

Edito

Qualité de l'air intérieur : quel rôle pour l'Europe ?

Comme pour beaucoup d'autres sujets touchant à l'environnement, l'Europe est un moteur de l'avancée des connaissances et des politiques publiques dans le champ de l'air intérieur.

Dès les années 90, des projets de recherche ont été soutenus par la Commission. Ils visaient à obtenir de toutes premières données sur la qualité de l'air dans les immeubles de bureaux (Joule II, IAQ-Audit) et sur les émissions des matériaux (VOC-EM, MATHIS). Dans ce dernier domaine, le protocole européen de l'ECA¹ proposé en 1997 a depuis servi de référence à l'élaboration de protocoles nationaux, en France notamment.

Dans les années 2000, l'accent semble avoir été mis sur la gestion, avec la proposition de valeurs guides de qualité d'air intérieur par le consortium européen INDEX en 2005, valeurs qui ont longtemps servi de référence en l'absence de valeurs nationales ou proposées par l'OMS* (Organisation Mondiale de la Santé). De même, le projet ENVIE (2004-2008) visait, à partir d'un état exhaustif des connaissances sur la pollution des environnements intérieurs et les effets sanitaires associés, à appréhender ce que pourrait être une politique communautaire pour l'air intérieur². Le projet a montré la complexité d'aborder dans un périmètre bien délimité une thématique aux composantes multiples, par ailleurs déjà prise en compte directement ou indirectement dans d'autres directives européennes réglementant les substances chimiques (règlement REACH), la protection des consommateurs (General Product Safety Directive), les produits de construction (Construction Product Directive) et la performance énergétique des bâtiments (Energy Performance of Buildings Directive). L'idée d'un Green paper a depuis lors fait son chemin ; il rassemblerait les leviers d'actions, régle-

mentaires ou volontaires, pour toutes les parties prenantes (législateurs, fabricants, citoyens), que la problématique soit abordée par le biais des polluants, des matériaux / produits ou des bâtiments.

Dans cette attente, des actions spécifiques voient néanmoins le jour, en particulier sous l'impulsion des présidences tournantes de l'Europe. C'est ainsi que la présidence allemande en 2007 a permis d'engager le processus d'harmonisation des protocoles de caractérisation des émissions des matériaux de construction³. Cette initiative se poursuit, sous l'égide du Centre commun de recherche (JRC). La notification récente par la France d'un projet de réglementation des émissions de composés organiques volatils (COV*) par les produits de construction et de décoration⁴ modifie toutefois la donne en Europe où la seule réglementation existante était le système allemand de l'AgBB. La Commission va chercher une convergence des démarches française et allemande afin d'aboutir à une approche harmonisée au niveau européen.

En 2010, la présidence belge fait aussi de la qualité de l'air intérieur une action prioritaire, avec l'organisation de deux conférences permettant de faire le point, d'une part sur les émissions dans l'air intérieur des produits (au sens large, matériaux de construction inclus)⁵, et d'autre part sur les expositions de la population européenne dans les lieux de vie (logements, écoles et environnements de travail). Par ailleurs, la parution très prochaine des valeurs guides de qualité d'air intérieur de l'OMS pour un groupe de polluants chimiques prioritaires pourrait faire évoluer la politique européenne ; la Commission pourrait en effet reprendre à son compte ces valeurs et réfléchir à l'harmonisation de stratégies de mesure pour vérifier leur respect dans les bâtiments.

Sommaire

Métrologie : p 2 ; Lieux de vie : p 3 ; Effet sur la santé : p5 ; Expologie – Évaluation des risques sanitaires : p 5;

Gestion technique / Divers : p 7 ; Sur le web : p 10 ; Publications : p 12 ; Normes : p 12 ; Manifestations : p 12 et 13.

Les astérisques renvoient aux termes du glossaire : p 13.

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.

Enfin, la fixation de valeurs de référence pour l'air intérieur passe par l'identification des polluants prioritaires, à savoir : ayant des effets reconnus sur la santé et susceptibles d'être présents dans l'environnement intérieur. Ainsi, pour améliorer les connaissances et anticiper les priorités de demain, la Commission européenne engage en 2011 deux grandes études sur la qualité de l'air et les effets sur la santé, dans les écoles d'une part et les immeubles de bureaux d'autre part. Le projet SINPHONIE (Schools Indoor Pollution and Health: Observatory Network in Europe) rassemble 37 partenaires européens de 24 pays et vise l'instrumentation (contaminants chimiques et biologiques) de six écoles par pays. Les mesures seront complétées par la recherche de biomarqueurs non invasifs chez les enfants (lavage nasal et air exhalé). Le projet OFFICAIR (Reduction of health effects from combined exposure to indoor air pollutants in modern offices) rassemble 13 partenaires et vise à décrire la qualité de l'air intérieur dans les immeubles de bureaux de huit pays aux climats contrastés, en comprendre les composantes et évaluer les risques pour la santé des travailleurs. Par pays, seront investigués 20 immeubles avec questionnaires (occupants et bâtiments ; phase 1) et 5 immeubles de façon approfondie avec des mesures de particules, COV et biocontaminants, pendant une semaine dans plusieurs espaces de travail (phase approfondie ou phase 2). Des études plus spécifiques seront conduites en parallèle en laboratoire. L'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI*) a profité du lancement de ses campagnes nationales dans les écoles et les immeubles de bureaux en 2011, pour intégrer ces deux projets et y représenter la France.

Corinne Mandin, Séverine Kirchner
et François Maupetit

Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB)

¹European Collaborative Action. Report n°18, Evaluation of VOC emissions from buildings products – Solid flooring materials. 1997

²Rapport final en ligne à l'adresse : <http://www.envie-iaq.eu/>

³Les actes sont téléchargeables à l'adresse : http://www.umweltbundesamt.de/bauprodukte/dokumente/indoor_product_broschuere.pdf

⁴Voir l'éditorial du bulletin Info Santé Environnement Intérieur N°29

⁵Les actes sont téléchargeables à l'adresse : <http://www.health.belgium.be/eportal/Aboutus/eutrio/environment/Indoor/index.htm>

à mesurer de faibles concentrations de CO (0,6 – 1,55 – 4,14 puis 7,54 ppm), NO₂ (0,035 – 0,045 – 0,063 puis 0,13 ppm), SO₂ (0,038 – 0,05 – 0,15 puis 0,33 ppm), benzène (0,31 – 0,89 – 1,25 puis 1,86 ppm) et H₂S (0,075 – 0,13 – 0,25 puis 0,37 ppm) a été testée. Les tubes, par série de 3, étaient exposés durant 7 jours aux 4 concentrations présentées ci-dessus (comprises dans la gamme de détection des tubes passifs) de chacun des 5 polluants suivis.

La longueur de la coloration apparaissant ensuite dans les tubes testés, gradués en ppm-heure selon la calibration du fabricant, était mesurée plusieurs fois au cours de leur semaine d'exposition. 253 mesurages ont ainsi été recueillis.

La durée d'exposition (en heures) des tubes a ensuite été considérée afin de déterminer la concentration moyenne (en ppm) de polluant mesurée par chacun. Cette valeur a été comparée aux concentrations « réelles » d'exposition des tubes, déterminées à partir du protocole expérimental ainsi que par calcul (analyse de régression). Les tubes testés ont répondu linéairement à des concentrations d'exposition croissant elles aussi linéairement.

Au sein des trios de tubes exposés simultanément à une même concentration de polluant, les réponses étaient relativement similaires (faible variabilité de réponse d'un tube à l'autre) et ce, quels que soient le polluant considéré et la concentration testée.

Les concentrations de CO, SO₂, benzène, et H₂S mesurées par les tubes passifs étaient relativement bien corrélées aux concentrations « réelles » d'exposition. Ce n'était pas le cas pour le NO₂ : les réponses données par les tubes étaient plus de 2 fois supérieures aux concentrations d'exposition. Les auteurs suggèrent une plus grande sensibilité de réponse pour ces tubes que ce qu'indique le fabricant, potentiellement liée à l'interférence avec d'autres polluants présents avec le NO₂ dans l'air testé.

Concernant l'ensemble des 5 polluants testés, les réponses des tubes exposés à de faibles concentrations, proches des limites basses de détection, étaient souvent imprécises (difficultés à lire la graduation de la couleur apparue).

Les auteurs suggèrent que l'utilisation de tubes colorimétriques à diffusion passive, peu coûteux, pas encombrants, non bruyants, pourrait être une méthode séduisante de mesure de faibles concentrations de polluants de l'air (intérieur, extérieur) durant de courtes périodes de l'ordre de quelques jours.

Cette méthode s'avérerait utile pour des études cherchant avant tout à identifier des lieux ou circonstances générant des concentrations moyennes de polluant soit très faibles, soit au contraire plus élevées, sans pour autant rechercher une précision dans les mesures.

Métrologie

Utilisation de tubes colorimétriques à diffusion passive pour le mesurage des polluants de l'air

Les tubes colorimétriques à diffusion passive ont été développés pour mesurer des concentrations importantes de polluants gazeux sur de courtes périodes de temps (quelques minutes à quelques heures). Ces travaux visent à savoir s'ils peuvent aussi être employés pour le mesurage de concentrations plus faibles de polluants, sur des périodes plus longues.

La capacité de tubes colorimétriques de marque GASTEC

Commentaires et conclusion du lecteur

Cette étude valorise une méthode de mesure des polluants atmosphériques un peu délaissée lorsque l'on est confronté à de faibles concentrations. Elle est plutôt utilisée en milieu professionnel, dans des locaux (ateliers, garages, halls d'essai, etc.) présentant des concentrations plus importantes. Les résultats sont très intéressants puisqu'ils révèlent que cette méthode, très peu coûteuse et invasive pourrait être une alternative aux

méthodes utilisées habituellement : analyseurs précis mais bruyants et encombrants, ou prélèvements passifs nécessitant une analyse a posteriori en laboratoire. Cependant, même si ces résultats sont encourageants, ils présentent quelques limites. Les concentrations les plus basses testées demeurent élevées comparées à certaines concentrations de fond en environnement intérieur. La fiabilité à accorder aux mesures de ces valeurs basses (proches de la limite de détection des tubes) n'est pas satisfaisante, un « blanc » des tubes en présence d'air uniquement aurait été intéressant à réaliser. Seuls quelques polluants ont ici été testés, pas toujours représentatifs du domaine intérieur (benzène, H₂S), voire extérieur (CO, H₂S). L'influence des conditions d'humidité et de température sur les résultats n'est pas discutée. Enfin, on peut se poser la question de la fiabilité et de la précision des mesures en atmosphère « réelle » contenant un mélange de polluants, puisque les auteurs ont mis en évidence des phénomènes d'interférence, notamment pour le NO₂, polluant majeur, aussi bien de l'air intérieur, qu'extérieur.

Source : Use of Passive Diffusion Tubes to Monitor Air Pollutants. Nash DG, Leith D. J Air Waste Manag Assoc. 2010 Feb;60(2):204-9.

Article analysé par : Gaëlle Guillossou, Service des Études Médicales d'EDF ; gaelle.guillossou@edf.fr

Autres articles d'intérêt :

Nojgaard (2010) - Indoor measurements of the sum of the nitrate radical, NO₃, and nitrogen pentoxide, N₂O₅ in Denmark. *Chemosphere*. 79 (8): 898-904.

Jung, Kim et al. (2010) - Source identification of particulate matter collected at underground subway stations in Seoul, Korea using quantitative single-particle analysis. *Atmospheric Environment*. 44 (19): 2287-2293.

Karkkainen, Valkonen et al. (2010) - Determination of bacterial load in house dust using qPCR, chemical markers and culture. *Journal of Environmental Monitoring*. 12 (3): 759-768.



Lieux de vie

Habitat et allergènes : une méta-analyse de neuf études américaines

Les conditions de logement contribuent à l'exposition allergénique qui est elle-même associée à l'aggravation de la maladie asthmatique chez les enfants et les adultes. Mais il n'existe pas encore d'outils évaluant de manière systématique et standardisée les facteurs prédictifs des niveaux d'allergènes dans les habitats et l'analyse des allergènes n'est pas envisageable à grande échelle. L'intervention sur les conditions de logement permettrait d'améliorer la gestion de cette maladie. Dans ce contexte, les auteurs ont cherché, dans un premier temps, à identifier des facteurs aggravants de l'asthme liés aux conditions de logement associés à de fortes concentrations allergéniques puis, dans un second temps, à évaluer la capacité de ces déterminants à prédire ces concentrations. Il s'agit d'une méta-analyse de neuf études épidémiologiques

américaines sélectionnées sur la base d'une description détaillée des logements d'enfants asthmatiques âgés de 0 à 17 ans vivant dans des quartiers défavorisés. Parmi ces neuf études, il y avait huit études d'intervention et une étude de cohorte de naissance avec un effectif allant de 30 à 326 enfants.

La description des habitats a été recueillie par questionnaire et la méta-analyse ne concerne que les variables présentes dans au moins quatre études. L'évaluation de l'exposition aux allergènes d'acariens (Der p 1 et Der f 1), de chat (Feld 1), de chien (Can f 1), de blattes (Bla g 1 ou Bla g 2) et de souris (Mus m 1) a été réalisée dans les neuf études par échantillonnage de la poussière déposée à l'aide d'un aspirateur puis par dosage à l'aide d'une technique immuno-enzymatique ELISA. Les concentrations retrouvées ont été homogénéisées d'une étude à l'autre en termes d'unité puis mises en classe par rapport aux seuils de sensibilisation et d'aggravation de l'asthme précédemment publiés.

L'article présente la recherche, par une régression logistique incluant les neuf sites d'études, des facteurs déterminants des niveaux faibles et forts d'allergènes. Les résultats montrent que, comme attendu, la présence de chat et de chien est respectivement significativement associée à des niveaux élevés d'allergènes de chat (Odd Ratio (OR*) = 31,2 ; IC_{95%} [18,5-52,7]) et de chien (OR = 98,6 ; IC_{95%} [34,2-284]). L'observation de blattes, de trous ou de fissures dans les murs augmentent la probabilité de retrouver des concentrations en allergènes de blattes supérieures au seuil de 8 UI/g de poussière (respectivement OR = 6,5 ; IC_{95%} [3,2-13,1] et OR = 2,1 ; IC_{95%} [0,9-4,5]). De plus, les niveaux élevés d'allergènes de souris (> 1,6 µg/g de poussière) sont positivement associés à la présence de souris (OR = 3,6 ; IC_{95%} [2,2-6,0] et inversement à celle d'un chat dans le logement (OR = 0,2 ; IC_{95%} [0,08-0,5]). Quant aux allergènes d'acariens, les fortes concentrations (> 10 µg/g de poussière) sont significativement liées à une odeur de moisi (OR = 2,5 ; IC_{95%} [1,1-5,4]) et tendent à l'être avec la date de construction du bâtiment antérieure à 1951 (OR = 1,7 ; IC_{95%} [0,9-2,9]). Les auteurs évaluent aussi la capacité des modèles combinant un ou plusieurs déterminants à prédire les niveaux des allergènes et identifient des combinaisons permettant d'obtenir la meilleure sensibilité et spécificité pour chaque allergène.

Cette étude identifie des déterminants liés aux conditions de logements associés significativement à des niveaux élevés d'allergènes dans la poussière. Elle montre aussi que, malgré des limites méthodologiques liées principalement à l'hétérogénéité des données recueillies, une recherche systématique de ces facteurs pourrait inclure le type et l'ancienneté du bâtiment, la présence de chat, de chien, de blattes, de rongeurs, de fuite d'eau et de moisissures ou d'odeur de moisi, de trous ou de fissures dans les murs. Ces résultats suggèrent qu'à l'exception de l'âge du bâtiment, ces facteurs pourraient être utilisés comme outils d'intervention dans ces populations d'enfants pour réduire la symptomatologie de l'asthme.

Commentaires et conclusion du lecteur

Cette étude permet, malgré des limites méthodologiques, de mettre en évidence de façon homogène et synthétique des facteurs prédictifs des concentrations en allergènes dans les logements.

En effet, il existe une importante littérature sur ce sujet mais, comme le soulignent les auteurs dans la discussion, les études sont très hétérogènes du point de vue méthodologique (variabilité dans les techniques de prélèvement de poussière et de dosage des allergènes) et dans l'expression des résultats (variabilité des unités de mesure) aboutissant au final à des résultats peu concordants. De plus, cette analyse a aussi l'avantage de fournir un outil combinant une ou plusieurs questions standardisées liées aux conditions de logement permettant de prédire les niveaux d'allergènes. Cet outil pourrait faciliter le travail d'un enquêteur pour cibler des critères d'intervention. Néanmoins, il a été construit sur une population très spécifique d'enfants asthmatiques vivant dans des quartiers défavorisés et il semble difficilement généralisable à d'autres populations. Il est aussi intéressant de noter que la question sur la présence d'un animal domestique (chat ou chien) permet de classer correctement environ 80 à 90 % des logements par rapport à des seuils de concentration allergénique de 8 µg/g pour les chats et 10 µg/g pour les chiens.

Source : Housing and allergens: a pooled analysis of nine US studies. *Environmental Research*, Volume 110, 2010, Pages 593-599

Article analysé par : Claire Dassonville, CSTB; claire.dassonville@cstb.fr

Autres articles d'intérêt :

Cheng and Lin (2010) - Measurement of Particle Mass Concentrations and Size Distributions in an Underground Station. *Aerosol and Air Quality Research*. 10 (1): 22-29.

Hwang, Yoon et al. (2010) - Assessment of airborne environmental bacteria and related factors in 25 underground railway stations in Seoul, Korea. *Atmospheric Environment*. 44 (13): 1658-1662.

Kawasaki, Kyotani et al. (2010) - Distribution and Identification of Airborne Fungi in Railway Stations in Tokyo, Japan. *Journal of Occupational Health*. 52 (3): 40-47.

Simoni, Annesi-Maesano et al. (2010) - School air quality related to dry cough, rhinitis and nasal patency in children. *European Respiratory Journal*. 35 (4): 742-749.

Tous les immeubles étaient situés le long de l'artère principale de la ville (axe nord-sud), afin d'avoir une pollution extérieure identique pour tous et ainsi de mettre en évidence les influences de la structure du bâti et des activités. Les bâtiments étaient très hétérogènes s'agissant de leur structure (tour, petit bloc...), leur date de construction et les activités hébergées. Les espaces de travail instrumentés comptaient de 2 à 12 personnes, étaient sans moquette et ventilés naturellement ; bien qu'interdit, un tabagisme important avait lieu dans l'un d'eux. Les prélèvements ont été réalisés dans des bureaux occupés, loin de toute source de chaleur ou de particules (imprimante par exemple) et ont été reproduits 3 jours (de 8 h à 20 h) et 2 nuits (de 20 h à 8 h, afin de disposer d'un bruit de fond intérieur). Un point extérieur, le plus proche possible, était réalisé en parallèle. Les concentrations en PM₁₀, PM_{2,5} et PM₁ ont été obtenues par gravimétrie. Pour la détermination de la composition chimique des particules, des aethalomètres ont mesuré en continu (intérieur et extérieur) la concentration en carbone suie pendant 1 semaine (pas de temps : 5 min) ; dix-huit éléments ont été recherchés par fluorescence X dans les particules collectées ; et enfin, dans ces dernières, les ions Cl⁻, NO₃⁻ et SO₄²⁻ ont été analysés par chromatographie ionique.

Les concentrations en PM₁₀, PM_{2,5} et PM₁ mesurées sont rapportées dans le tableau ci-après ; le bureau fumeur a été exclu. L'occupation des locaux détermine clairement les niveaux de particules. En effet, les concentrations intérieures nocturnes en PM_{2,5} et PM₁₀ dans les bureaux de non fumeurs sont prédites par leurs concentrations extérieures respectives. En revanche, le jour, la remise en suspension liée aux mouvements des occupants et au ménage, ainsi que l'ouverture des portes et fenêtres conduisent à une augmentation des niveaux intérieurs et à la perte des corrélations intérieur-extérieur. Par ailleurs, le rapport médian intérieur/extérieur (I/E) pour les PM₁ est supérieur à 1 le jour, mais inférieur la nuit. Cette tendance combinée au fait que la surface moyenne par imprimante installée est inversement proportionnelle à la concentration intérieure en PM₁ (R=-0,454 ; p < 0,005) met en évidence, selon les auteurs, la contribution des émissions des appareils de bureautique. A noter que les rapports médians I/E pour les fractions PM_{1-2,5} et PM_{2,5-10} sont toujours inférieurs à 1, jour et nuit.



Lieux de vie

Variations journalières des concentrations en PM₁₀, PM_{2,5} et PM₁ dans des espaces de bureaux ventilés naturellement

La qualité de l'air intérieur dans les immeubles de bureaux reste à ce jour assez peu documentée en comparaison des données disponibles pour les logements ou les écoles et crèches. Cependant, des spécificités sont déjà identifiées, parmi lesquelles une pollution particulière potentiellement plus importante du fait de l'utilisation d'appareils de bureautique émetteurs de particules, notamment dans la gamme des ultrafines (Ø < 0,1 µm). L'étude de Horemans et Van Grieken vise donc à documenter plus précisément les niveaux de concentration en particules et leur composition chimique dans ces espaces de travail. Les mesures ont été réalisées dans dix bâtiments de bureaux de la ville d'Anvers, Belgique, de mars à mai 2008.

Concentrations (µg/m³) en PM₁₀, PM_{2,5} et PM₁ dans neuf espaces de bureaux non fumeurs à Anvers

		Jour		Nuit	
		n	Médiane (min-max)	n	Médiane (min-max)
Intérieur	PM ₁	25	9,7 (6,6 – 18,3)	16	7,7 (3,4 – 13,1)
	PM _{2,5}	25	15,5 (8,1 – 24,2)	17	10 (6 – 19)
	PM ₁₀	25	20 (11 – 29)	17	12 (7 – 23)
Extérieur	PM ₁	25	9 (5 – 44)	15	16 (6 – 41)
	PM _{2,5}	25	9 (9 – 66)	17	26 (6 – 47)
	PM ₁₀	25	28 (13 – 88)	16	31 (10 – 59)

n = nombre de séries de prélèvements (de 8 h à 20 h le jour et de 20 h à 8 h la nuit). Pour rappel, chaque bureau a fait l'objet de trois séries de prélèvement le jour et deux la nuit ; certaines séries ont été invalidées.

Les concentrations intérieures moyennes en éléments métalliques vont de quelques ng/m³ (nickel) à plusieurs centaines de ng/m³ (fer et aluminium). Il n'apparaît pas de spécificité liée à la granulométrie des particules (par exemple, dans les bureaux de non fumeurs, concentrations intérieures en plomb sur les PM₁ : 23 ng/m³ ; PM_{2,5} : 47 ng/m³ ; PM₁₀ : 49 ng/m³). Globalement, peu de variations jour/nuit sont observées. Par ailleurs, les rapports moyens I/E des concentrations en métaux sont supérieurs ou égaux à 1, pour les PM₁, PM_{1-2,5} et PM_{2,5-10}, à l'exception de la fraction PM_{1-2,5} le jour. Les auteurs expliquent les rapports I/E élevés des ions chlorures sur les PM1 pendant la journée par l'utilisation de produits d'entretien à base de chlore chaque matin. Au global, les espèces inorganiques représentent en masse 15 ± 1 % des PM₁ et environ 20 ± 2 % des PM_{2,5} et PM₁₀, les espèces majoritaires étant les ions Cl⁻, SO₄²⁻ et NO₃⁻. Enfin, les concentrations intérieures en carbone suie sont directement liées à la proximité du trafic et les pics pouvant être mesurés (jusqu'à 22 µg/m³, bureaux de non fumeurs) étaient synchronisés avec la congestion du trafic routier le matin.

Commentaires et conclusion du lecteur

Cet article est intéressant dans le sens où il documente les concentrations particulières (masse et composition chimique) dans des bureaux ventilés naturellement. Il fournit ainsi des ordres de grandeur des concentrations attendues, quasi inexistantes à ce jour. Il tend à confirmer l'impact des émissions des appareils de bureau sur les concentrations intérieures en particules submicroniques, influence qui, à ce jour, n'avait pas été montrée in situ mais seulement suspectée à partir des tests en chambre d'émissions. Une description des caractéristiques des bâtiments (types de ventilation naturelle, de chauffage notamment) aurait cependant été souhaitable pour mieux appréhender les influences possibles du bâti. Pour les PM_{2,5} et PM₁₀, les auteurs observent des phénomènes déjà largement décrits dans les logements et les écoles, à savoir une influence des concentrations extérieures la nuit, et une augmentation des concentrations intérieures le jour en raison de l'occupation des locaux, et en particulier de la remise en suspension des plus grosses particules.

Source : Horemans and Van Grieken (2010) - Speciation and diurnal variation of thoracic, fine thoracic and sub-micrometer airborne particulate matter at naturally ventilated office environments. *Atmospheric Environment*. 44(12):1497-1505.

Article analysé par : Corinne MANDIN, Centre scientifique et technique du bâtiment – CSTB ; corinne.mandin@cstb.fr

Autres articles d'intérêt :

Cheng and Lin (2010) - Measurement of Particle Mass Concentrations and Size Distributions in an Underground Station. *Aerosol and Air Quality Research*. 10 (1): 22-29.

Hwang, Yoon et al. (2010) - Assessment of airborne environmental bacteria and related factors in 25 underground railway stations in Seoul, Korea. *Atmospheric Environment*. 44 (13): 1658-1662.

Kawasaki, Kyotani et al. (2010) - Distribution and Identification of Airborne Fungi in Railway Stations in Tokyo, Japan. *Journal of Occupational Health*. 52 (3): 40-47.

Simoni, Annesi-Maesano et al. (2010) - School air quality related to dry cough, rhinitis and nasal patency in children. *European Respiratory Journal*. 35 (4): 742-749.



Effets sur la santé

Articles d'intérêt dans la thématique : effets sur la santé

Beyoglu, Ozkozaci et al. (2010) - Assessment of DNA damage in children exposed to indoor tobacco smoke. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 213 (1): 40-43.



Expologie - Évaluation des risques sanitaires

Exposition de la population flamande aux retardateurs de flamme bromés : modèle et évaluation de risque

Les retardateurs de flamme bromés (BFRs*) sont largement utilisés dans les plastiques textiles, capitonnages et circuits électroniques afin de réduire le risque d'incendie. Une fois relargués ces produits, les BFR persistent dans les milieux terrestres et aquatiques. Des effets neurotoxiques et de perturbation endocrinienne ont été décrits chez l'animal pour plusieurs Polybromodiphényléthers (PBDEs*), dont l'usage a été limité ou interdit pour certains congénères, et l'Hexabromocyclodécane (HBCD*). Les populations y sont exposées par l'alimentation, l'inhalation et l'ingestion de sol et de poussière ; l'exposition cutanée est estimée négligeable. Les expositions varient selon les régions et c'est la raison d'une étude pour le gouvernement des Flandres, Belgique, afin de documenter les concentrations en BFRs dans les produits alimentaires locaux et le lait maternel. En complément, des poussières déposées ont été collectées pour analyse. Ces données ont été complétées par la littérature pour les autres aliments, l'air, le sol, afin de modéliser l'exposition totale des Flamands.

Les aliments locaux ont été choisis d'après une étude de consommation de 2004. Chacun des types de fruits et légumes et viandes ont été regroupés par grossiste, puis entre grossistes avant analyse. Les poissons (2 à 17 par espèce) ont été pêchés dans la Mer du Nord ; 6 marques de bière ont été analysées. Les analyses ont été réalisées de janvier à juin 2008, sur les produits bruts. 22 échantillons regroupés de lait ont été analysés (11 régions et 2 tranches d'âge). Des échantillons de poussières déposées au sol ont été aspirés dans les pièces de 43 maisons et 10 bureaux tirés au sort. Les aliments ont été analysés par GC-MS (chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse), de même que les PBDEs des poussières ; l'HBCD des poussières étant analysé en chromatographie liquide (LC-MS). Les concentrations dans les autres aliments, le sol et l'air sont issues de la littérature. Les expositions ont été évaluées (percentiles 50 et 95) pour 5 tranches d'âge, en combinant (simulation de Monte Carlo) les concentrations et les taux d'ingestion et d'inhalation issus de la littérature.

Le lait maternel est à l'origine d'une exposition de fond comparable aux autres estimations européennes, et moindre qu'aux États-Unis. Les expositions alimentaires sont dominées par le HBCD et le BDE209, et sont supérieures pour les enfants, surtout les nourrissons allaités. Ces résultats sont semblables aux autres estimations européennes pour les PBDEs et d'un ordre de grandeur au-dessus d'une étude néerlandaise pour HBCD

dans le poisson. L'exposition par ingestion de sol et poussière est dominée par les poussières, qui contiennent surtout du BDE209, et décroissent avec l'âge. L'exposition par inhalation est dominée par les environnements intérieurs, plus fréquentés et plus contaminés, tout particulièrement les bureaux pour HBCD. Les Flamands semblent au total plus exposés aux PBDEs qu'au HBCD. Les plus exposés aux PBDEs sont les nourrissons, alors que les enfants (3-6 ans) sont plus exposés au HBCD. Pour les PBDEs, l'exposition alimentaire est majoritaire, mais les sols et poussières contribuent jusqu'à 20 - 40 % pour les plus exposés (percentile 95), et ce malgré un taux d'ingestion utilisé (7 mg/j) faible par rapport aux autres études.

En termes d'évaluation des risques, les expositions sont inférieures aux valeurs toxicologiques de référence proposées, fondées sur des données animales, par l'US EPA*, surtout pour HBCD. Il existe cependant une valeur toxicologique de référence (non reprise par l'EPA) plus faible et inférieure aux expositions pour le BDE209. De surcroît, de possibles effets cumulés rendent difficile l'évaluation et incitent à surveiller l'exposition des nourrissons.

Commentaires et conclusion du lecteur

L'étude est intéressante par son approche totale de l'exposition alors que de nombreux articles traitent d'une exposition particulière. Elle l'est aussi car les expositions aux retardateurs de flamme peuvent varier géographiquement, des différences importantes existant pour les PBDEs entre les États-Unis, où elles sont le plus documentées, et l'Europe. Cette évaluation d'un pays proche est donc particulièrement utile puisqu'il n'existe pas encore d'estimation française. Le nombre de milieux et voies d'exposition pris en compte, la transparence des méthodes et données, la présentation de nombreux résultats sont précieux. Mais, inévitablement, ils ne laissent que peu de place à l'approfondissement de certains points particuliers. Certains approfondissements auraient cependant été bienvenus compte tenu de la complexité du sujet et des incertitudes. Ainsi la description de l'influence, mentionnée, de la préparation des aliments (analysés bruts) et de la phase d'extraction avant dosage aurait été utile. Le choix de négliger la voie cutanée n'est justifié que par une référence, alors que la prise en compte de cette voie d'exposition est discutée pour les composés organiques semi-volatils. En conclusion, cette évaluation de l'exposition dans une région voisine de la France est très complète (à l'exception notable de la voie cutanée) et riche d'informations mais son interprétation doit rester prudente.

Source : Roosens L, Cornelis C, D'Hollander W, Bervoets L, Reynders H, Van CK, et al. Exposure of the Flemish population to brominated flame retardants: model and risk assessment. *Environ Int* 2010 May;36(4):368-76.

Article analysé par : Philippe Glorennec, École des Hautes Études en Santé Publique Philippe.Glorennec@ehesp.fr

Autres articles d'intérêt :

Esplugues, Ballester et al. (2010) - Indoor and outdoor concentrations and determinants of NO₂ in a cohort of 1-year-old children in Valencia, Spain. *Indoor Air*. 20 (3): 213-223.

Kornartit, Sokhi et al. (2010) - Activity pattern and personal exposure to nitrogen dioxide in indoor and outdoor microenvironments. *Environment International*. 36 (1): 36-45.

Rodes, Lawless et al. (2010) - DEARS particulate matter relationships for personal, indoor, outdoor, and central site settings for a general population. *Atmospheric Environment*. 44 (11): 1386-1399.

Hahn, Schneider et al. (2010) - Consumer exposure to biocides - identification of relevant sources and evaluation of possible health effects. *Environmental Health*. 9 11.



Expologie - Évaluation des risques sanitaires

Évaluation de l'exposition respiratoire aux HAP cancérigènes et mutagènes en eq.BaP à l'intérieur et à l'extérieur de logement en été et en hiver chez l'enfant de 5 à 6 ans à New York.

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP*) sont des polluants atmosphériques cancérigènes et mutagènes émis notamment par la combustion d'hydrocarbures. Le mieux connu d'entre eux, au plan toxicologique, est le benzo[a]pyrène (BaP*). La toxicité des autres composés est estimée par rapport à celle du BaP au moyen de facteurs d'équivalence cancérigène (FEC*) ou des facteurs d'équivalence mutagène (FEM*). Appliqués à la concentration du composé, on obtient une concentration équivalente à du BaP cancérigène (eq.BaPC) ou mutagène (eq.BaPM). L'objectif de l'étude est d'évaluer le potentiel cancérigène et mutagène lié aux HAP atmosphériques particulières à New York chez les enfants âgés de 5 à 6 ans.

Pendant la période d'octobre 2005 à mai 2009, 260 enfants ont été sélectionnés dans une cohorte (Columbia Center for Children's Environmental Health) sur les critères suivants : être âgé de 5 à 6 ans, habiter dans le Nord de Manhattan ou dans le Sud du Bronx depuis la conception. Des pompes collectent (1,5 L/min), pendant deux semaines, les PM_{2,5} sur filtre à quartz dans l'air intérieur (chambre ou pièce principale) et extérieur au domicile de l'enfant à chacune des 4 saisons. Huit HAP sont recherchés dans les échantillons : benz[a]anthracène (BaA), chrysene/iso-chrysene (Chry), benzo[b]fluoranthène (BbFA), benzo[k]fluoranthène (BkFA), benzo[a]pyrène (BaP), indeno[1,2,3-c,d]pyrène (IP), dibenz[a,h]anthracène (DahA), benzo[g,h,i]perylène (BghiP). Les concentrations en eq.BaP sont calculées au moyen des FEC de Nisbet et Lagoy (1992) et des FEM de Durant (1996 et 1999) (tableau1). Outre les statistiques descriptives, les comparaisons sont soumises au test de Mann-Witney et Wilcoxon.

La concentration moyenne en eq.BaPC dans l'air intérieur est de 0,478 ng/m³ (étendue : de 0,098 à 8,348 ng/m³) et en eq.BaPM de 0,590 ng/m³ (0,069-19,72). Le composé contribuant majoritairement à ces concentrations est le BaP, suivi par le DahA pour l'eq.BaPC et par IP et BghiP pour l'eq.BaPM. A l'extérieur, la contribution du BbFA est substantiellement plus forte qu'à l'intérieur. En hiver, pendant la saison de chauffage, les concentrations eq.BaPC et eq.BaPM sont significativement (p<0,01) plus élevées qu'en été tant à l'intérieur qu'à l'extérieur. Elles sont également plus élevées à l'extérieur qu'à l'intérieur. Ces différences ne sont pas observées en été (Tableau 2). Pris individuellement chaque HAP présente les mêmes profils sauf le BbFA et le Chry qui restent plus élevés à l'extérieur quelle que soit la saison.

L'étude montre une augmentation des concentrations en HAP dans les PM_{2,5} en hiver. Elle s'explique par une augmentation des émissions des sources de chauffage domestique et par une plus grande fréquence de conditions météorologiques favorables (stagnation de l'air, moindre réaction avec l'ozone, température plus favorable à la phase particulaire).

Tableau 1 : Facteurs d'équivalences cancérigènes et mutagènes (reconstitué à partir du texte de l'article)

HAP	FEC Nisbet et Lagoy	FEM Durant
Benz[a]anthracène	0,1	0,082
Chrysène/iso-chrysène	0,01	0,017
Benzo[b]fluoranthène	0,1	0,25
Benzo[k]fluoranthène	0,1	0,11
Benzo[a]pyrène 1	1	
Indeno[1,2,3-c,d]pyrène	0,1	0,31
Dibenz[a,h]anthracène	5	0,29
Benzo[g,h,i]perylène	0,01	0,19

L'effet de la saison a déjà été montré dans d'autres études qui n'ont pas évalué le potentiel cancérigène et mutagène. Comparé aux résultats d'une autre étude, la somme non pondérée des 8 HAP est 1,3 à 2,2 fois plus petite alors que la somme pondérée en eq.BaPC est 2 à 3,5 fois plus petite. Principalement émis à l'extérieur, les HAP se transfèrent moins vers l'air intérieur en hiver qu'en été. Les taux d'échanges extérieur/intérieur sont réduits en hiver en raison d'une plus petite fréquence d'ouverture des fenêtres. Malgré des concentrations 2 à 5 fois plus faibles que celles observées dans d'autres études, le risque cancérigène dû à l'air intérieur est de $4,2 \times 10^{-5}$ et le risque mutagène est de $5,1 \times 10^{-5}$ (exposition = 70 ans, VTR* OMS = $8,7 \times 10^{-5}$ (ng/m³)⁻¹). Cette estimation peut être sous-estimée. D'abord, les FEC et FEM utilisés ne tiennent pas compte d'une éventuelle synergie d'effet entre les HAP. Ensuite, la présence dans l'air d'ozone et de dioxyde d'azote pendant les prélèvements d'air peut diminuer les concentrations réelles en HAP. En conclusion, la saison de chauffage est un important contributeur au risque d'exposition aux HAP.

Commentaires et conclusion du lecteur

Cette étude, basée sur un nombre important de mesures, confirme tout en les affinant des résultats déjà connus par ailleurs : la période de chauffage augmente les concentrations atmosphériques en HAP, les transferts d'air extérieur vers l'intérieur sont moindres en hiver. Les auteurs ne parlent pas des résultats estivaux, il est vrai, non significatifs, montrant une concentration moyenne intérieure supérieure à la concentration moyenne extérieure (tableau 2). Vu les écarts-types autour de ces moyennes, on peut supposer que l'absence de signification statistique est due à une grande dispersion des valeurs. Cette dispersion suppose l'existence de sources intérieures intermittentes en été non signalées dans l'article. L'excès de

risque de cancer du aux HAP est présenté dans la discussion. La méthode n'est pas décrite. Par exemple, on ne sait pas quelles sont les conditions d'utilisation des FEM : les concentrations en eq.BaPM peuvent-elles être multipliées par un « Slope Factor » cancérigène ? Il est calculé sans tenir compte du budget espace temps des enfants dont l'évolution saisonnière pourrait contrebalancer l'effet saisonnier observé sur les concentrations. Notons qu'il ne concerne pas la population étudiée (enfants de 5 à 6 ans) puisqu'il est calculé pour une durée de 70 ans et qu'il prévoit des cancers du poumon, inconnu chez l'enfant de cet âge. Au total, cette étude, à la croisée entre expologie et évaluation de risque, apporte peu de connaissances nouvelles et encore moins d'interprétation pertinente pour la prévention des risques sanitaires.

Tableau 2 : relation entre concentrations intérieures et extérieures en équivalent BaP cancérigène ou mutagène (reproduit de l'article original)

Saison	Indicateur	Intérieur, ng/m ³ (n ^a =55; n ^b =26)		Extérieur, ng/m ³ (n ^a =55; n ^b =26)		p
		moyenne	médiane	moyenne	médiane	
Chauffage	eq.BaPc	0,460+/- 0,365	0,346	0,558+/-0,407	0,485	0,002**
	eq.BaPM	0,521+/- 0,448	0,388	0,660+/-0,480	0,5	0,001**
Sans chauffage	eq.BaPc	0,415+/- 1,602	0,163	0,232+/-0,233	0,167	0,98
	eq.BaPM	0,975+/- 3,826	0,174	0,260+/-0,230	0,173	0,989

** (p<0,01) test Wilcoxon

na = nombre d'échantillons pendant la saison de chauffage

nb = nombre d'échantillons pendant la saison sans chauffage

Source : Kyung Hwa Jung, Beizhan Yan, Steven N. Chillrud, Frederica P. Perera, Robin Whyatt, David Camann, Patrick L. Kinney and Rachel L. Miller. Assessment of Benzo(a)pyrene-equivalent Carcinogenicity and Mutagenicity of Residential Indoor versus Outdoor Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Exposing Young Children in New York City. Int. J. Environ. Res. Public Health 2010, 7, 1889-1900; doi:10.3390/ijerph7051889

Article analysé par : Vincent Nedellec, VNC, vincent.nedellec@vnc-sante.fr



Gestion Technique / Divers

Efficacité d'inactivation de microorganismes par photocatalyse supportée par filtre HEPA

Cette étude expérimentale s'intéresse au couplage filtration / oxydation photocatalytique comme système de désinfection de l'air intérieur par inactivation des aérosols microbiens capturés sur filtre HEPA* (High Efficiency Particulate Air Filter). L'influence de la quantité de dioxyde de titane (photocatalyseur) imprégné sur le filtre, de l'intensité lumineuse en UV-A et de l'humidité relative est testée vis-à-vis de 4 microorganismes. Le média fibreux filtrant est imprégné de dioxyde de titane à 2 taux de charge (1870 et 3140 mg/m²) avant mise en œuvre sous forme plissée. Le filtre plissé imprégné est placé perpendiculairement à l'écoulement d'air (0,3 m/s) chargé en microorganismes sous deux irradiances UV-A (0,85 et 4,85 mW/cm²) à une température de 25 °C et pour deux conditions d'humidités relatives (45 et 75 %). Les microorganismes étudiés sont 2 champignons : *Aspergillus niger*, *Penicillium citrinum* ; et 2 bactéries : *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus subtilis* ; aérosolisés par nébulisation à partir d'une solution de concentration de 10⁵ à 10⁷ UFC*/mL (Unités formant colonie).

Les essais de filtration des aérosols microbiens (sans irradiance) sont réalisés pendant 20 min. Puis, les filtres chargés en microorganismes sont soit retirés du banc, soit soumis à une irradiance UV-A sous flux d'air pour une durée variant de 1 h à 10 h. Les microorganismes retenus sur les filtres sont ensuite extraits par trempage de l'échantillon dans 25 mL d'eau distillée, puis agitation (2 min) et sonication (15 min). 0,1 mL de cette suspension est mis en culture sur différents milieux à 37 °C. L'efficacité de désinfection photocatalytique est estimée par comparaison des UFC avant et après irradiation.

L'influence de la nébulisation des microorganismes sur leur survie n'est pas étudiée. La procédure d'extraction des microorganismes retenus sur le filtre ne semble pas modifier significativement la cultivabilité des différents microorganismes de 93 à 98 % suivant les espèces. Ainsi l'efficacité de capture de ces aérosols microbiens sur le filtre HEPA non imprégné et imprégné de TiO₂ varie respectivement de 95 à 85 % UFC pour *S. epidermidis* et 79 à 70 % UFC pour *P. citrinum*. Les auteurs présentent l'évolution du « pourcentage de destruction » correspondant au « pourcentage de perte de cultivabilité » des microorganismes retenus sur le filtre imprégné ou non de TiO₂ pour les deux humidités relatives et les deux intensités d'irradiation, en fonction du temps d'irradiation. Dès 1 h d'irradiation, la perte de cultivabilité atteint 10 à 40 % quelle que soit l'humidité suivant les espèces sous le simple effet du stress dû au flux d'air (pas de TiO₂ et pas d'irradiation). Les espèces *A. niger*, *P. citrinum* et *B. subtilis* montrent une perte de cultivabilité de 70 à 90 % à partir de 4 h d'irradiation du filtre imprégné TiO₂ sous faible humidité (45 %HR), alors qu'à 75 %HR on n'observe pas de perte. *S. epidermidis* subit une perte de cultivabilité de 80 à 90 % quelle que soit l'humidité à partir de 2 h d'irradiation que le filtre soit imprégné ou non de TiO₂, indiquant une sensibilité à la photolyse seule plutôt qu'à la photocatalyse.

Les auteurs indiquent des résultats comparables pour *A. niger* et *P. citrinum* dans la littérature. Ils proposent un mécanisme de destruction de l'ADN cellulaire par les UV-A dans le cas de *S. epidermidis*. Dans le cas de *B. subtilis*, bactérie sporulante, les auteurs évoquent une meilleure résistance malgré un mécanisme de destruction basée sur l'excitation de molécules cellulaires photosensibles. La meilleure résistance des espèces microbiennes pour les fortes humidités relatives est expliquée par le fait que la présence d'eau peut générer une réactivation des microorganismes ou que les sites actifs de TiO₂ soient saturés par l'eau. Les auteurs expliquent que le taux d'imprégnation en TiO₂ et l'intensité d'irradiation en UV-A n'influencent pas significativement l'inactivation des microorganismes, par le fait que le phénomène de photocatalyse a lieu principalement à la surface du filtre et non dans la profondeur.

Commentaires et conclusion du lecteur

Cette étude présente des premiers résultats d'inactivation par photocatalyse de microorganismes capturés sur un filtre HEPA. L'intérêt majeur est de pouvoir proposer une solution *in situ* de désinfection des filtres HEPA, pouvant servir, sous certaines conditions, de substrat pour la croissance des microorganismes capturés, et d'éviter ainsi le colmatage accéléré du filtre ainsi que le relargage de microorganismes dans l'air en aval de la filtration.

Cependant, les résultats présentés portent sur la caractérisation de la perte de cultivabilité des microorganismes (mesure UFC) et concluent de manière très optimiste sur leur destruction sans discuter du cas des microorganismes viables non cultivables. De plus, l'étude ne présente pas d'analyse statistique du jeu de données expérimentales obtenu, ce qui laisse un doute sur la significativité des « pourcentages de destruction » présentés (UFC_{filtre blanc} – UFC_{filtre imprégné/irradié})/UFC_{filtre blanc}, ceux-ci étant tous inférieurs à 1 Log.

Source : Efficacy of photocatalytic HEPA filter on microorganism removal, P Chuaybamroong, R Chotigawin, S Supothina, P Sribenjalux, S Larpiattaworn, CY Wu, Indoor Air 2010 ; 20 : 246-254

Article analysé par : Laurence LE COQ, École des Mines de Nantes, laurence.le-coq@mines-nantes.fr

Autres articles d'intérêt :

Zhao, Sung et al. (2010) - Application of Nanoscale Silver-Doped Titanium Dioxide as Photocatalyst for Indoor Airborne Bacteria Control: A Feasibility Study in Medical Nursing Institutions. Journal of the Air & Waste Management Association. 60 (3): 337-345.

Sahlberg, Wieslander et al. (2010) - Sick building syndrome in relation to domestic exposure in Sweden - A cohort study from 1991 to 2001. Scandinavian Journal of Public Health. 38 (3): 232-238.



Gestion Technique / Divers

Dépistage des intoxications au monoxyde de carbone (CO) par des médecins généralistes effectuant des visites à domicile

En France, où le CO* est responsable de plusieurs dizaines de décès accidentels au domicile chaque année, l'utilisation d'un détecteur de CO, obligatoire pour des équipes de secours, n'est pas habituelle pour les médecins généralistes effectuant des visites à domicile. En effet, lorsqu'une intoxication au CO est suspectée, ce sont généralement les pompiers et le SAMU qui sont envoyés sur place pour des raisons de rapidité et de sécurité. L'objectif de cette étude était d'équiper d'un détecteur de CO des médecins faisant des visites à domicile sur l'ensemble du territoire français pour des causes médicales a priori non liées à une intoxication au CO, afin de quantifier le nombre d'intoxications oxycarbonées découvertes par ce moyen et d'en évaluer le coût.

Pour cette étude observationnelle, prospective et multicentrique, trois cents médecins effectuant un minimum de 20 visites à domicile par semaine ont été équipés d'un détecteur de CO de 95 g (accroché à la sacoche ou à la ceinture) utilisant une méthode électrochimique (TX 2000 Oldham®). Une alarme sonore et visuelle se déclenchait lorsque la concentration ambiante en CO excédait 80 ppm (90 mg/m³). La mesure du CO dans l'air expiré pouvait également être réalisée. Les médecins devaient respecter la procédure d'urgence enseignée lors d'une formation initiale et déclarer aux promoteurs toute suspicion d'intoxication au CO. Celle-ci donnait lieu à la rédaction d'une fiche où étaient notés divers renseignements, notamment le motif de la visite, les signes cliniques observés et les valeurs de CO mesurées dans l'air ambiant ainsi que la source potentielle de CO et les modalités de prise en charge du patient.

De novembre 2001 à novembre 2004, 1 139 308 visites ont été réalisées par les 272 médecins participants avec un nombre médian de visites de 161 par mois par médecin. La moitié des visites a été effectuée les mois d'hiver. Au total, 65 foyers d'intoxication impliquant 79 personnes ont été déclarés. Ces résultats correspondent à une alerte pour 17 527 visites. Les motifs des visites à domicile chez les cas d'intoxication au CO observés étaient par ordre de fréquence : fièvre, vomissements, céphalées, perte de connaissance, vertiges, nausées, obnubilation, malaise et asthénie, certains de ces symptômes étant associés entre eux. 43 patients ont été transportés à l'hôpital parmi lesquels deux ont été traités par oxygénothérapie hyperbare. Aucun décès n'a été observé. La valeur médiane du CO, pour ce groupe de personnes, dans l'air intérieur était de 137 (80-190) ppm. Dans 4 cas (8 personnes intoxiquées), le taux de CO excédait 200 ppm (228 mg/m³). Les sources de CO étaient des chaudières (n=8), des chauffe-eaux (n=2), des gazinières (n=2), 1 brasero, une cheminée mal ventilée, 1 chauffage d'appoint au fioul et 2 sources extérieures au domicile (CO provenant du domicile d'un voisin).

Compte tenu de l'absence de spécificité des symptômes d'intoxication au CO, le risque d'en méconnaître le diagnostic est grand. Dans cette étude, les patients intoxiqués avaient demandé une visite à domicile pour des motifs habituels de recours à la médecine générale. De plus, l'utilisation d'un détecteur pourrait être une sécurité pour le médecin effectuant des visites à domicile, en cas de concentration en CO élevée dans les logements visités.

Commentaires et conclusion du lecteur

Cette étude est originale dans sa conception et importante dans ses applications. La découverte immédiate et fortuite de 65 foyers d'intoxication au CO alors que le diagnostic n'était pas suspecté au départ montre tout l'intérêt d'un tel dispositif. L'étude a également permis une sensibilisation des médecins généralistes pour lesquels il n'est pas évident de penser à rechercher une intoxication au CO devant des symptômes non spécifiques et fréquents. Le coût d'une alerte (évalué à 858 euros, l'appareil lui-même coûtant 200 euros), semble modeste au regard du bénéfice obtenu puisqu'il permet d'éviter la survenue d'un événement grave voire fatal. Cependant, même si le niveau de satisfaction des médecins ayant participé à l'étude était élevé, le prix de l'appareil constituait pour eux un frein à son acquisition. Ces résultats devraient être pris en compte par les pouvoirs publics. Le financement de l'équipement en détecteurs de CO des médecins effectuant des visites à domicile pourrait être envisagé dans une étude coût/bénéfice prenant également en compte d'autres options comme l'incitation à la mise en place de détecteurs de CO dans les logements.

Source : Crocheton N, Machet E, Haouache H, Houdart E, Huat G, Claverot J, Fortin B, Lapostolle F Screening for carbon monoxide (CO) poisoning by general practitioners in home visits ; *Presse Médicale*, 39(2) [2010]: e29-34.

Article analysé par : Véronique EZRATTY, Service des Études Médicales d'EDF veronique.ezratty@edf.fr

Articles de synthèse parus récemment dans la littérature

Salthammer, Mentese et al. (2010) - Formaldehyde in the Indoor Environment. *Chemical Reviews*. 110 (4): 2536-2572.

Sherman and Walker (2010) - Impacts of Mixing on Acceptable Indoor Air Quality in Homes. *Hvac&R Research*. 16 (3): 315-329.

Kurmi, Semple et al. (2010) - COPD and chronic bronchitis risk of indoor air pollution from solid fuel: a systematic review and meta-analysis. *Thorax*. 65 (3): 221-228.

Nielsen and Wolkoff (2010) - Cancer effects of formaldehyde: a proposal for an indoor air guideline value. *Archives of Toxicology*. 84 (6): 423-446.

Messer (2010) - Mini-review: Polybrominated diphenyl ether (PBDE) flame retardants as potential autism risk factors. *Physiology & Behavior*. 100 (3): 245-249.

Arshad (2010) - Does Exposure to Indoor Allergens Contribute to the Development of Asthma and Allergy? *Current Allergy and Asthma Reports*. 10 (1): 49-55.

Palot, Charpin-Kadouch et al. (2010) - Non allergic disorders associated with domestic moulds. *Revue Des Maladies Respiratoires*. 27 (2): 180-187.

Reboux, Bellanger et al. (2010) - Moisissures et habitat : risques pour la santé et espèces impliquées. *Revue des Maladies Respiratoires*. 27 (2): 169-179.

Sheehan, Rangsitienchai et al. (2010) - Pest and allergen exposure and abatement in inner-city asthma: A Work Group Report of the American Academy of Allergy, Asthma & Immunology Indoor Allergy/Air Pollution Committee. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 125 (3): 575-581.

Harrad, de Wit et al. (2010) - Indoor Contamination with Hexabromocyclododecanes, Polybrominated Diphenyl Ethers, and Perfluoroalkyl Compounds: An Important Exposure Pathway for People? *Environmental Science & Technology*. 44 (9): 3221-3231.

She, She et al. (2010) - Comparison of PBDE congener profiles and concentration levels in human specimens from China and the US and identification of human exposure sources. *Science China-Chemistry*. 53 (5): 995-1002.

Wang, Zhao et al. (2010) - Indoor SVOC pollution in China: A review. *Chinese Science Bulletin*. 55 (15): 1469-1478.

Brown, Holmes et al. (2010) - The Applicability of Epidemiological Methods to the Assessment of the Risks to Human Health of Indoor Air Pollution: An Overview. *Indoor and Built Environment*. 19 (3): 311-326.

Sur le web

Quiz d'auto-évaluation sur la qualité de l'air dans le logement

<http://www.mescoursespourlaplanete.com/mon-air-interieur/>

Chantal JOUANNO annonce la liste des candidats retenus à l'appel à projets pour la création de postes de conseillers en environnement intérieur / habitat-santé

Les résultats de l'appel à projets pour la création de postes de conseillers en environnement intérieur / habitat-santé, lancé par le ministère chargé de l'écologie dans le cadre de la mise en œuvre de l'action 23 du PNSE 2, ont été rendus publics le 14 juin 2010.

http://www.developpement-durable.gouv.fr/spip.php?page=article&id_article=16700

Retour d'expérience d'un conseiller en environnement intérieur dans la région des Pays de la Loire

Le PNSE 2004-2008 et le projet de PNSE 2 portant sur la période 2009 à 2013 ont notamment inscrit comme objectif de développer le métier de conseillers en environnement intérieur. En Pays de la Loire, la DRASS développe depuis 2009 un partenariat avec le CHU de Nantes afin d'expérimenter un dispositif basé sur l'intervention au domicile des patients allergiques et/ou asthmatiques, sur demande des médecins, d'un conseiller en environnement intérieur. Le CHU de Nantes a inscrit dans ses priorités le développement de l'allergologie et de l'asthmologie avec le recrutement du Pr Antoine Magnan au sein de l'Institut du Thorax. La mise en place d'une activité hospitalo-universitaire centrée sur l'asthme et l'allergie garantit l'organisation du projet, son pilotage, et sa faisabilité en assurant le recrutement des patients ciblés. De plus le partenariat avec le CHU assure une caution et une évaluation scientifiques.

Contact : Régis Lecoq, IGS à l'ARS des Pays de la Loire

ANSES

L'Agence nationale chargée de la sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail devient juridiquement opérationnelle au 1er juillet 2010, suite à la parution du décret d'application de l'ordonnance du 8 janvier 2010 instituant sa création. Le nouvel établissement de santé, qui sera désigné par l'acronyme Anses (prononcer « An'sès »), reprend les missions, les moyens et le personnel de l'Afssa et de l'Afsset.

Grenelle de l'Environnement

Adoptée le 29 juin 2010, la loi portant engagement national pour l'environnement, dite Grenelle 2, est un texte d'application et de territorialisation du Grenelle de l'Environnement et de la loi Grenelle 1. Il décline, chantier par chantier, secteur

par secteur, les objectifs entérinés par le premier volet législatif du Grenelle de l'Environnement.

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Les-principaux-points-de-la-loi>

http://www.assemblee-nationale.fr/13/dossiers/engagement_environnement.asp

PRSE2 PACA

Lors de sa 4^{ème} réunion plénière, le 29 juin 2010, le Groupe de travail Régional Santé Environnement (GRSE) a validé le Plan Régional Santé Environnement (PRSE) 2009-2013 Provence-Alpes-Côte d'Azur

Sous-action 2.2 : Améliorer la qualité de l'air intérieur dans le parc des bâtiments existants et futurs.

Mesure 2.2.1 : réduire les polluants présents dans l'air intérieur (CO, formaldéhyde, benzène, solvants chlorés)

Mesure 2.2.2 : développer les postes de conseillers habitat-santé (conseillers environnement intérieur)

Mesure 2.2.3 : développer un lieu d'échanges entre les différents acteurs sur l'air intérieur et la santé

Mesure 2.2.4 : identifier les zones de surexposition aux polluants de l'air intérieur

<http://www.prse-paca.fr/>

Amiante

Le ministère en charge du logement a mis en ligne une brochure intitulée «Le bricolage dans votre appartement - Attention à l'amiante». Elle vient compléter la brochure coéditée avec le ministère en charge de la santé en 2007.

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Amiante,884-.html>

Campagne écoles et crèches

Conformément aux engagements du Grenelle de l'Environnement et au deuxième plan national santé environnement (PNSE II) 2009-2013, le Ministère de l'Écologie et le Ministère de la Santé et des Sports ont initié, avec les ministères de la Famille et de l'Éducation Nationale et l'appui technique et organisationnel, au niveau national, du LCSQA-INERIS et du CSTB, une campagne pilote de surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les écoles et crèches. Au total, environ 300 établissements répartis sur l'ensemble du territoire sont concernés entre 2009 et 2011 (phase 1 : 2009-2010 ; phase 2 : 2010-2011).

Lors de cette campagne nationale, deux polluants prioritaires sont mesurés : le formaldéhyde et le benzène. Par ailleurs, le confinement est évalué, sur la base d'une mesure de dioxyde de carbone et un pré-diagnostic de chaque établissement est également réalisé afin de disposer d'une description précise de l'état du bâtiment et de son environnement proche.

La réalisation des mesures est assurée par les AASQA sur la base de protocoles méthodologiques élaborés en 2008 par le LCSQA¹, pour le formaldéhyde et le benzène, et par le CSTB pour le confinement.

Cette campagne a pour but, non seulement, de renseigner sur un plan national les niveaux de concentrations rencontrés dans les écoles et crèches mais aussi d'optimiser la méthodologie mise en œuvre, dans la perspective de la surveillance à caractère obligatoire prévue dans la loi dite « Grenelle 2 ».

Les premiers résultats relatifs à la phase 1 concernant le formaldéhyde, le benzène et le confinement sont présentés ci-dessous. L'ensemble des mesures porte sur 160 établissements, correspondant à 431 pièces (salles de classe / pièce de vie) instrumentées.

FORMALDEHYDE : 86 % des pièces investiguées présentent une concentration moyenne annuelle² inférieure à 30 µg/m³, valeur considérée comme satisfaisante et ne justifiant pas d'action spécifique [HCSP, 2009].³

Concentration moyenne en formaldéhyde (µg/m ³)	Nombre de pièces investiguées
0 à ≤ 10	18,5 %
10 à ≤ 30	67,1 %
30 à ≤ 50	11,8 %
50 à ≤ 100	2,5 %
> 100	0,0 %

BENZENE : 40 % des établissements présentent une concentration moyenne annuelle inférieure à 2 µg/m³, valeur considérée comme satisfaisante et ne justifiant pas d'action spécifique. [ANSES 2008⁴ ; HCSP 2010⁵].

Concentration moyenne en benzène (µg/m ³)	Nombre de pièces investiguées
0 à ≤ 2	39,7 %
2 à ≤ 5	58,6 %
5 à ≤ 10	1,4 %
> 10	0,2 %

Pour les établissements classés dans la gamme de concentration 2-5 µg/m³, 75 % d'entre eux ont des concentrations comprises entre 2 et 3 µg/m³.

CONFINEMENT : 16 % des pièces investiguées présentent un indice de confinement supérieur à 3 (sur une échelle allant de 0 (pas de confinement) à 5 (confinement extrême)), valeur indiquant un confinement élevé à surveiller voire corriger. Les établissements concernés sont encouragés à vérifier le fonctionnement des dispositifs de ventilation, et leur adéquation par rapport aux conditions d'utilisation des pièces, ainsi que si nécessaire à utiliser un dispositif d'autogestion des pratiques d'aération, qui indique par un voyant de couleur à quel moment l'air commence à être confiné.

Ces premiers résultats ont fait l'objet d'une communication par Mme Chantal Jouanno, Secrétaire d'État à l'Écologie.

Indice de confinement	Nombre de pièces investiguées
0 à 3	82,4%
4 à 5	16,0%
Données non valides	1,6 %

Le dossier de presse est disponible sur le site du ministère (voir lien ci-après) :

http://www.developpement-durable.gouv.fr/spip.php?page=article&id_article=17685

La campagne pilote se poursuit avec la phase 2. Les résultats finaux de cette campagne devraient être disponibles pour fin 2011.

¹LCSQA (Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air). Protocoles disponibles sur : <http://www.lcsqa.org/rapport/2008/ineris-emd-cstb/elaboration-protocoles-surveillance-formaldéhyde-benzene-monxyde-carbo>

²On entend par moyenne annuelle, la résultante de la mesure dite « hivernale » et « estivale » pour chaque pièce.

³HCSP (Haut conseil de la santé publique). Valeurs repères d'aide à la gestion dans l'air des espaces clos. Le formaldéhyde. 2009. Disponibles sur <http://www.hcsp.fr>

⁴ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire). Valeurs guides de qualité d'air intérieur - Le benzène. Avis de l'AFSSET, Rapport du groupe d'experts. 2008. Disponibles sur <http://www.anses.fr>

⁵HCSP (Haut conseil de la santé publique). Valeurs repères d'aide à la gestion dans l'air des espaces clos. Le benzène. 2010. Disponibles sur <http://www.hcsp.fr>

Air intérieur. Crèches, écoles... : les 1^{ers} résultats

Air Normand

Dans le numéro 60 de la revue l'Air Normand, les premiers résultats issus de la campagne de mesures d'ampleur nationale sont présentés pour la Haute-Normandie. D'autres mesures sont prévues pour l'année scolaire

Air Paris

En Île-de-France, les mesures ont été menées par Airparif en lien avec un comité de pilotage régional comprenant les différents organismes concernés. Les résultats complets observés en Île-de-France sont disponibles dans la note suivante :

http://www.airparif.asso.fr/pages/actualites/air_interieur_ecole_101007

http://www.airparif.asso.fr/airparif/pdf/note_air_interieur_ecoles_creches_101007.pdf

Lancement d'une initiative mondiale contre les réchauds toxiques

La secrétaire d'État américaine Hillary Clinton a annoncé le 21 septembre à New York la création d'une « Alliance mondiale des réchauds propres » lors de « l'initiative Clinton ». Il s'agit de lancer un partenariat public-privé destiné à pourvoir cent millions de foyers en fourneaux de cuisine non toxiques d'ici 2020.

<http://www.france24.com/fr/20100921-lancement-dune-initiative-mondiale-contre-rechauds-toxiques>

Avis du Haut Conseil de la Santé Publique

Au mois de juin, le HCSP a rendu 3 avis concernant l'air intérieur :

- Valeurs repères pour le tétrachloroéthylène dans l'air des espaces clos : valeur repère de qualité de l'air fixée à 250 µg/m³, valeur d'action rapide fixée à 1250 µg/m³ ;

- Mesures de gestion pour le tétrachloroéthylène dans les logements situés à proximité de pressings.

- Valeurs repères pour le benzène dans l'air des espaces clos : 2 µg/m³ comme valeur cible à atteindre en 5 ans, 5 µg/m³ comme valeur repère de la qualité de l'air, 10 µg/m³ comme une valeur d'action rapide ;

<http://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?ae=avisrapportsdomaine&clefdomaine=2&menu=09>

Publications

L'Institut national de santé publique du Québec présente un recueil de fiches concernant certaines des espèces de moisissures les plus fréquemment rencontrées comme contaminants de l'environnement intérieur. Ce compendium est une ressource fournissant un éventail d'informations relatives aux différents aspects biologiques, médicaux, immunologiques et toxicologiques de ces moisissures. Ces fiches décrivent aussi les exigences de croissance des moisissures et les matériaux qu'elles peuvent attaquer.

Le site s'adresse aux médecins, aux scientifiques et aux particuliers aux prises avec de la contamination par des moisissures.

<http://www.inspq.qc.ca/moisissures/>

Deux guides techniques pour contribuer à la gestion des syndromes collectifs inexplicables et à la gestion de la qualité de l'air intérieur

La Direction générale de la santé (DGS) et l'Institut de Veille Sanitaire (InVS) publient deux guides complémentaires qui portent, pour l'un, sur les syndromes collectifs inexplicables qui peuvent surgir dans divers environnements (crèches, écoles, milieux du travail, ...) et, pour le second, sur la gestion de la qualité de l'air intérieur dans les établissements recevant du public.

<http://www.sante-sports.gouv.fr/deux-guides-techniques-pour-contribuer-a-la-gestion-des-syndromes-collectifs-inexpliques-et-a-la-gestion-de-la-qualite-de-l-air-interieur.html>

<http://www.sante-sports.gouv.fr/IMG/pdf/guid0910.pdf>

http://www.invs.sante.fr/publications/2010/syndromes-collectifs_inexpliques/Guide_InVS.pdf

Normes

Commission X43I (Qualité de l'air intérieur)

Normes en cours de validation (projets de normes)

PR NF ISO 16000-18 Air intérieur - Partie 18 : détection et dénombrement des moisissures - Échantillonnage par impact - août 2011

PR NF ISO 16000-19 Air intérieur — Partie 19 : Stratégie d'échantillonnage pour des moisissures - mars 2012

PR NF ISO 16000-6 Air intérieur - Partie 6 : dosage des composés organiques volatils dans l'air intérieur des locaux et chambres d'essai par échantillonnage actif sur le sorbant Tenax TA, désorption thermique et chromatographie en phase gazeuse utilisant MS/FID - Révision janvier 2012

PR NF ISO 16000-3 Air intérieur - Partie 3 : dosage du formaldéhyde et d'autres composés carbonyles - Méthode par échantillonnage actif - Révision août 2011

PR NF ISO 16000-28 Air intérieur — Partie 28: Détermination des émissions d'odeurs des produits de construction au moyen de chambres d'essai - mars 2012

PR NF ISO 16000-25 Air intérieur - Partie 25 : dosage de l'émission de composés organiques semi-volatils des produits de construction. Méthode de la micro-chambre - avril 2011

Normes publiées depuis 1 an

NF ISO 16000-24 Air intérieur - Partie 24 : essai de performance pour l'évaluation de la réduction des concentrations en composés organiques volatils (sauf formaldéhyde) par des matériaux de construction sorptifs - février 2010

NF ISO 16000-23 Air intérieur - Partie 23 : essai de performance pour l'évaluation de la réduction des concentrations en formaldéhyde par des matériaux de construction sorptifs - février 2010

Commission B44 (Photocatalyse)

Projet de norme

PR XP B44-200 - Épurateurs d'air autonomes pour applications tertiaires et résidentielles - Méthode d'essais - juillet 2011

Manifestations

INDOOR AIR 2011 – 5 au 10 juin 2011

Cette conférence qui a lieu tous les 3 ans se tiendra cette année à Austin au Texas (USA). Elle rassemble des experts du monde entier pour débattre et partager les connaissances et les résultats de recherches sur la problématique de l'air intérieur.

Manifestations

Journées Techniques RSEIN / OQAI

Dans le cadre de sa mission de veille sur la qualité de l'air intérieur, le réseau RSEIN organise régulièrement des journées scientifiques permettant de faire le point des connaissances sur une thématique particulière, en partenariat avec l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI). Ainsi, après s'être intéressé aux principaux lieux de vie (écoles en 2005 puis logements en 2007), le réseau RSEIN et l'OQAI vont s'attacher à la pollution particulaire pour la 3^{ème} édition des journées. À cette occasion, nous vous proposons de venir présenter vos travaux en cours sur le sujet, sous forme de communication orale ou de poster.

N'oubliez pas de vous inscrire avant le 15 Novembre !

<http://www.rsein2010.fr/>

Les 22 et 23 novembre 2010
Université de Lille 1

Observatoire de la qualité de l'air intérieur

Les journées techniques RSEIN / OQAI
"Les particules dans l'air intérieur"

Glossaire

BaP : Benzo[a]pyrène

BFR : retardateurs de flamme bromés

CO : monoxyde de carbone

COV : Composés Organiques Volatils

FEC : facteurs d'équivalence cancérigène

FEM : facteurs d'équivalence mutagène

HAP : hydrocarbures aromatiques polycycliques

HBCD : Hexabromocyclodécane

HEPA (filter) : filter à haute efficacité particulaire

IC_{95%} : Indice de confiance à 95 %

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

OQAI : Observatoire de la qualité de l'air intérieur

OR : Odd Ratio

PBDE : Polybromodiphényléther

UFC : Unité formant colonie

USEPA : United States Environmental Protection Agency

VTR : Valeur Toxicologique de Référence

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 Cicolella

Comité de rédaction du N°32 : G. Guillosoy, O. Ramalho, J. Larbre, avec la participation de Festy B.

Maquette : Patrick Bodu

Coordination et contact : [Juliette Larbre juliette.larbre@ineris.fr](mailto:juliette.larbre@ineris.fr)

ISSN 1760-5407

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 : juliette.larbre@ineris.fr

ou inscrivez vous à partir du site internet : <http://rsein.ineris.fr/bullinfo/abonnement.html>

