

ÉDITO

La qualité de l'environnement intérieur n'a pas fait, à ce jour en France, l'objet de la même attention que dans d'autres pays développés, comme les USA, le Canada ou les pays nordiques. L'enjeu sanitaire et économique est pourtant le même. On sait que la population passe en général 90 % de son temps dans les environnements intérieurs et les données scientifiques, de plus en plus nombreuses et cohérentes, mettent en évidence le lien entre des pathologies, comme l'asthme ou les troubles immunoallergiques, et la qualité de l'environnement intérieur. Certes, la pollution extérieure influe indéniablement sur la qualité des ambiances intérieures, sans que l'on sache souvent précisément à quelle hauteur. Mais il demeure indispensable de mieux comprendre la pollution endogène pour en évaluer les effets sanitaires. Le réseau RSEIN, Recherche Santé Environnement INTérieur, qui regroupe des organismes ayant une activité de recherche dans ce domaine, vise à donner une plus grande visibilité à cette thématique. Un premier objectif est de faire connaître le progrès des connaissances en publiant dans le présent bulletin les résultats de la veille scientifique réalisée à partir de la littérature internationale spécialisée. Aux côtés de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur, créé en 2001, le réseau RSEIN doit contribuer à informer les chercheurs, les décideurs et le grand public des enjeux sanitaires liés à la qualité de l'environnement intérieur.

André CIOLELLA
INERIS

VEILLE SCIENTIFIQUE



SUBSTANCES

Exposition domestique au radon et cancer du poumon

Une étude a été menée dans la zone alpine de Rendena Valley (Nord-Est de l'Italie), caractérisée par un sol riche en uranium et une concentration élevée de radon dans les habitations (moyenne de 132 Bq/m³; moyenne nationale de 77 Bq/m³). Une étude géographique descriptive basée sur une comparaison des taux de cancer avait montré une mortalité par cancer du poumon plus élevée dans cette zone alpine que dans le reste de la région de Trento. Néanmoins, ce résultat est à considérer avec prudence en raison des limites de ce type d'étude: mauvaise prise en compte du facteur confondant tabac, difficulté d'évaluer le niveau d'exposition au radon d'un individu, variabilité de la concentration en radon à l'intérieur d'une même zone, manque de précision quant à l'estimation utilisée du taux de décès par cancer.

Une **étude cas-témoins** a donc été entreprise afin d'obtenir une estimation plus précise du risque de cancer du poumon lié à l'exposition domestique au radon dans cette zone alpine à forte émanation de radon.

Au total, 138 personnes atteintes d'un cancer du poumon et 291 témoins non-malades ont été inclus dans l'étude. 85 % des cas et 83 % des témoins ont vécu dans leur dernière habitation pendant au moins 10 années. Seulement 8 cas (6 %) et 23 témoins (8 %) ont occupé des habitations dans lesquelles la concentration de radon était supérieure à 200 Bq/m³. Une association non statistiquement significative entre cancer du poumon et exposition domestique au radon a été mise en évidence chez les hommes: le risque relatif est de 2,3 (IC_{95%}=[0,4 - 12,7]) pour une augmentation de 100 Bq/m³. Cette association n'est pas retrouvée chez les femmes et les non-fumeurs. Pour l'ensemble de la population étudiée, le risque relatif est de 1,4 (IC_{95%}=[0,3 - 6,6]) pour une augmentation de 100 Bq/m³.

Facteurs d'émission des éthers de glycol présents dans les produits de consommation

Les effets sanitaires des éthers de glycol présents dans les produits d'entretien, les peintures à l'eau, certains cosmétiques (dissolvants, produits de coloration pour cheveux) semblant de plus en plus évidents, des cher-

Cette étude montre une **association non statistiquement significative entre le risque de cancer du poumon et l'exposition domestique au radon** et confirme les résultats de l'étude géographique descriptive menée dans la zone alpine de Rendena Valley. L'estimation de l'excès de risque relatif est largement supérieure à celle obtenue à partir de la méta-analyse de 9 autres études cas-témoins déjà publiées et qui suggère un excès de risque relatif de l'ordre de 10 % pour une augmentation de la concentration en radon de 100 Bq/m³. Cependant, cette étude ne permet pas d'exclure un excès nul et comporte plusieurs limites:

- un faible effectif (138 cas, 291 témoins) et donc un manque de puissance statistique;
- interview des proches et non du sujet lui-même pour les cas décédés;
- pas de critère d'inclusion relatif à la durée de résidence dans la région étudiée;
- mesure du radon dans la dernière habitation uniquement;
- association entre exposition au radon et cancer du poumon observée chez les hommes fumeurs uniquement.

Une autre étude italienne sur le risque de cancer du poumon lié à l'exposition domestique au radon, et menée par F. Forastiere et F. Bochicchio, est actuellement en cours. Cette étude, en réunissant près de 400 cas et 400 témoins, permettra d'augmenter la puissance statistique et d'obtenir une estimation plus précise du risque de cancer du poumon en relation avec l'exposition domestique au radon. Elle fera partie de l'analyse conjointe de plusieurs études européennes à laquelle la France participe également.

Source: Pisa F.E., Barbone F., Betta A., Bonomi M., Alessandrini B., Bovenzi M.; Residential radon and risk of lung cancer in an Italian alpine area; *Archives of Environmental Health*, 56(3) [2001], 208 - 215.

Article analysé par: Hélène BAYSSON, Institut de Protection et de Sécurité Nucléaire - IPSN; helene.baysson@ipsn.fr

cheurs canadiens ont cherché à déterminer les facteurs d'émission des éthers de glycol présents dans divers produits de consommation courante. Une étude qualitative préalable a mis en évidence la présence de 2-butoxyéthanol (ou butyl glycol; N°CAS 111-76-2), 2-hexyloxyéthanol (N°CAS 112-25-4) et 2-(2-butoxyéthoxy)éthanol (ou butyl diglycol; N°CAS 112-34-5). ●●●

VEILLE SCIENTIFIQUE

Substances

- Exposition domestique au radon et cancer du poumon
- Facteurs d'émission des éthers de glycol présents dans les produits de consommation
- Puissance de la méthode optique CCSEM pour l'analyse de la pollution particulaire
- Marqueurs de la contamination fongique des habitations
- Exposition à la fumée de tabac environnementale: recherche d'indicateurs environnementaux et biochimiques

Lieux de vie

- Air intérieur des écoles: influence de la proximité d'une route
- Exposition des citadins aux particules fines dans les transports

Effets sanitaires

- Exposition des enfants à la cuisinière à gaz

Explogie-Évaluation des risques

- Biomarqueurs d'exposition des pesticides: synthèse bibliographique
- Enquête NHAPS, National Human Activity Pattern Survey
- Enquête NHEXAS, National Human Exposure Assessment Survey

INFORMATIONS DIVERSES

- Politiques publiques • p 7
- Réglementation • p 7
- Normalisation • p 7
- Sur le web • p 8

GLOSSAIRE

Les astérisques renvoient aux termes du glossaire.

●●● La détermination des facteurs d'émission s'est ensuite faite par **l'emploi d'une chambre expérimentale: cellule FLEC, Field Laboratory Emission Cell.**

L'étude met en évidence une **relation linéaire entre la fraction massique de l'éther de glycol et son facteur d'émission.** L'équation obtenue pour le 2-butoxyéthanol est $y = 257,85 x (r^2 = 0,974)$ où x est la fraction massique du 2-butoxyéthanol et y le facteur d'émission en $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$. Ainsi, toute dilution du produit commercial avec de l'eau par un facteur d entraîne une division du facteur d'émission par le même facteur d . Ceci a fait l'objet d'une vérification expérimentale effective lors de l'étude.

Les auteurs estiment ensuite que, sachant que l'ensemble des produits de consommation de ce type contiennent une grande proportion d'eau, on peut, pour chaque éther de glycol, à partir de tests effectués sur un seul produit commercial fournissant une équation linéaire, déterminer le facteur d'émission de l'éther de glycol dans tous les autres produits commerciaux le contenant. Ceci serait d'une utilité évidente pour l'évaluation des expositions qui s'ensuit.

Les auteurs proposent d'ailleurs une évaluation des doses journalières inhalées pour le 2-butoxyéthanol lors de différentes activités de nettoyage. D'une part, la concentration à laquelle est exposé l'individu est calculée à partir de la relation linéaire d'émission, cette dernière suivant une décroissance du premier ordre. Cette concentration correspond à une concentration moyennée sur une heure dans une pièce standard (taux de renouvellement

d'air de $0,5 \text{ h}^{-1}$, volume = $17,4 \text{ m}^3$) où la circulation d'air est considérée comme étant parfaitement homogène.

D'autre part, les paramètres d'exposition (temps d'exposition pour différentes tâches, fréquence de celles-ci, débit respiratoire) sont ceux proposés par le document *Exposure Factors Handbook* de l'US EPA*.

Les résultats obtenus par ces tests d'émission réalisés en chambre expérimentale sont globalement discutables puisque certains paramètres lors de l'expérimentation (effets d'adsorption sur les parois de la cellule FLEC), puis lors de l'extrapolation à une situation réelle (effets d'adsorption sur les matériaux de l'habitat, influence de l'écoulement d'air dans la pièce) sont écartés. Cependant, même si la démarche reste critiquable, elle peut constituer une première étape pour appréhender l'impact sanitaire des substances chimiques contenues dans les produits de consommation courante lors d'activités en intérieur.

Source: Zhu J., Cao X.-L., Beauchamp R. ; *Determination of 2-butoxyethanol emissions from selected consumer products and its application in assessment of inhalation exposure associated with cleaning tasks*; *Environment International*, 26(7-8) [2001], 589 – 597.

Article analysé par: Roman MEININGHAUS, INERIS; roman.meininghaus@ineris.fr

Le document de l'US EPA*, *Exposure Factors Handbook* [1997], est téléchargeable sur le site de l'EPA à l'adresse: <http://www.epa.gov/ncea/exposfac.htm>

Puissance de la méthode optique CCSEM pour l'analyse de la pollution particulaire

Bien que non spécifiquement consacré à la pollution particulaire des ambiances intérieures, un article rapportant les résultats d'une étude des expositions aux particules des personnes âgées (*1998 Baltimore Particulate Matter Epidemiology-Exposure Study of the Elderly*) démontre la pertinence, la validité et la puissance de la **méthode d'analyse CCSEM: Computer-Controlled Scanning Electron Microscopy**, pour caractériser les pollutions particulières extérieure ou intérieure. Cette technique permet en effet de séparer les particules les plus fines (diamètre de l'ordre de $0,3 - 0,5 \mu\text{m}$) des plus grossières puis, au sein de chaque catégorie, de les répartir en diffé-

rentes classes en fonction de leur forme et de leur composition chimique. La mesure des concentrations dans chaque classe permet ensuite d'identifier l'origine des particules.

L'observation majeure concernant l'air intérieur est la mise en évidence de la pollution particulaire générée par les produits cosmétiques.

Source: Conner T.L., Norris G.A., Landis M.S., Williams R.W. ; *Individual particle analysis of indoor, outdoor, and community samples from the 1998 Baltimore particulate matter study*; *Atmospheric Environment*, 35(23) [2001], 3935 – 3946.

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

Marqueurs de la contamination fongique des habitations

L'étude menée dans 23 maisons hollandaises, d'octobre 1997 à mai 1998, vise à montrer que le degré de la contamination fongique d'une habitation peut être évalué par d'autres méthodes que celle du dénombrement des spores revivifiables par culture, technique couramment employée jusqu'à présent bien que longue et coûteuse. Ainsi, deux indicateurs potentiels de la contamination fongique, d'une part les **polysaccharides extracellulaires** de *Aspergillus* et *Penicillium spp*, notés EPS-Asp/Pen, et d'autre part, les **β (1-3)-glucans**, constituants de la paroi cellulaire de la plupart des moisissures, ont été étudiés. La fraction viable (unité formant colonies), les EPS-Asp/Pen et les β (1-3)-glucans ont été mesurés pour chacune des collectes de poussières opérées dans le salon à diverses saisons.

Il ressort que ces 3 indicateurs sont positivement associés entre eux. De plus, autant la fraction viable est étroitement corrélée à la température de la maison, ce paramètre est sans incidence sur les EPS-Asp/Pen et β (1-3)-glucans, qui sembleraient dès lors être de bons marqueurs de la contamination fongique qu'elle soit viable ou non.

Cependant, il convient de rester prudent quant à la portée de ces résultats. En effet, les EPS et glucans sont mesurés par une technique immunologique à partir de réactifs non standardisés et non encore commercialisés à notre connaissance. Il sera donc difficile de la généraliser en l'état actuel, et de nombreuses questions se posent encore. D'une part, les β (1-3)-glucans ne sont pas spécifiques des moisissures, mais sont également présents chez les végétaux supérieurs, les bactéries à Gram + et les algues. D'autre part, les EPS mesurées sont celles des genres *Aspergillus* et *Penicillium spp*, certes parmi les plus représentés, mais d'autres moisissures, comme *Cladosporium*, sont tout aussi fréquentes. Enfin, cette technique ne traite que de l'aspect quantitatif de la contamination sans s'intéresser à l'aspect qualitatif.

Source: Chew G.L., Douwes J., Doekes G., Higgins K.M., van Strien R., Spithoven J., Brunekreef B. ; *Fungal Extracellular Polysaccharides, β (1-3)-Glucans and Culturable Fungi in Repeated Sampling of House Dust*; *Indoor Air*, 11(3) [2001], 171 – 178.

Article analysé par: Annie MOUILLESAUX, Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris – LHVP; lhvp1_amx@club-internet.fr

Exposition à la fumée de tabac environnementale : recherche d'indicateurs environnementaux et biochimiques

Une étude réalisée sur deux cohortes d'étudiants non-fumeurs et non exposés professionnellement à des polluants spécifiques, vivant dans deux villes grecques (Athènes et Halkida, ville de province en zone rurale) a cherché à mettre en lumière d'éventuelles corrélations entre :

- **les niveaux d'exposition aux particules fines PM_{2,5}* et aux HAP***, déterminés par des prélèvements individuels de 24 heures. 8 HAP ont été mesurés : benzo [a] anthracène, chrysène, benzo [b] fluranthène, benzo [k] fluranthène, benzo [a,h] anthracène, benzo [ghi] pérylène, indeno [1,2,3,cd] pyrène. Le rapport entre le chrysène (noté CHRYS) réputé abondant dans la fumée de tabac, et le benzo [ghi] pérylène (noté BPer) *a contrario* rare, pourrait être un indicateur de l'exposition à la fumée de tabac environnementale ;
- **le taux de cotinine sanguin**, marqueur sanguin possible du métabolisme de la nicotine ;
- **l'exposition à la fumée de tabac environnementale**, information recueillie par questionnaire.

De cette étude, il ressort que :

- les niveaux d'exposition aux PM_{2,5} et HAP totaux ne peuvent constituer des indicateurs de l'exposition à la fumée de tabac dans la mesure où ces concentrations varient notablement selon :
 - le lieu : contribution des pollutions automobile et industrielle en ville ;
 - la saison : émissions des installations de chauffage l'hiver ; réactivité photochimique accrue des HAP légers l'été ;
 - les individus : facteurs environnementaux intérieurs (activités de cuisson ; mode de chauffage) et extérieurs (mode de transport) très variables en fonction des habitudes ;
- en revanche, il semblerait que le **rapport CHRYS/BPer soit corrélé positivement à l'exposition à la fumée de tabac environnementale** ;
- enfin, le taux de cotinine ne serait pas toujours corrélé de façon satisfaisante avec le paramètre "Fumée de tabac environnementale" laissant un doute sur la possibilité d'utiliser ce paramètre biochimique comme indicateur de l'exposition à la fumée de tabac.

Source : Georgiadis P., Stoikidou M., Topinka J., Kaila S., Gioka M., Katsouyanni K., Sram R., Kyrtopoulos S.A. ; Personal exposures to PM_{2,5} and polycyclic aromatic hydrocarbons and their relationship to environmental tobacco smoke at two locations in Greece : Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology, 11 (3) [2001], 169 – 183.

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



LIEUX DE VIE

Air intérieur des écoles : influence de la proximité d'une route

Des mesures de concentrations intérieures et extérieures en PM_{2,5}*, NO₂ et benzène ont été faites dans et à proximité de 24 écoles hollandaises situées à moins de 400 mètres d'une voie à fort trafic automobile. Les séries de mesures, d'une durée de une semaine, ont été reproduites de 5 à 10 fois pour chaque école sur la période d'avril 1997 à mai 1998. Le nombre de véhicules et le sens du vent ont été respectivement fournis par le ministère des Travaux Publics et l'Institut de Météorologie, et ont permis l'établissement de corrélations entre les concentrations intérieures, le trafic de la route voisine et le sens du vent.

Alors que la qualité des ambiances intérieures des établissements scolaires fait l'objet d'une préoccupation croissante, cette étude, ainsi que les nombreuses autres référencées dans l'article, met une nouvelle fois en évidence l'incontournable influence de la qualité de l'air extérieur sur celle de l'intérieur, et ainsi la prise en compte indispensable de la présence d'axes routiers dans le voisinage de résidences. Cette étude constitue une étape dans l'évaluation des expositions aux polluants des enfants lors d'enquêtes épidémiologiques.

Source : Janssen N.A.H., Van Vliet P.H.N., Aarts F., Harssema H., Brunekreef B. ; Assessment of exposure to traffic related air pollution of children attending schools near motorways : Atmospheric Environment, 35(22) [2001], 3875 – 3884.

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

TABLEAU 1 : CONCENTRATIONS INTÉRIEURES ET EXTÉRIEURES EN PM_{2,5}, NO₂ ET BENZÈNE (µg/m³)

		Nombre de mesures	Concentration moyenne	Déviat ion standard	Minimum	Maximum
PM _{2,5}	Intérieur	178	23,0	6,3	7,7	52,8
	Extérieur	181	24,8	11,6	5,2	60,8
NO ₂	Intérieur	192	19,1	8,1	2,8	44,7
	Extérieur	84	39,2	15,9	10,7	76,6
Benzène	Intérieur	160	3,2	1,7	0,6	8,1
	Extérieur	177	2,2	1,1	0,3	5,0

TABLEAU 2 : CORRÉLATIONS MISES EN ÉVIDENCE ENTRE LES CONCENTRATIONS INTÉRIEURES ET LES PARAMÈTRES DE LOCALISATION
Corrélation : ++ forte ; + moyenne ; • faible ou inexistante

	Nombre de mesures	Trafic de voitures	Trafic de camions	Distance à la route	Temps passé sous le sens du vent
PM _{2,5}	178	•	++	++	+
NO ₂	192	++	•	•	++
Benzène	160	•	•	•	+

Exposition des citadins aux particules fines dans les transports

L'étude menée à Londres en juillet 1999, puis février 2000, a permis les mesurages de particules PM_{2,5}* effectués dans différents modes de transport (voiture, bus, bicyclette et métro). Les données sur ce sujet sont rares en raison des difficultés météorologiques liées à l'obtention des mesures gravimétriques fiables réalisées avec des dispositifs portables sur des durées inférieures à l'heure. Les auteurs ont utilisé un **appareil portable** dont les capacités de prélèvement sont identiques à celles mises en œuvre sur les sites fixes (1m³.h⁻¹) permettant ainsi, sur un seul trajet, une pesée des filtres avec une précision satisfaisante. Un trajet, pour cette étude, correspondait à un voyage dans un unique moyen de transport (fournissant les niveaux d'exposition rapportés dans le tableau 3) ou bien à un voyage porte à porte, sachant que les mesures ont été effectuées sur trois itinéraires contrastés en termes de conditions de circulation, à des heures différentes de jours ouvrés.

Ainsi, à Londres, les niveaux d'exposition aux particules PM_{2,5} dans les différents transports de surface sont du même ordre et équivalent environ au **double des concentrations mesurées sur les sites urbains de fond** quel que soit la saison. Dans le métro, les **niveaux sont 3 à 8 fois plus élevés**.

Source : Adams H.S., Nieuwenhuijsen M.J., Colville R.N., McMullen M.A.S., Khandelwal P. ; Fine particle (PM_{2,5}) personal exposure levels in transport microenvironments, London, UK; The Science of the Total Environment, 279(1-3) [2001], 29 – 44.

*Article analysé par : Yvon LE MOULLEC, Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris – LHVP; lhvp1_ylm@club-internet.fr
Une compilation assez exhaustive des données internationales disponibles sur le sujet est fournie en introduction de l'article.*

TABLEAU 3 : NIVEAUX D'EXPOSITION AUX PM_{2,5} SELON LES SAISONS ET LES MODES DE TRANSPORT (µg/m³)

ÉTÉ						
Concentration médiane en site de proximité automobile : 24 µg/m ³						
Concentration médiane en site urbain de fond : 15 µg/m ³						
	Nombre de mesures	Moyenne arithmétique	Moyenne géométrique	Déviations standard	Minimum	Maximum
Bus	36	39,0	33,4	1,8	7,9	97,4
Voiture	42	37,7	35,0	1,5	15,1	76,9
Métro	44	247,2	238,7	1,3	105,3	371,2
Vélo	40	34,5	30,7	1,7	13,3	68,7
HIVER						
Concentration médiane en site de proximité automobile : 37 µg/m ³						
Concentration médiane en site urbain de fond : 13 µg/m ³						
	Nombre de mesures	Moyenne arithmétique	Moyenne géométrique	Déviations standard	Minimum	Maximum
Bus	32	38,9	30,9	2,1	5,9	87,3
Voiture	12	33,7	23,7	2,4	6,6	94,4
Métro	12	157,3	103,4	3,3	12,2	263,5
Vélo	56	23,5	20,2	1,8	6,8	76,2

Article complémentaire à consulter : Adams H.S., Nieuwenhuijsen M.J., Colville R.N. ; Determinants of fine particle (PM_{2,5}) personal exposure levels in transport microenvironments ; Atmospheric Environment, 35(27) [2001], 4557 – 4566.



EFFETS SANITAIRES

Exposition des enfants à la cuisinière à gaz

L'étude réalisée sur une cohorte de 498 enfants nés en 1988 en Tasmanie et suivis pendant 8 ans visait à déterminer les effets de l'exposition à la cuisinière à gaz (pas de pollution extérieure; maisons non équipées de hotte aspirante) sur :

- le **développement de la sensibilisation allergique** (positivité au Skin Prick Test) aux acariens les plus communs, le *Dermatophagoides Pteronissinus* (Der p I) et *Dermatophagoides Farinae* (Der f 1);
- l'**obstruction bronchique** mesurée par la fonction ventilatoire (rapport VEMS, Volume Expiratoire Maximal par Seconde/CVF, Capacité Vitale Forcée) en tenant compte de l'influence de la sensibilisation allergique aux acariens.

De cette étude il ressort que :

- l'exposition aux cuisinières est associée à un **risque accru de sensibilisation allergique aux acariens** chez l'enfant après prise en compte des facteurs de confusion potentiels. L'association existe à la fois pour l'exposition précoce et l'exposition courante;

TABLEAU 4 : RISQUE RELATIF DE SENSIBILISATION ALLERGIQUE DÛ À L'EXPOSITION AUX CUISINIÈRES À GAZ

Fenêtre d'exposition	Risque relatif	Intervalle de confiance à 95%
1 mois de vie	1,98	1,04 - 3,79
Au moment de l'enquête	1,73	1,43 - 2,76

- chez les enfants avec une sensibilisation aux acariens, l'exposition courante à la cuisinière à gaz est liée à une **réduction plus importante du rapport VEMS/CVF** que chez les non sensibilisés (différence ajustée -6,2% (-10,0% à -2,4%) vs. -0,3% (-2,5% à 1,8%).

Il s'agit de la première étude de population qui montre une relation positive entre l'exposition à la cuisinière à gaz et la sensibilisation allergique mesurée de façon objective. D'autres études, transversales et déterminant l'exposition à la cuisinière à gaz seulement de façon rétrospective, n'avaient pu l'établir. De plus, cette étude montre que la sensibilisation aux acariens module la relation entre l'exposition à la cuisinière à gaz et la réduction de la fonction ventilatoire. Ces résultats sont importants car ils étayaient des conclusions expérimentales selon lesquelles l'exposition à un polluant peut promouvoir la sensibilisation aux allergènes inhalés, en faisant augmenter la production des immunoglobulines E spécifiques et le développement de l'asthme. Confirmés, ces résultats peuvent contribuer à expliquer l'augmentation des allergies auxquelles nous assistons depuis quelques décennies dans les pays industrialisés. De plus, ils vont permettre d'adopter des stratégies de prévention et de prise en charge.

Source : Ponsonby A.L., Dwyer T., Kemp A., Couper D., Cochrane J., Carmichael A. ; A prospective study of the association between home gas appliance use during infancy and subsequent dust mite sensitization and lung function in childhood ; Clinical and Experimental Allergy, 31(10) [2001], 1544 – 1552.

Article analysé par : Isabella ANNESI-MAESANO, Département Epidémiologie de l'Hypersensibilité Immédiate, INSERM U472, Villejuif; annesi@vjf.inserm.fr



EXPOLOGIE - ÉVALUATION DES RISQUES

Biomarqueurs d'exposition des pesticides : synthèse bibliographique

Une étude bibliographique sur les biomarqueurs d'exposition des pesticides a été réalisée en 2001 à la Faculté de Pharmacie de Paris V. Les principaux objectifs de ce travail étaient de recenser les biomarqueurs d'exposition de certains de ces composés et d'évaluer la pertinence de leur utilisation dans le cadre de l'exposition en population générale, notamment via l'environnement intérieur.

Trois classes de pesticides ont été étudiées: les carbamates, les pyrèthrinoides de synthèse et les organochlorés. Le choix de ces groupes de composés était basé sur leur fréquence d'utilisation, leur concentration dans l'environnement intérieur et/ou leur rémanence. Au total, 90 publications relatives aux biomarqueurs d'exposition ont été sélectionnées (sur la base de données Medline) et analysées.

Dans le groupe des **carbamates** qui compte une quarantaine de molécules mères, le **propoxur** et le **carbaryl** sont les matières actives les plus fréquemment utilisées dans les produits à usage domestique. La dose d'exposition interne au premier composé peut être mesurée par dosage urinaire du 2-isopropoxyphénol (IPP), métabolite spécifique du propoxur. L'exposition au carbaryl peut, quant à elle, être évaluée par dosage urinaire du 1-naphtol (1-NAP). Ce produit de dégradation n'est pas spécifique du carbaryl puisqu'il est également issu de la biotransformation du naphthalène. Il est cependant possible de distinguer une exposition au carbaryl d'une exposition au naphthalène en dosant simultanément dans les urines le 1- et le 2-naphtol (métabolite secondaire du naphthalène) et en étudiant la corrélation entre les concentrations de ces deux métabolites. Ces trois méta-

bolites sont excrétés dans les 24 heures qui suivent l'exposition. Leur dosage permet donc de détecter une exposition récente.

La mesure de l'exposition aux **pyrèthrinoides** à l'aide de bio-indicateurs s'avère un peu plus complexe que celle des carbamates. En effet, la gamme de matières actives employées dans les produits à usage domestique est plus large que celle des carbamates et la biotransformation des différents pyrèthrinoides donne naissance à divers produits de dégradation. Ainsi, certains métabolites sont communs à plusieurs pyrèthrinoides et d'autres sont spécifiques d'un seul composé. Dans le cadre d'une évaluation de l'exposition via l'environnement intérieur, il convient donc de doser les métabolites urinaires des molécules mères les plus employées dans ce média comme l'indique le tableau 5.

Les résultats obtenus par ces dosages donnent une indication sur les molécules mères en cause sans toutefois déterminer précisément à quel composé le sujet a été exposé. Comme pour les carbamates, la présence de ces métabolites dans les urines est le signe d'une exposition récente.

La majorité des **pesticides organochlorés** comme les termiticides (aldrine, dieldrine, chlordane, heptachlore, lindane...) et le DDT sont stockés dans les graisses de l'organisme durant de nombreuses années et ne se dégradent pas ou peu en produits plus hydrosolubles. Les seuls compartiments biologiques qu'il est possible d'analyser à la recherche de ces composés ou de leurs métabolites sont les tissus adipeux, le lait maternel ou le sérum. Toutefois, il convient de noter que les quantités de pesticides organochlorés (ou métabolites) détectées dans ces milieux sont le reflet d'une exposition alimentaire ou environnementale cumulée au cours du temps et qui n'est donc pas contemporaine des niveaux de contaminants que l'on peut relever dans l'environnement intérieur.

TABLEAU 5 : *Cis-* et *trans*-DCCA: acides *cis-* et *trans*-3-(2,2-dichlorovinyle)-2,2-diméthylcyclopropane carboxylique; Br₂CA: acide *cis*-3-(2,2-dibromovinyle)-2,2-diméthylcyclopropane carboxylique; 3-PBA et 4-OH3-PBA: acide 3-phénoxybenzoïque et acide 3-(4'-hydroxyphénoxy) benzoïque; FPBA: acide 4-fluoro-3-phénoxybenzoïque; PHE: 3-phénoxybenzyl-hydroxy-méthyl acétate

Principaux pyrèthrinoides à usage domestique	Biomarqueurs urinaires
Bêta-cyfluthrine	<i>Cis-</i> et <i>trans</i> - DCCA; FBPA
Cyfluthrine	<i>Cis-</i> et <i>trans</i> - DCCA; FBPA
Cyperméthrine	<i>Cis-</i> et <i>trans</i> - DCCA; 3-PBA et 4-OH3-PBA
Deltaméthrine	BR2CA; 3-PBA et 4-OH3-PBA; PHE
Permethrine	<i>Cis-</i> et <i>trans</i> - DCCA; 3-PBA et 4-OH3-PBA

Source : Vigouroux A., *L'exposition aux pyrèthrinoides de synthèse, aux carbamates et aux pesticides organochlorés : quels biomarqueurs en population générale ?* Revue de la littérature ; [2001].
Anita.VIGOUROUX@wanadoo.fr

Enquête NHAPS: une ressource pour évaluer l'exposition aux polluants environnementaux

L'enquête NHAPS, *National Human Activity Pattern Survey*, menée de septembre 1992 à septembre 1994, à la demande de l'US EPA*, a été conduite dans 10 zones géographiques américaines recouvrant 48 états par l'interrogation téléphonique des emplois du temps journaliers (24 heures) de 9 386 Américains de tous âges (taux de réponse = 63 % des ménages contactés). Son objectif principal était de fournir une base d'informations sur une large échelle géographique et temporelle, utilisable dans les modèles d'évaluation probabiliste de l'exposition aux polluants atmosphériques.

Tous âges confondus, il ressort de cette étude que **la population américaine passe 86,9 % de sa journée en intérieur, 5,5 % dans un véhicule et 7,6 % en extérieur**. Ces proportions ne varient pas d'une région à l'autre des États-Unis en dépit des contrastes climatiques importants. Elles sont également très proches des résultats d'études similaires (Canada, 1994 - 1995, n = 2 381; CAPS, *California Activity Pattern Survey*, 1987 - 1990, n = 2 962). Les résultats concernant les variables d'exposition comme les sources intérieures de combustion, l'origine et la consommation d'eau du robinet, le temps passé sous la douche ou dans le bain, l'utilisation de produits ménagés potentiellement émetteurs de COV, que l'on retrouve d'ailleurs dans le *Exposure Handbook* de l'US EPA*, ne sont pas présentés de manière exhaustive dans l'article et font l'objet d'autres publications.

TABLEAU 6 : QUELQUES RÉSULTATS DE L'ENQUÊTE NHAPS SUR L'ENSEMBLE DE LA POPULATION INTERROGÉE

Micro-environnement	% du temps passé par 24 heures n = 9 196	% du temps en présence d'un fumeur n = 3 949
Habitation	68,7 %	42,7 %
Lieu de travail	5,4 %	7,2 %
Bar-restaurant	1,8 %	14,6 %
Autre lieu intérieur	11 %	12,1 %
Véhicule	5,5 %	8,7 %
Extérieur	7,6 %	14,7 %

Les données figurant dans l'article peuvent être tout particulièrement intéressantes dans le cadre d'études de l'exposition à la fumée de tabac environnementale, puisque la fraction de temps passé à proximité d'un fumeur a également été évaluée dans chaque micro-environnement. On regrette toutefois l'absence de stratification des résultats par sous-groupe de population (hommes/femmes, adultes/enfants, actifs/inactifs). Les données pour les enfants de moins de douze ans sont présentées uniquement pour l'état de Californie (n = 125) à fin de comparaison avec l'enquête CAPS.

Source : Klepeis N.E., Nelson W.C., Ott W.R., Robinson J.P., Tsang A.M., Switzer P., Behar J.V., Hern S.C., Engelmann W.H. ; The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): a resource for assessing exposure to environmental pollutants ; Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology, 11(3) [2001], 231 – 252.

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

Analyse multivariée des niveaux de métaux, particules, COV*, caractéristiques des habitations et des activités dans les états de l'Ouest américain : l'enquête NHEXAS

L'enquête NHEXAS, *National Human Exposure Assessment Survey*, conduite auprès de 326 personnes de tous âges dans 6 états américains de juillet 1995 à mai 1997 (NHEXAS I), présente un intérêt majeur pour les évaluateurs du risque. En parallèle à la collecte d'informations concernant l'habitat et les habitudes de vie des occupants, les concentrations en métaux lourds, en poussières et en COV* sont mesurées simultanément dans l'air et les poussières intérieures, dans les aliments, dans le sang et les urines des habitants.

L'article analysé porte sur l'étude des **corrélations entre ces concentrations en polluants et certaines activités d'intérieur ou caractéristiques des bâtiments** (la description des méthodes d'échantillonnage et d'analyse est renvoyée à d'autres articles). Les résultats quantitatifs des analyses factorielles puis multivariées sont décrits de manière sommaire. On observe des corrélations entre: la présence de **COV** et l'entreposage de machines à moteur thermique dans le garage et/ou l'utilisation d'anti mites et/ou la présence de moquette et tapis; la présence de **métaux lourds** et les peintures écaillées et/ou les travaux de remplacement de fenêtre et/ou le tabagisme. Les activités de nettoyage et de bricolage augmentent les teneurs de **poussières** dans l'air. Un mauvais état général du bâti et de ses équipements est associé à une élévation des COV et métaux. Les tableaux suivants présentent les données descriptives des concentrations mesurées dans les différents milieux de l'environnement intérieur.

TABLEAU 7 : CONCENTRATIONS EN MÉTAUX LOURDS ET PARTICULES DANS LES MILIEUX INTÉRIEURS

		n	Moyenne arithmétique		Déviation standard		% < LDA ^[1]
Poussière du rebord de fenêtre µg/g - ng/cm ²	Arsenic	237	6,91	0,71	15,1	1,80	65
	Cadmium	238	36,1	7,25	353	65,6	56
	Chrome	238	92,7	11,5	206	57	6
	Plomb	238	987	1 883	2 723	10 274	5
Poussière du séjour µg/g - ng/cm ²	As	244	6,89	0,51	16,9	0,61	77
	Cd	245	46,6	3,81	537	31,7	64
	Cr	245	98,5	5,31	166	11,4	8
	Pb	245	467	566	2 100	7 317	9
Air intérieur µg/m ³	As	213	0,70		0,74		12
	Cd	213	1,28		2,54		54
	Cr	211	26,9		119		94
	Pb	213	15,2		37,6		49
Air intérieur µg/m ³	PM	213	52,7		49,1		0

[1] : % d'habitations où la concentration est inférieure à la limite de détection analytique (LDA)

TABLEAU 8 : CONCENTRATIONS EN COV EN µg/m³ DANS L'AIR INTÉRIEUR

	n	Moyenne arithmétique	Déviations standard	% < LDA[1]
1,1,1-trichloréthane	248	6,29	14,3	24
p-dichlorobenzène	248	6,30	38,4	62
Benzène	248	7,82	14,1	<1
Chloroforme	248	2,94	3,92	32
Styrène	247	2,06	1,55	14
Tétrachloréthylène	248	8,54	57,0	40
Toluène	248	42,0	79,3	0
Trichloréthylène	248	2,05	9,20	73
m,p-xylène	248	12,2	36,5	0
o-xylène	248	6,32	16,6	<1

[1] : % d'habitations où la concentration est inférieure à la limite de détection analytique (LDA)

Source : Bonanno L.J., Freeman N.C.G., Greenberg M., Lioy P.J. ; *Multivariate Analysis on Levels of Selected Metals, Particulate Matter, VOC, and Household Characteristics and Activities from the Midwestern States NHEXAS ; Applied Occupational and Environmental Hygiene*, 16(9) [2001], 859 – 874.

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

INFORMATIONS DIVERSES

POLITIQUES PUBLIQUES

Dans son **Programme d'actions, de prévention et de prise en charge de l'asthme 2002-2005**, présenté en janvier 2002, le ministre délégué à la Santé, Monsieur Bernard Kouchner, évoque à plusieurs reprises la responsabilité des pollutions de l'habitat dans cette pathologie qui touche 3,5 millions de Français. Parmi les 5 axes autour desquels s'articule le programme, on note :

- au sein de l'axe 1 "Développer l'information sur l'asthme", la volonté de "développer le métier de conseillers en environnement intérieur", formation dispensée par un diplôme de l'Université de Strasbourg ;
- au sein de l'axe 5 "Mettre en place la surveillance et développer la veille sur l'asthme et ses facteurs de risque", le soutien manifeste à la recherche et au transfert de connaissances pour répondre au besoin pressant d'élargir les données sur la relation Asthme - Environnement intérieur.

Pour plus d'informations (partenaires des opérations, crédits alloués, échéances fixées), consulter l'intégralité du programme sur le site Internet du Ministère de l'Emploi et de la Solidarité :

<http://www.sante.gouv.fr/index.htm> ; Rubriques : Actualité / Presse > Les Dossiers de l'année

Dans son **Plan national Habitat - Construction - Développement durable** présenté en Conseil des Ministres le 3 janvier 2002, la ministre déléguée au Logement, Madame Marie-Noëlle Lienemann a placé "la santé et la sécurité des occupants" au titre d'un des cinq chapitres du programme. Amélioration de la qualité de l'air (amiante, radon et plomb sont les polluants mentionnés), de la qualité de l'eau, lutte contre les pollutions sonores sont les points développés.

Pour plus d'informations, consulter l'intégralité du programme sur le site Internet du Secrétariat d'État au Logement :

<http://www.logement.equipement.gouv.fr/> ; Rubrique A la Une, Dossiers.

RÉGLEMENTATION

Le décret 2001-840 du 13 septembre 2001 (JO du 18 septembre 2001) marque le **renforcement de la réglementation française relative à la protection de la population contre les risques relatifs à l'exposition à l'amiante** (extension du dispositif de protection des personnes contre les risques associés aux fibres d'amiante susceptibles d'être libérées par usure des matériaux, à l'occasion de travaux ou lors d'opérations de démolition).

La requête de l'US EPA*, en date de juin 2001, pour la **suppression de l'autorisation de mise sur le marché de 76 produits commerciaux contenant du chlorpyrifos** et la modification de l'autorisation de 18 autres produits a été entérinée le 25 janvier 2002. Cette disposition concerne un grand nombre d'applications résidentielles et non résidentielles (intérieures et extérieures). Le chlorpyrifos, insecticide organophosphoré que l'on retrouve dans l'environnement intérieur, est commercialisé en France dans des plaquettes anti moustiques.

NORMALISATION

Le CETIAT (Centre Technique des Industries Aéronautiques et Thermiques) a été mandaté pour représenter la France aux travaux de normalisation de l'ISO, *International Organization for Standardization*, (TC 205/WG4) concernant la **mise en place d'une norme fixant les critères de dimensionnement des bâtiments garantissant la qualité de l'air intérieur**. La très grande hétérogénéité des approches nationales existantes complexifie les travaux engagés.

Pour rappel, le CETIAT, en collaboration avec EDF, a débuté en juillet 2001 pour un an l'étude de la qualité de l'air d'un immeuble de bureaux lyonnais. Chaque mois, température, humidité relative, débit d'air insufflé par le système de conditionnement d'air, concentration en poussières, aérobiocontamination et teneur en CO₂ sont mesurés à plusieurs endroits du bâtiment. Une nouvelle étude débutera en juin 2002 sur un second bâtiment, en intégrant des mesures des oxydes d'azote et COV*. Une étude est menée en parallèle dans un immeuble parisien par le Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris (LHVP) en partenariat avec EDF et le CETIAT.

SUR LE WEB

En 1994, le DETR britannique (*Department of the Environment, Transport and the Regions*) a mandaté l'IEH (*Institute for Environment and Health*) pour un vaste **programme d'étude des polluants de l'air intérieur et de leurs effets sanitaires**. Un rapport de synthèse paru en **novembre 2001** rappelle le déroulement du programme, fournit la liste de toutes les publications (littérature scientifique et rapports internes) qui ont été produites, et surtout rappelle pour chacune des substances polluantes investiguées les principaux éléments de résultats à retenir. De ce document, il ressort, entre autres, que la fumée de tabac environnementale, le CO, les particules et les allergènes sont classés au titre des substances dont les effets sanitaires sont indéniables. En revanche, les niveaux couramment rencontrés d'exposition au NO₂, formaldéhyde et COV* ne présenteraient qu'un risque relatif. Enfin, les risques liés aux expositions aux pesticides, HAP*, moisissures et endotoxines demeurent non évalués à ce jour.



Indoor air quality in the home: final report on DETR contract EPG 1/5/12, Institute for Environment and Health; November 2001 - 43 pages.

<http://www.le.ac.uk/ieh/> ;
Rubriques : Reports & Publications >
Air Pollution ou directement
<http://www.le.ac.uk/ieh/pdf/w7.pdf>

La branche *Indoor Environment Management* de l'**US EPA*** a publié en **novembre 2001** un rapport présentant les résultats de travaux de mesures des **émissions en aldéhydes et COV* des peintures alkydes et latex**. Ces tests en chambre permettent de caractériser les émissions en terme de nature de polluants, de quantités émises en fonction du temps, d'influence du substrat, puis d'évaluer les expositions. Ces travaux expérimentaux débouchent sur la proposition (en annexe du rapport) de mise en place d'une norme auprès de l'ASTM (*American Society of Testing and Materials*).



Capstone Report on the Development of a Standard Test Method for VOC Emissions from Interior Latex and Alkyd Paints, EPA 600/R-01-093; November 2001 - 57 pages.

<http://www.epa.gov/crb/iemb/index.htm> ;
Rubrique Publications

Le **bureau de l'air de l'agence californienne de l'EPA*** a publié en **décembre 2001** un rapport présentant les résultats de recherches menées sur la **contribution des activités de cuisson à la pollution de l'air intérieur**. Les émissions de particules, NO, NO₂, CO, HAP* et formaldéhyde ont été mesurées en fonction du mode de cuisson, de la nature de l'huile utilisée et de l'aliment préparé.



Indoor Air Quality: Residential Cooking Exposures, Final Report, State of California Air Resources Board; November 2001 - 231 pages.

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

Les effets sanitaires des moisissures d'une part, et la qualité de l'air intérieur dans les écoles d'autre part, sont deux thématiques tout particulièrement émergentes et sensibles aux Etats-Unis depuis quelques mois. Dans ce contexte, après les Etats du Texas (1998) et de la Pennsylvanie (1999), l'**État du Minnesota** (*Minnesota Department of Health*) a publié en **novembre 2001** un **guide pour l'éradication des pollutions microbiologiques dans les écoles**. A destination des gestionnaires d'établissements scolaires, ce guide, conçu en 6 étapes, va de la détection d'un problème sanitaire lié à la présence de moisissures au recours à des professionnels pour l'éradication si nécessaire.



Recommended best practices for mold investigations in Minnesota schools, Minnesota Department of Health; November 2001 - 34 pages.

<http://www.health.state.mn.us/> ;
Rubriques : Health by Topic >
Environmental Health > Indoor Air Issues
> Schools ou directement
<http://www.health.state.mn.us/divs/eh/indoair/schools/index.html>

Concernant également la thématique de la qualité des ambiances intérieures des établissements scolaires, il convient de mentionner que l'**Institut américain du Droit de l'Environnement** (*Environmental Law Institute*) recense et analyse, dans un rapport paru en **janvier 2002**, l'ensemble des **politiques publiques américaines d'amélioration de la qualité de l'air intérieur dans les écoles**.



Healthier Schools: A Review of State Policies For Improving Indoor Air Quality, Environmental Law Institute; January 2002 - 66 pages.

<http://www.eli.org/> ; Rubriques :
Publications > Research Reports > 2002

GLOSSAIRE

COV : Composés Organiques Volatils

US EPA : US Environmental Protection Agency
(Agence américaine de l'environnement)

HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

PM_{2,5} : Particules de diamètre aérodynamique médian inférieur à 2,5 µm

Le présent bulletin rassemble les analyses faites par les experts du réseau RSEIN, de travaux scientifiques récents sélectionnés pour leur intérêt scientifique. Le lecteur est invité à se reporter au texte intégral.

Le réseau RSEIN, en relation avec l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur, est constitué de représentants des structures suivantes : Association pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Centre Technique du Bois et de l'Ameublement, Complexe de Recherche Interprofessionnel en Aérothermochimie, Faculté de Pharmacie de Marseille, Faculté de Pharmacie de Paris V, Fédération ATMO représentée par Air Normand, association Haute Qualité Environnementale, Hôpitaux de Rouen, Hôpitaux de Strasbourg, INSERM U 472, Institut de Protection et de Sécurité Nucléaire, Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques, Laboratoire Central de la Préfecture de Police de Paris, Laboratoire d'Étude des Phénomènes de Transfert Appliqués au Bâtiment, Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris, MEDIECO, SEPIA, Vincent Nedellec Conseils.

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

Directeur de la publication : Georges Labroye
Directeur de la rédaction : André Cicolella
Coordination et contact : Corinne Mandin
Corinne.Mandin@ineris.fr
Conception & réalisation : l'Agence Verte

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

Publication trimestrielle à 1500 exemplaires
ISSN : En cours