé, Service des Études Médicales de EDF, Université Bordeaux II – Équipe EA 3672 Santé Travail Environnement, Université de Caen, Véolia Environnement, Vincent Nedellec Conseils.

Pour tout abonnement à la version électronique du bulletin, adressez vos coordonnées par email à : [bulletin.rsein@ineris.fr](mailto:bulletin.rsein@ineris.fr)

ou inscrivez vous à partir du site internet :

<http://rsein.ineris.fr/bullinfo/abonnement.html>