



Info Santé Environnement Intérieur

N°9 Juillet 2004

Bulletin de veille scientifique conçu et réalisé par le réseau RSEIN *Recherche Santé Environnement Intérieur*, grâce à des financements du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable et de la Direction Générale de la Santé

EDITO

Quelle sera la place de la ventilation dans les bâtiments de demain ?

Alors que la connaissance sur la qualité de l'air intérieur (QAI) progresse et que les effets des polluants intérieurs sur la santé sont désormais largement reconnus, la ventilation, qui a pour rôle d'assurer un renouvellement d'air indispensable pour le confort et la santé des occupants, reste trop souvent "maltraitée" dans les bâtiments. Alors qu'elle représente une part faible dans les budgets de construction (2 à 3% du coût total), ses enjeux sont primordiaux et complexes, car ils répondent à des problématiques qui peuvent sembler parfois paradoxales : maintenir des débits suffisants pour assurer une bonne qualité de l'air, tout en maîtrisant les dépenses énergétiques et assurer un confort acoustique...

La qualité d'un système de ventilation et sa contribution d'une part à la qualité de l'air et d'autre part à la maîtrise des consommations énergétiques, ne peut se réduire à un taux de renouvellement d'air théorique. La performance du système dépend de sa conception initiale, des produits et des équipements utilisés dans le bâtiment, mais également de l'installation (qualité de mise en œuvre), et enfin des conditions d'exploitation et de maintenance. L'optimisation du système de ventilation, sa bonne prise en compte dès la conception d'un ouvrage, ou sa bonne maintenance, apparaissent donc incontournables au regard de ces enjeux.

Même si les acteurs de la profession sont de plus en plus conscients des enjeux d'une bonne ventilation, des progrès restent à faire, notamment en terme de recherche et développement mais surtout en matière réglementaire. L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) soutient depuis plusieurs années des actions dans ce sens, pour améliorer les performances des équipements, diffuser les meilleures pratiques et conseiller les décideurs dans ce domaine.

En terme de recherche et développement, l'évolution est constante et assez remarquable. L'optimisation des systèmes reste bien sûr au cœur des préoccupations des industriels en terme de qualité de l'air intérieur, d'acoustique et de maîtrise de l'énergie (modulation des débits, systèmes hybrides, récupérations de chaleur...). Parallèlement, l'amélioration de la perméabilité à l'air ne cesse de progresser, et reste indispensable pour la gestion d'une bonne qualité de l'air. D'autre part, il existe également des techniques de diagnostics des installations de ventilation dans les bâtiments existants, mais ces dernières sont assez rarement mises en œuvre du fait d'un manque d'information des professionnels d'une part et d'une réglementation précise sur ce sujet d'autre part.

C'est justement d'un point de vue réglementaire que les freins sont les plus importants, car les textes régissant la ventilation sont parfois obsolètes. Ces textes datent pour certains de près de cinquante ans, ce qui nuit bien évidemment à une évolution des performances de la ventilation dans les bâtiments. De plus, des études de terrain lancées par l'ADEME ont montré que cette réglementation est très peu appliquée et mal contrôlée. Les travaux liés à la transposition de la directive européenne sur la performance énergétique des bâtiments, ou ceux relatifs à la préparation de la réglementation thermique 2005, conduiront certainement à un renforcement des exigences portant sur la gestion de l'air (optimisation des consommations énergétiques liées à la ventilation et renforcement de l'étanchéité à l'air des bâtiments). Cependant, la réglementation hygiène est aujourd'hui loin d'être aboutie, alors que l'enjeu « santé » est crucial, au même titre que la maîtrise de l'énergie.

Bien que la recherche sur l'optimisation des systèmes de ventilation soit en perpétuelle évolution, des freins persistent encore au développement, à l'exploitation et à la maintenance de tels systèmes dans les bâtiments. Faire évoluer la réglementation et sensibiliser les acteurs du secteur permettrait de répondre à des enjeux énergétiques et de qualité d'air intérieur, tout en accordant à la ventilation toute l'attention qu'elle mérite.

Anne DUPUY D'UBY, Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie – ADEME

SOMMAIRE

Substances → p2 ; Lieux de vie → p3 ; Effets sanitaires → p6 ; Expologie – Evaluation des risques → p8 ; Informations diverses → p9

Les astérisques renvoient aux termes du glossaire. → p13

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.



SUBSTANCES

Influence du taux de renouvellement d'air sur la formation d'aérosols secondaires

La caractérisation de l'influence des réactions chimiques sur les concentrations en polluants mesurées dans les bâtiments, et des interactions physico-chimiques entre molécules gazeuses et particules, a fait l'objet de nombreuses études au cours de ces dernières années. Bien qu'étant le plus souvent ciblées sur des problèmes spécifiques mettant en jeu des composés bien déterminés, elles ont conduit à la démonstration de transformations pouvant avoir un effet néfaste sur la santé. Le but des scientifiques est maintenant d'aller plus loin dans l'exploration par une caractérisation fine des phénomènes impliqués et la proposition de moyens de contrôle adaptés.

C'est précisément dans ce contexte que se situe l'étude publiée par Weschler et Shields, deux acteurs majeurs dans le domaine de la modélisation des phénomènes de réactivité à l'intérieur des bâtiments. Après avoir mis en évidence que des réactions chimiques entre terpènes et ozone (tous deux composés gazeux à la température ambiante) conduisaient à la formation d'aérosols organiques, les deux auteurs cherchent ici à caractériser l'influence d'un paramètre important, le taux de renouvellement d'air des bâtiments, sur la quantité et la distribution en taille des particules produites.

Les expériences ont été réalisées à l'intérieur d'un bureau ventilé avec un taux de renouvellement d'air variant entre 1,6 et 12 vol/h. Le *d*-limonène (terpène émis par différents bois et certains produits de nettoyage notamment) a été injecté de manière continue dans la pièce tandis que l'ozone était émis par période de 6h à l'aide d'un générateur disposé au centre du bureau. Les concentrations en particules ont été mesurées par un compteur optique dans 8 intervalles de taille différents (de 0,1 – 0,2 μm à $>2,0 \mu\text{m}$). Les résultats montrent qu'à faible taux de renouvellement d'air (mais 1,6 vol/h constitue déjà un très fort renouvellement d'air en France !), un pic de concentration de fines particules apparaît peu de temps après que le générateur d'ozone ait été mis en marche. Dans les

instants qui suivent, ce pic "se propage" vers les intervalles de taille supérieurs, mettant en évidence l'accroissement au fil du temps de la dimension des particules initialement produites par le biais de phénomènes d'absorption et de coagulation. La formation de particules de toutes tailles est en revanche beaucoup moins évidente à fort taux de renouvellement d'air.

Au delà des conséquences sanitaires qu'elle tend à mettre en avant (les aérosols produits sont probablement plus nocifs que l'ozone et le *d*-limonène), l'étude présentée s'avère particulièrement intéressante par la démonstration des implications multiples de la ventilation sur la qualité de l'air intérieur. Alors que beaucoup ne voient que l'aspect extraction de polluants émis à l'intérieur, le taux de renouvellement d'air influe également sur le niveau des concentrations en polluants par le fait qu'il détermine les quantités de réactifs qui sont présents dans l'air (dilution des composés émis à l'intérieur, mais aussi apports en provenance de l'extérieur), les quantités de polluants générés par les réactions chimiques qui sont extraites de la pièce, le temps offert aux réactions chimiques pour se produire, et le temps donné aux produits de réaction pour se transformer (accroissement de la taille des particules). Ces phénomènes agissant en sens inverse et étant pour certains non linéaires, il existe probablement un taux de renouvellement d'air optimum, mais ce dernier diffère suivant les conditions environnementales (quantités d'ozone et de terpènes émises dans le bâtiment notamment).

Source : Weschler C.J., Shields H.C ; Experiments probing the influence of air exchange rates on secondary organic aerosols derived from indoor chemistry ; Atmospheric Environment, 37(39-40) [2003], 5621 – 5631

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



SUBSTANCES

Flores fongique et bactérienne des poussières des habitats suédois

9 habitations suédoises humides et 9 autres habitations sans problèmes d'humidité apparents, ni plaintes de leurs occupants, ont fait l'objet d'une large campagne de caractérisation des microorganismes et composés organiques volatiles (COV) présents dans les poussières. Un échantillonneur à haut volume (115 m³/h) a été utilisé pour la collecte des poussières. Dans ces dernières, la flore bactérienne totale et la flore fongique totale ont été quantifiées, puis les acides gras et l'acide muramique, marqueurs des lipopolysaccharides qui constituent la paroi cellulaire des bactéries, ainsi que les COV* ont été caractérisés par chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse. Les nombres respectifs de microorganismes des flores fongique et bactérienne ne présentent pas de différence significative entre les 2 types d'habitats investigués. En revanche, un plus grand nombre de genres et d'espèces a été identifié dans les maisons humides. 8 genres de moisissures en particulier n'ont pas été retrouvés dans les maisons "non humides": *Dematiaceous*, *Scopulariopsis*, *Fusarium*, *Ulocladium*, *Paecilomyces*, *Chaetomium*, *Acremonium* et *Alternaria*, celles-ci restant cependant nettement moins nombreuses que *Aspergillus*, *Penicillium* et *Cladosporium*, présentes, l'une ou l'autre, dans tous les logements. Les résultats relatifs aux acides ne présentent pas de différences significatives entre les 2 groupes d'environnements intérieurs. Cependant, la corrélation entre lipopolysaccharides et acide muramique est nettement plus forte dans les logements humides ($R^2 = 0,6258$), que la même corrélation dans les logements "non humides" ($R^2 = 0,1523$). Enfin, 112 composés organiques ont été identifiés dans les poussières et 80 détectés (fonctions chimiques identifiées). Parmi ces 192 composés, deux groupes ont été plus particulièrement examinés, d'une part les COV* produits par les microorganismes (COVM, ou MVOC pour les anglophones) et d'autre part, ceux connus comme étant irritants pour les yeux, la peau et les voies respiratoires.

Concernant les COVM, la plupart d'entre eux ont été détectés dans les poussières des 2 types de logements et en concentrations relativement voisines. Toutefois, le 2,3,5-triméthylfurane et l'acétate de méthyle n'ont été identifiés que dans les résidences humides, tandis que l'hexane-1-ol et la cyclopentanone ne l'ont été que dans les résidences "non humides". De même, parmi les 27 composés irritants, l'éthanoate de méthyle, les acides propanoïque et butanoïque, le propan-1,2-diol, le 6-méthylhept-5-èn-2-one, le nonan-1-ol et le undecèn-2-al ne sont présents que dans les maisons humides, alors que le 2-furanméthanol et l'acide formique ne le sont que dans les maisons "non humides". Le 2-éthylhexane-1-ol, l'acide acétique, le pentanal et l'hexanal sont mesurés dans les poussières de tous les logements.

Ce travail confirme la très grande diversité des microorganismes et COV* présents dans les poussières à l'intérieur des locaux. Cependant, l'échantillon étudié est relativement faible. En outre, les microorganismes isolés, en particulier les moisissures, sont identifiés pour la plupart à l'échelon du genre et non de l'espèce, ce qui s'avère décevant. Enfin, les techniques analytiques (par chromatographie notamment) mises en œuvre au service de la microbiologie ne permettent pas, en définitive, d'arriver à un résultat plus précis que les autres techniques classiquement utilisées. La seule innovation est l'échantillonnage à haut volume, mais l'on peut se demander si ceci est envisageable pour les analyses "de routine" dans l'habitat.

Source : Nilsson A., Kihlstrom E., Lagesson V., Wessen B., Szponar B., Larsson L., Tagesson C. ; Microorganisms and volatile organic compounds in airborne dust from damp residences ; *Indoor Air*, 14(2) [2004], 74 – 82

Article analysé par : Annie MOUILLESEAUX, Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris – LHVP ; annie.mouilleseaux@noos.fr



LIEUX DE VIE

Fixation du taux de renouvellement d'air des locaux en fonction des concentrations intérieures en formaldéhyde

Une méthode pour définir des taux de ventilation dans des logements neufs se basant uniquement sur le formaldéhyde est proposée. Elle repose sur les données existantes relatives aux taux d'émission et aux valeurs de référence actuelles du formaldéhyde

et passe par la détermination des concentrations moyennes dans un logement neuf inoccupé. Pour rappel, les valeurs guides nord-américaines sont fournies dans le tableau qui suit.

Organisme gouvernemental	Valeur guide	Année	Statut
California Air Resources Board	100 ppb / 120 µg/m ³	1991	Niveau d'action
Santé Canada	100 ppb / 120 µg/m ³	1989	Niveau d'action
California Office of Environmental Health Hazard Assessment	77 ppb / 94 µg/m ³	1999	Exposition aiguë (1 heure)
California Air Resources Board	50 ppb / 60 µg/m ³	1991	Objectif de qualité
Santé Canada	50 ppb / 60 µg/m ³	1989	Objectif de qualité
California Office of Environmental Health Hazard Assessment	2,4 ppb / 3 µg/m ³	2001	Exposition chronique

Pour information, la valeur guide proposée par l'Organisation Mondiale de la Santé est fixée à 100 µg/m³ pour 30 minutes d'exposition (2000).

Les auteurs proposent deux taux de ventilation acceptables en fonction de 2 valeurs guides :

- 100 ppb ou 120 µg/m³ de formaldéhyde (seuil au delà duquel une action doit être engagée même si aucun effet sur la santé n'est observé) qui conduit à établir un taux minimum de ventilation de 0,28 volume/h ;
- 50 ppb ou 60 µg/m³ de formaldéhyde (valeur cible) qui conduit à une valeur recommandée du taux de ventilation de 0,5 volume/h avec laquelle, même avec des taux d'émission variables, la valeur de 100 ppb ne sera pratiquement jamais atteinte. Cette valeur recommandée permettrait d'assurer que 90% au moins de la population habitant dans une maison neuve ne serait pas exposée à une concentration supérieure à 50 ppb.

L'étude préconise par ailleurs l'utilisation d'une ventilation mécanique continue et constante.

Cette méthode a ses limites dans la mesure où il faudrait également tenir compte de la variabilité du taux d'émission en fonction du type de construction, du type de logement, de ses équipements et ameublements, ainsi que des paramètres influents tels que la température et le degré hygrométrique. Le taux de renouvellement d'air proposé devrait également être réévalué en tenant compte du fait que d'autres polluants peuvent être émis à l'intérieur du logement à des concentrations non négligeables.

Cet article est intéressant dans la mesure où il rappelle les sources de formaldéhyde à l'intérieur du logement (matériaux de construction et d'ameublement, panneaux de particules de bois aggloméré, isolation par fibres de verre, produits de combustion, tabagisme, formation par réaction entre l'ozone et les terpènes comme le limonène) et

ses principaux effets sur la santé (classé cancérigène⁽¹⁾, irritant des yeux, de la gorge et des voies respiratoires supérieures à des concentrations nettement inférieures au seuil de détection olfactive de 500 ppb / 600 µg/m³, problèmes respiratoires chroniques et allergies). Il donne par ailleurs les valeurs de concentrations mesurées dans 14 logements meublés mais inoccupés (40 ppb / 48 µg/m³ en moyenne en tenant compte de la concentration extérieure dans une gamme de 13 à 73 ppb / de 16 à 88 µg/m³).

A titre de comparaison, en France, l'arrêté du 22 octobre 1969 établissait un taux de renouvellement d'air d'environ 0,7 vol/h sur l'ensemble d'un logement. L'arrêté du 24 mars 1982 relatif à l'aération des logements autorise des modulations de débit qui conduisent à une réduction du débit minimal moyen du logement à 0,5 vol/h. Un arrêté modificatif du 28 octobre 1983 permet dans les cas où un dispositif mécanique module automatiquement le renouvellement d'air, d'abaisser la ventilation moyenne à 0,3 vol/h. On retrouve donc par la méthode décrite dans la publication les mêmes taux de ventilation que ceux préconisés depuis 25 ans en France avec le CO₂ pris comme base de calcul. Cette approche utilisant un nouveau polluant de l'air intérieur pour la détermination du taux de renouvellement d'air ne bouleverse ainsi pas les données existantes ; elle ne fait que les confirmer.

(1) : Classé 1, cancérigène certain pour l'Homme, par le Centre International de Recherche sur le Cancer en juin 2004 et classé B1, cancérigène probable pour l'Homme, par l'US-EPA* en 1991

Source : Sherman M.H., Hodgson A.T. ; Formaldehyde as a basis for residential ventilation rates ; Indoor Air, 14(1) [2004], 2 – 9

Article analysé par : Claudine DELAUNAY, Laboratoire Central de la Préfecture de Police de Paris – LCPP ;

Claudine.DELAUNAY@interieur.gouv.fr



LIEUX DE VIE

Modélisation du dépôt particulaire dans les gaines de ventilation

Une étude numérique très poussée, menée aux Etats-Unis par Sippola et Nazaroff, a permis de prédire la perte de particules de diamètre aérodynamique médian de 0,01 à 100 μm au travers de 120 configurations de circulation d'air dans des conduits de ventilation classiquement présents dans des immeubles de taille moyenne. L'étude visait à déterminer la perte (par dépôt, adsorption...) des particules en fonction de leur taille, de la nature des conduits (amenée d'air ou extraction d'air, type de revêtement intérieur), de leurs caractéristiques (conduit horizontal ou vertical, étroit ou large), et *in fine* la pertinence de la prise en compte de ce phénomène de "perte" pour la détermination des concentrations intérieures en particules.

Les conclusions les plus intéressantes concernent le devenir des particules extérieures qui transitent à l'intérieur du bâtiment :

- lorsqu'un filtre à particules est placé dans le système de ventilation, le dépôt de particules dans la gaine ne joue pas un rôle prépondérant dans la mesure où la plupart des particules sont filtrées ;
- dans le cas de systèmes de ventilation sans filtration, les particules extérieures inférieures à 1 μm ne font que transiter à travers le système de ventilation (et le bâtiment), les particules

extérieures supérieures à 30 μm se déposent de manière prépondérante dans les gaines (sur le "sol" des gaines horizontales). Pour les particules de taille intermédiaire, le dépôt dans les gaines est comparable à celui sur les parois intérieures du bâtiment.

Le seul point faible de cette étude réside dans le caractère local (Amérique du Nord) des éléments du système de ventilation employés dans l'application. En effet, les gaines modélisées dans cette étude sont classiquement en place dans les bâtiments tertiaires américains, mais sont notablement différentes de celles employées en France (gainés cylindriques, souples...). Pour information, une étude du dépôt dans les gaines classiquement utilisées dans l'habitat français a été effectuée au Laboratoire d'Etude des Phénomènes de Transfert Appliqués au Bâtiment de l'université de La Rochelle dans le cadre de la thèse de doctorat de Jérôme Bouilly.

Source : Sippola M.R., Nazaroff W.W. ; Modeling particle loss in ventilation ducts ; Atmospheric Environment, 37(39-40) [2003], 5597 – 5609

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



LIEUX DE VIE

Transfert des polluants du sol vers l'air intérieur : contribution par rapport aux autres sources et divergence entre la modélisation et la mesure

Un numéro de 2002 de la revue *Soil and Sediment Contamination* a consacré plusieurs articles à la contribution de la pollution des sols aux teneurs intérieures de certains polluants.

Dans le premier des articles analysés, les auteurs Olson et Corsi se sont appuyés sur une analyse approfondie de la littérature afin de faire valoir l'intérêt et la nécessité de développer des modèles et des méthodes permettant de caractériser le devenir des polluants dans les environnements intérieurs prenant en compte toutes les sources et non uniquement la contribution du sol (*soil vapor intrusion*). Pour une pièce donnée, on peut citer : la ventilation associée à l'air extérieur et aux pièces adjacentes, le sol (sous les fondations), les autres sources tels que les émissions des matériaux ou le tabagisme, les interactions chimiques et l'adsorption, aspects que passent en revue les auteurs. De très nombreuses études ont mis en lumière le rôle de la ventilation, via la connaissance des renouvellements horaires de l'air dans une pièce.

Les échanges à partir du sol sont liés à la différence de pression, en plus d'autres phénomènes physiques tels que l'advection (déplacement d'une masse d'air dans le sens horizontal). Cela a conduit à la fixation de facteurs d'atténuation entre les teneurs dans les sols et les concentrations intérieures. La volatilisation à partir de l'eau a également souvent été étudiée. Elle est plus ou moins importante selon les composés, les propriétés physico-chimiques, notamment la constante de Henry, étant très influentes. Les parts contributives des autres sources, notamment la fumée de tabac environnementale, sont majeures. Les interactions chimiques sont la conséquence des propriétés physico-chimiques des substances, de même que les phénomènes d'adsorption qui sont d'autant plus complexes en fonction des matériaux présents dans la pièce. Les surfaces lisses ne posent pas de problème, alors que la présence de tapis et de surfaces très poreuses rend difficile toute modélisation.

Au final, les auteurs soulignent la contribution potentiellement élevée du transfert à partir du sol, qui mérite une plus grande attention que celle accordée aujourd'hui. La pollution intérieure reste bien plus complexe que la simple homogénéité et l'image de réacteur inerte qu'on lui confère habituellement. Enfin, les auteurs soulignent qu'il serait bon de développer les recherches sur les interactions chimiques et les phénomènes d'adsorption encore trop méconnus aujourd'hui.

Le second article examiné analyse plus spécifiquement le transfert des substances volatiles du sol ou de l'eau vers l'air intérieur des habitats. Il a pour objet de mettre en lumière l'importance de la dégradation biologique aérobie des hydrocarbures aromatiques pour expliquer la différence entre des mesures et la modélisation appliquée jusqu'à maintenant, cette dernière conduisant à une surestimation des teneurs. Après avoir démontré la nécessité de prendre en compte la biodégradation aérobie pour approcher un résultat de concentration dans l'air intérieur plus vraisemblable, une revue pertinente de la littérature sur la modélisation de cette dégradation aérobie est proposée. Elle est suivie d'une application démontrant son influence non négligeable.

Les principaux acquis peuvent se résumer ainsi :

- les modèles surestiment systématiquement les teneurs en hydrocarbures aromatiques monocycliques (benzène par exemple), alors que les prédictions sont plus en accord pour les dérivés aromatiques chlorés ;
- cette différence est expliquée par la non prise en compte de la dégradation biologique aérobie ;

- la compréhension de la dégradation biologique montre que les éléments déterminants sont : la présence d'oxygène en quantité suffisante, les nutriments issus de la biomasse, la population microbienne. Les facteurs influents sont la porosité du sol, les concentrations verticales d'hydrocarbures et la capacité de migration de l'oxygène à partir de la surface ;
- la modélisation de cette biodégradation est proposée par quelques auteurs pour les sols contaminés par des hydrocarbures. Elle montre qu'en fonction des caractéristiques du sol la réduction des transferts du sol vers l'air à l'intérieur des habitats peut être élevée. Le coefficient de diffusion peut être réduit jusqu'à un facteur 10 000.

En conclusion, une certaine confiance peut être conférée à la modélisation proposée par les auteurs. Il est cependant nécessaire de tenir compte d'autres facteurs tels que les phénomènes d'advection, la connaissance de la concentration ambiante et les interactions entre les substances comme le signalent les premiers auteurs Olson et Corsi.

Sources : Olson D.A., Corsi R.L. ; Fate and transport of contaminants in indoor air ; Soil and Sediment Contamination, 11(4) [2002], 583 – 601
DeVaull G., Ettinger R., Gustafson J. ; Chemical Vapor intrusion from soil or groundwater to indoor air: significance of unsaturated zone biodegradation of aromatic hydrocarbon ; Soil and Sediment Contamination, 11(4) [2002], 625 – 641

Articles analysés par : Frédéric DOR, Institut de Veille Sanitaire ; f.dor@invs.sante.fr



EFFETS SANITAIRES

Impact de facteurs de l'environnement intérieur sur la survenue de symptômes atopiques chez des enfants

Une cohorte de 904 enfants suédois a été suivie de l'âge de 3 mois à 4 ans. Des questionnaires ont été envoyés à la mère lorsque l'enfant avait 3 mois, 18 mois et 4 ans. Un échantillon sanguin a été prélevé chez un nombre restreint d'enfants de 4 ans pour y analyser les anticorps spécifiques des allergènes alimentaires et des allergènes de l'air ambiant. La prévalence de l'asthme, des réactions allergiques touchant les yeux et le nez, de l'eczéma et des allergies alimentaires a été déterminée.

De cet article visant à évaluer le rôle de facteurs de l'environnement domestique sur le développement de symptômes atopiques chez les enfants, il ressort un risque accru de manifestations allergiques, réactions alimentaires incluses, en cas d'épisodes de toux et de rhumes répétés (infections probablement

virales). Parallèlement, le développement de manifestations atopiques chez les jeunes enfants n'apparaît lié à aucun facteur de l'environnement domestique, tel qu'il est perçu par la mère.

Un certain nombre de limites à l'étude sont toutefois à considérer :

- L'environnement domestique est évalué par l'intermédiaire de paramètres de perception du logement par la mère, ainsi que par des symptômes déclarés. Si le recueil des données utilise le "MM-questionnaire" qui est décrit comme ayant été précédemment validé et jugé "acceptable", aucune mesure objective de ces paramètres n'est cependant prise en considération.

- C'est la mère qui déclare les événements sanitaires chez son enfant : cette déclaration pourrait dépendre de sa perception du logement occupé. Inversement, la perception du logement par la mère pourrait également être différente en fonction de la santé de son enfant.
- Ce suivi de cohorte d'enfants porte sur un effectif de 638 sujets, ce qui semble assez peu pour l'hypothèse à tester.

L'interprétation et l'exploitation des résultats s'avèrent donc délicates. Il n'en demeure pas moins que cet article s'intègre dans une littérature émergente relative aux enquêtes de cohorte

prospective de nouveau-nés visant à évaluer l'impact de différents facteurs de risque sur la survenue de manifestations respiratoires et atopiques, et plus particulièrement celui de facteurs de l'environnement et du cadre de vie des enfants.

Source : Gustafsson D., Andersson K. ; Effect of indoor environmental factors on development of atopic symptoms in children followed up to 4 years of age ; Paediatric and Perinatal Epidemiology, 18(1) [2004], 17 – 25

Article analysé par : Nathalie SETA, Faculté de Pharmacie de Paris ; seta@pharmacie.univ-paris5.fr



EFFETS SANITAIRES

Construction d'un questionnaire d'enquête pour l'évaluation de la qualité de l'environnement intérieur résidentiel

Un travail mené en Suède, où une loi de 1998 stipule que les propriétaires de logements ont la responsabilité de prouver que leur bien n'est pas dangereux pour la santé humaine, décrit la construction d'un questionnaire relatif à la qualité

de l'air intérieur et à la santé (*Stockholm Indoor Environment Questionnaire*: SIEQ), qui inclut des questions sur le bâti, la perception de la qualité de l'air, les comportements et des aspects sociaux.

Points à renseigner dans le questionnaire d'enquête sur la qualité de l'environnement intérieur

Bâtiment	Occupants	Environnement intérieur	Santé
Ventilation / chauffage / âge / dimensions / propriétaire / rénovation	Facteurs personnels : âge, sexe, atopie, habitudes tabagiques	Qualité de l'air : air, odeurs, moisissures	irritations des yeux irritations du nez irritations de la gorge irritations dermiques toux maux de tête fatigue
	Ménage : taille, statut marital, nombre d'enfants	Confort thermique : température, surfaces froides, humidité relative	
Logement	Comportements : aération, nettoyage, temps passé en intérieur	Environnement sonore : bruits diffus, bruits distincts	
Taille / revêtement de sol / densité d'occupation / fuite d'eau / condensation / rénovation	Perception : satisfaction par rapport à l'habitat	Environnement visuel : éclairage (jour et nuit)	

La construction du *Stockholm Indoor Environment Questionnaire*, centré sur la qualité de l'air à l'intérieur des habitations, est basée sur une approche sociologique en plusieurs étapes. Pour rappel, la construction de tout questionnaire doit déboucher sur un questionnaire valide (qui mesure ce qu'il doit mesurer) et reproductible.

La première étape est l'identification des expressions de la vie courante que les gens utilisent pour caractériser leurs logements. A cette fin, des interviews qualitatives d'1 à 2 heures avec des questions ouvertes non standardisées, ont été effectuées auprès de 21 personnes avec des âges, sexes et statuts maritaux différents et vivant dans des immeubles collectifs de typologie constructive différente.

La seconde étape est la sélection des aspects significatifs de l'environnement intérieur des logements, se basant sur les informations obtenues lors des interviews de la première étape. Un questionnaire standardisé administré a été construit

avec des questions à la fois ouvertes et fermées, permettant de tester différentes expressions pour chaque caractéristique avec différentes échelles de réponse aux questions. Ce questionnaire comprenait 250 questions et a été posé à 350 adultes vivant dans des immeubles collectifs. Les réponses des personnes sur les caractéristiques de leur environnement intérieur ont été comparées aux observations faites par l'enquêteur.

La troisième étape consistait à transformer le questionnaire standardisé administré en un auto-questionnaire postal incluant les questions les plus pertinentes. Les questions ouvertes étaient transformées en questions fermées. La sélection entre les questions a été faite par une analyse des corrélations entre questions, en gardant les questions spécifiques les plus liées aux questions générales sur la perception de la qualité de l'air et du confort vis-à-vis de la température, du bruit et de la luminosité. Finalement, 45 questions sur 250 ont été conservées.

Lors de la quatrième étape, l'auto-questionnaire a été testé dans 75 logements répartis dans 3 immeubles avec des niveaux de plaintes variables quant à l'environnement intérieur. Le nombre de questions a ensuite été réduit de 45 à 33, en sélectionnant de nouveau les questions spécifiques les plus liées à la question générale sur la perception de l'environnement intérieur et en supprimant les questions n'apportant pas d'informations significatives. Toutefois, certaines questions spécifiques non directement liées à la question générale, mais liées à des aspects techniques du bâti, ont été maintenues dans le questionnaire.

En dernier lieu, la reproductibilité du questionnaire a été testée à l'échelle de la zone d'habitation, puis de l'immeuble et enfin au niveau individuel. Dans les deux premiers cas, le questionnaire a été administré à deux échantillons de personnes différentes vivant dans la même zone d'habitation, ou dans le même immeuble selon le cas testé, à la même période de l'année à 1 an d'intervalle. Les prévalences des symptômes et les plaintes ont été comparées. A l'échelle individuelle, le questionnaire a été administré aux mêmes personnes à deux ans d'intervalle. La proportion de sujets donnant la même réponse aux 2 occasions et l'indice statistique kappa ont été calculés.

Les auteurs soulignent l'importance à donner à l'ordre des questions. Ils ont choisi de placer au début les questions générales sur la satisfaction vis-

à-vis du logement (taille, aménagement, prix, gestion), ensuite les questions sur la perception de l'environnement intérieur avec, au milieu de celles-ci, les questions sur la santé, et enfin les questions sur les caractéristiques de la personne et du ménage.

Cet article, très intéressant puisqu'il souligne la nécessité de construire les questionnaires avec une méthodologie appropriée et de les tester avant utilisation dans les études épidémiologiques, donne en outre les résultats détaillés des différentes investigations lors des étapes 1, 2 et 4 et des études de reproductibilité. L'auto-questionnaire final comprend 11 pages et il a depuis été utilisé dans plusieurs études représentant plus de 900 immeubles, avec des taux de réponse de plus de 75%. On pourra juste regretter que la partie statistique de la construction du questionnaire reste assez basique (simple calcul des corrélations entre les variables). Des méthodes plus sophistiquées existent et sont développées par les statisticiens spécialistes de psychométrie, avec utilisation d'analyses factorielles et du modèle de rash.

Source : Engvall K., Norrby C., Sandstedt E. ; The Stockholm Indoor Environment Questionnaire: a sociologically based tool for the assessment of indoor environment and health in dwellings ; *Indoor Air*, 14(1) [2004], 24 – 33

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



EXPOLOGIE - EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

Corrélation entre la cotinine urinaire et la nicotine dans la poussière de maison

L'exposition à la fumée de tabac environnementale (FTE) n'étant pas jugée optimale par l'unique recours à un questionnaire du fait de la multiplicité des déterminants de l'exposition, cette dernière est le plus souvent décrite grâce à un "marqueur". La mesure de la cotinine urinaire est ainsi très fréquemment utilisée et s'avère être un très bon biomarqueur de l'exposition à la FTE*. Lors des travaux menés en Suède auprès de 24 enfants asthmatiques, il a été proposé d'utiliser la nicotine particulière présente dans la poussière de maison pour évaluer l'exposition à la FTE*. Cette nicotine est prélevée sur un filtre placé en amont d'un aspirateur aspirant pendant 10 minutes le sol du salon et de l'aire de jeu que l'enfant fréquente la plus souvent. Parallèlement, la nicotine est également analysée dans les sacs de l'aspirateur familial. Enfin, la cotinine urinaire est dosée chez les enfants. L'indice I d'exposition tabagique de l'enfant est évalué selon qu'il n'y a aucun fumeur à la maison (I=1), que seul le père fume (I=2), que seule la mère fume (I=3) ou que les 2 parents fument (I=4).

La corrélation entre la cotinine urinaire et l'exposition tabagique de l'enfant (utilisation de l'indice d'exposition) est une nouvelle fois confirmée. En outre, une bonne corrélation

($r_{\text{Spearman}}=0,93$; $P < 0,0001$) est retrouvée entre la cotinine urinaire et la nicotine mesurée sur le filtre. En revanche, la teneur en nicotine du sac d'aspirateur, bien que liée à celle du filtre, apparaît comme plus fluctuante, donc moins bien corrélée à la cotinine urinaire. Il est donc suggéré par les auteurs de prendre en compte ce nouveau procédé (standardisé) d'échantillonnage de la nicotine dans la poussière de maison par recueil sur filtre pour évaluer l'exposition à la FTE*.

La validation sur un échantillonnage plus important, avec en outre des mesures répétées pour un même habitat, semble cependant indispensable. Ce procédé d'échantillonnage de la nicotine dans la poussière de maison étant simple à mettre en œuvre, il mériterait, une fois validé, d'être inclus dans les procédures d'évaluation de l'exposition à la FTE*.

Source : Willers S., Hein H.O., Jansson L. ; Assessment of environmental tobacco smoke exposure: urinary cotinine concentrations in children are strongly associated with the house dust concentrations of nicotine at home ; *Indoor Air*, 14(2) [2004], 83 – 86

Article analysé par : Frédérique GRIMALDI, Faculté de Pharmacie de Marseille ; frederique.grimaldi@pharmacie.univ-mrs.fr

Politiques publiques

Le **Plan National Santé-Environnement (PNSE) français 2004-2008** a été rendu public en juin dernier. Trois objectifs prioritaires sont mis en avant par ce premier plan français cosigné par les ministères de la santé et de la protection sociale, de l'écologie et du développement durable, de l'emploi, du travail et de la cohésion sociale et le ministère délégué à la recherche : garantir un air et une eau de bonne qualité, prévenir les pathologies d'origine environnementale, notamment les cancers, et mieux informer le public et protéger les populations sensibles (enfants et femmes enceintes). Le PNSE 2004-2008 est structuré en 5 parties, rappelant le contexte de l'élaboration du PNSE, le diagnostic de la commission d'orientation constituée à cette occasion, les principes et la structure du plan et présentant les 45 actions, dont 12 prioritaires, et le suivi de leur mise en œuvre. Un certain nombre des actions présentées concernent plus particulièrement la qualité de l'environnement intérieur, à savoir :

- “réduire de 30% la mortalité par intoxication au monoxyde de carbone”, cause d'environ 300 décès et 6 000 intoxications annuellement en France, par la mise en œuvre d'un nouveau système de surveillance, par un cadre réglementaire fixant les exigences à respecter (décret à paraître en 2005) et par un renforcement de l'information et de la prévention ;
- “mieux connaître les déterminants de la qualité de l'air intérieur (QAI) et renforcer la réglementation” par la pérennisation des travaux de l'observatoire de la qualité de l'air intérieur qui serviront de base à la promulgation de mesures de prévention, à l'établissement d'indices de la QAI et à la création d'un espace de communication dédié au bâtiment et à la QAI (action considérée comme prioritaire) ;
- “mettre en place un étiquetage des caractéristiques sanitaires et environnementales des matériaux de construction” en cohérence avec les actions européennes en cours et compilées dans une base de données (action considérée comme prioritaire ; taux d'étiquetage de 50% à atteindre d'ici 2010) ;
- “améliorer l'information des acquéreurs et des futurs locataires de biens immobiliers sur leurs principales caractéristiques techniques”, notamment par la création d'un document unique regroupant tous les diagnostics réalisés, dont les procédures seront par ailleurs homogénéisées ;

- “réduire l'exposition au radon dans les bâtiments à usage d'habitation et mieux évaluer le risque” dans la continuité des actions entreprises depuis 1998 dans les établissements recevant du public pour réduire les expositions sous le seuil réglementaire de 400 Bq/m³ ;
- “limiter l'exposition de la population aux fibres minérales artificielles” en interdisant la mise sur le marché de celles classées cancérogènes par le Centre International de Recherche sur le Cancer ;
- “protéger la santé des populations vivant en habitat insalubre” par la suppression ou la réhabilitation de 20 000 logements insalubres par an, dont le nombre total en France se situe entre 400 000 et 600 000 ;
- “améliorer la prévention du saturnisme infantile”, entre autres par des expertises plomb systématiques lors de la vente ou de la mise en location de logements construits avant 1949 et lors d'enquêtes d'insalubrité, et par des actions auprès des propriétaires d'habitats où subsistent des peintures au plomb.

D'autres actions concernent plus ou moins la qualité de l'environnement intérieur comme l'amélioration de l'information sur la prévention de l'asthme et des allergies passant notamment par le développement du métier de conseiller en environnement intérieur, et la mise en place d'indicateurs de qualité pour les bâtiments accueillant des enfants. De manière générale, l'approfondissement des connaissances relatives aux effets sanitaires des substances chimiques, le développement des potentiels de recherche et d'expertise, l'amélioration des systèmes de veille, de formation et de communication contribueront également au développement de la thématique de l'environnement intérieur.

Pour plus d'informations, télécharger le texte intégral du PNSE 2004-2008 à l'adresse suivante :

➔ <http://www.sante.gouv.fr/htm/dossiers/pnse/rapport.pdf>
Disponible également sur les sites Internet des autres ministères signataires du PNSE.

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a initié une série de conférences interministérielles sur la santé environnementale qui rassemblent les ministres de la santé et de l'environnement des 52 pays de la zone européenne de l'OMS, mais également des organisations intergouvernementales ou non gouvernementales et des syndicats. Après Francfort en 1989, Helsinki en 1994 et Londres en 1999, la 4^{ème} conférence du cycle s'est tenue à Budapest du 23 au 25 juin 2004 sur le thème "Un futur pour nos enfants". La problématique de l'habitat y a été largement évoquée.

D'une part, le document préparatoire fournit une vision globale très complète sur l'état des connaissances autour de la relation "Habitat – Santé" en tentant de répondre à la question "Qu'est-ce qu'un habitat favorable à la santé?". L'impact de l'habitat sur la santé mentale intégrant les dimensions sociales, culturelles et individuelles, le bruit, la qualité de l'air intérieur, les accidents domestiques, l'accessibilité au logement, la relation entre l'habitat et la prévalence de l'obésité, la présence de moisissures, le confort thermique, la consommation énergétique, l'insécurité, l'environnement résidentiel y sont abordés et montrent les très nombreux aspects qu'englobe la notion d'environnement intérieur et qui rendent complexe la hiérarchisation des risques liés à l'habitat en terme de santé publique.

Le document préparatoire rapporte par ailleurs les premiers résultats de l'enquête LARES (*Large Analysis and Review of European housing and health Status*) réalisée par l'OMS dans 8 villes européennes auprès de 8 519 résidents de 3 373 ménages visant à évaluer le parc de logements existant (constitution d'une base de données) et la perception de l'habitat par ses occupants afin d'identifier les priorités sanitaires.

D'autre part, dans la déclaration finale de la conférence présentant le plan européen d'action en Santé Environnement pour les enfants, on compte, parmi les 4 priorités régionales, la réduction des pathologies respiratoires dues aux pollutions extérieure et intérieure (*Priority Goal III*).

Review of evidence on housing and health, Fourth Ministerial Conference on Environment and Health, Budapest, Hungary, 23 – 25 June 2004, document référencé EUR/04/5046267/BD/1 ; April 2004 – 24 pages

➔ <http://www.euro.who.int/budapest2004> > Rubrique *Documentation* > *Background documents* ou directement à l'adresse : <http://www.euro.who.int/Document/HOH/ebackdoc01.pdf>

Children's Environment and Health Action Plan for Europe, Fourth Ministerial Conference on Environment and Health, Budapest, Hungary, document référencé EUR/04/5046267/7 ; 25 June 2004 – 10 pages

➔ <http://www.euro.who.int/document/e83338.pdf>

Publications

Un ouvrage très complet vient de paraître sur les effets sanitaires de la pollution de l'air. Plusieurs chapitres sont spécifiquement dédiés à l'air intérieur : sont successivement traités les pollutions chimiques et microbiologiques, puis les effets sur le système respiratoire, ainsi que le *sick building syndrome*.

L'air et la santé, sous la direction de Denis Charpin, Editions Médecine-Sciences Flammarion ; Mai 2004 – 305 pages

Le rapport très attendu de l'institut américain de médecine (IOM, *Institute of Medicine*) est paru en mai dernier. A l'heure où la polémique est particulièrement virulente aux Etats-Unis sur les relations entre humidité des habitats et impacts sanitaires, l'ouvrage publié par l'IOM examine l'ensemble des données disponibles dans la littérature scientifique et tente d'en extraire des relations dose-réponse entre humidité des ambiances intérieures et troubles des voies respiratoires supérieures. En outre, le rôle de l'humidité dans la croissance des moisissures et

autres agents biologiques et son rôle vis-à-vis des émissions de substances chimiques est explicité, ainsi que les moyens de remédier à ces contaminations de l'environnement intérieur.

Damp Indoor Spaces and Health, Committee on Damp Indoor Spaces and Health, Board of Health Promotion and Disease Prevention, Institute of Medicine – May 2004, 380 pages. L'ouvrage est lisible en ligne sur le site de la *National Academies Press* : <http://www.nap.edu/catalog/11011.html>

La lutte contre le saturnisme infantile fait partie des priorités d'action en santé environnementale que fixent le plan national Santé Environnement 2004-2008, évoqué précédemment, et la loi de santé publique en projet à ce jour. Le rapport préparé par **l'Inspection Générale des Affaires Sanitaires et Sociales et le Conseil National des Ponts et Chaussées**, paru en mars 2004, réalise d'une part une synthèse des principaux éléments de la problématique du saturnisme lié à l'habitat (sources d'intoxication, voies d'exposition, effets sanitaires, typologie des enfants concernés, stratégies de dépistage, traitements, dispositif national, cadre juridique) et d'autre part une évaluation des actions de lutte conduites à Paris (acteurs, spécificité, évolution, difficultés).

Lutte contre le saturnisme infantile lié à l'habitat indigne, Analyse du dispositif dans trois départements d'Ile-de-France, Rousseau-Giral A.C., Tricard D., Crepey G. ; Mars 2004 – 166 pages

➔ <http://www.ladocumentationfrancaise.fr> > Rubrique *Bibliothèque des rapports publics*

Dans le cadre du plan canicule qui fait suite à la crise sanitaire de l'été 2003, **l'Agence Française de Sécurité Sanitaire Environnementale** a été saisie fin 2003 par les ministères de la santé et de l'écologie pour rendre un avis sur **l'impact sanitaire et environnemental des installations de climatisation**. Les premiers travaux du groupe d'experts constitué à cette fin se sont attachés à étudier plus particulièrement ces impacts, en situation de températures extrêmes, pour le cas des installations équipant des établissements de santé et des établissements accueillant des personnes âgées. Le premier rapport du groupe rappelle que l'effet bénéfique de la climatisation des locaux en cas de vagues de chaleur n'a fait l'objet que de très peu d'études. En outre, ces dernières ne concernent pas les personnes âgées et sont exclusivement américaines, donc non extrapolables à la situation européenne où le taux d'équipement en systèmes de climatisation est très inférieur à celui des foyers et bureaux américains. Cependant, suite à l'épisode caniculaire de 2003, la mise en place de pièces rafraîchies a été proposée et dans ce contexte, le rapport du groupe de travail rapporte :

- la réglementation en vigueur pour les installations de climatisation ;
- l'état des lieux de l'équipement des établissements français de santé et de ceux accueillant des personnes âgées issu des 2 récentes enquêtes menées par la Direction de l'Hospitalisation et de l'Organisation des Soins et la Direction Générale de l'Action Sociale ;

- les différents systèmes existants (climatisation individuelle ou centralisée, avec ou sans traitement de l'air, avec une condensation par air ou par eau, ...) ;
- les impacts sanitaires de la climatisation (“choc thermique”, irritation de la peau et des muqueuses oculaires et respiratoires, nuisances sonores, pathologies infectieuses respiratoires, manifestations allergiques plus rarement) et environnementaux (consommation énergétique, émission de gaz à effet de serre et de liquides frigorigènes) des installations de climatisation des établissements recevant des personnes âgées.

Enfin, le rapport émet une série de recommandations par rapport au bâtiment et aux équipements, pour les populations et en terme de consommations énergétiques, de réglementation et enfin d'impacts sanitaires, dans le cadre de la mise en place des espaces rafraîchis dans les établissements accueillant des personnes âgées. Les actions préalables et les solutions alternatives à la climatisation sont également clairement exposées.

Impacts sanitaires et énergétiques des installations de climatisation, Etablissements de santé, Etablissements accueillant les personnes âgées, Contribution au Plan Canicule, en partenariat avec le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment ; 14 mai 2004 – 78 pages

➔ <http://www.afsse.fr/documents/rapport.climatisation.pdf>

Le guide publié par le **CETIAT, Centre Technique des Industries Aéronautiques et Thermiques**, à destination des bureaux d'études, sociétés de maintenance et maîtres d'ouvrages, fournit **les règles pratiques des installations de ventilation et de conditionnement d'air**. La conception, le dimensionnement, l'installation, la maintenance et l'entretien, étapes toutes indispensables au bon fonctionnement de ces systèmes, sont ainsi traitées. Les principaux systèmes aéronautiques du génie climatique, existants sur le marché des secteurs résidentiel et tertiaire, sont en outre présentés avec l'incidence sur la qualité de l'air intérieur de leurs différents composants. Enfin, la liste des références réglementaires et normatives est fournie.

Qualité de l'air dans les installations aéronautiques, Bernard A.-M. et Tissot A. ; 2004 – 20 pages
➔ <http://www.cetiat.fr/>

Le cadre réglementaire relatif au risque lié à la présence de **radon dans les bâtiments** est en pleine évolution en France. Parallèlement, la Commission Européenne a mis en place le **programme ERRICCA 2** (*European Radon Research and Industry Collaboration Concerted Action*) rassemblant, sous la houlette de l'institut britannique *Building Research Establishment*, 35 organismes de 20 pays. Ceux-ci travaillent à l'élaboration de techniques de diagnostic et de remédiation, ainsi qu'à la diffusion de la connaissance scientifique et technique, au travers de campagnes nationales d'information et de sensibilisation. Ce programme, d'une durée de trois ans, a débuté en février 2002.

Les thématiques traitées dans ERRICCA 2 ont été présentées lors du 2^{ème} forum français d'information qui s'est tenu le 3 juin dernier. Des exemples de la gestion de la problématique en Autriche et en Suisse ont également été présentés. Les supports visuels de cette journée sont téléchargeables en ligne sur le site du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment dédié au radon.

➔ Pour plus d'informations, consulter les sites :
<http://ddd.cstb.fr/radon> > Rubrique *Programme ERRICCA2*
<http://european.radon.ntua.gr/>

A la demande de l'assemblée de l'Etat de Californie, le **bureau de l'air de l'antenne californienne de PUS-EPA*** a rédigé une **synthèse des connaissances scientifiques relatives à la qualité de l'air intérieur (QAI)** : polluants et leurs sources, effets sanitaires potentiels et coûts sanitaires associés, réglementations existantes, moyens d'amélioration de la QAI* dans les écoles, habitations et locaux de travail non industriels. Avant soumission définitive aux instances législatives, le projet de rapport est mis en ligne sur Internet pour consultation des experts et du public. Si le rapport ne rapporte globalement pas de faits nouveaux, il fournit toutefois :

- une quantification des cas de cancers supplémentaires (230 cas) apparaissant annuellement en Californie et directement imputables aux cancérogènes émis dans l'air intérieur par les produits de construction, d'ameublement et de consommation, estimation très rarement fournie dans la littérature scientifique ;
- l'estimation, reconnue grossière, des coûts annuels "quantifiables" (la pollution particulaire n'est ainsi, par exemple, pas intégrée en l'absence de données chiffrées relatives à son impact sanitaire) liés à la pollution de l'air

intérieur dus aux morts prématurées, aux frais médicaux et à la perte de productivité des travailleurs. Pour la Californie, ces coûts s'élevaient à 35 milliards de dollars, dont 25 milliards liés au tabagisme ;

- une proposition de programme d'action en 10 points afin que des mesures à la hauteur des enjeux sanitaires que représente la problématique de la QAI* soient mises en œuvre. Sont entre autres proposés l'établissement de valeurs limites d'émission (matériaux, mobilier, appareils de combustion), l'élaboration de valeurs limites dans les environnements intérieurs, des amendements au code de la construction, le développement de l'information au grand public, de la formation de professionnels, de la recherche et de l'innovation technologique dans le domaine de la ventilation et du traitement de l'air.

Indoor Air Pollution in California, Report to the California Legislature, California Environmental Protection Agency, Air Resources Board, Draft for Public Review ; June 2004 – 196 pages
➔ <http://www.arb.ca.gov/research/indoor/ab1173/ab1173.htm>

Le projet PeBBu (*Performance Based Building*) correspond à un **réseau thématique européen sur les critères de performance des bâtiments**. Plusieurs thématiques y sont abordées, dont l'une d'elles s'attache plus particulièrement à l'environnement intérieur ("domaine 2" comptant 40 membres de 20 pays). Le rapport mis en ligne en mai 2004 par le TNO, centre technique hollandais du bâtiment et de la construction, fournit les bases du projet pour le secteur de l'environnement intérieur, à savoir, le cadre du travail, ses objectifs, ses relations avec les autres champs couverts par le PeBBu, les définitions de "performance" et "critères de performance" et l'état de l'art des connaissances et activités dans le domaine des performances sanitaires et environnementales de la construction.

Performance Based Building, 2nd domain, Indoor Environment, Domain report & Contribution to the first international state-of-the-art report, Version 2, Loomans M., Bluysen P. ; May 2004 – 178 pages
➔ <http://www.pebbu.nl/> > *Scientific Domains* > *Domain 2* ou directement :
http://www.pebbu.nl/PeBBu_dir/Domains/Domain_2/Domain2.pdf
et site dédié au domaine 2 :
<http://sts.bwk.tue.nl/pebbu/>

Si l'importance de la ventilation est toujours mise en avant dans les études sur la productivité des travailleurs, il n'en demeure pas moins que d'autres paramètres physiques sont susceptibles de contribuer à la qualité de l'environnement intérieur. Ainsi, une étude a été menée par **l'institut polytechnique Rensselaer** (Etat de New York) avec le financement du département américain à l'énergie, sur **l'impact de la luminosité des ambiances intérieures** sur la productivité. La rapidité d'exécution de certaines tâches de bureau a été testée en fonction de la luminosité et du

contraste entre l'emplacement du travailleur et le reste de la pièce. Même si des paramètres individuels rentrent nécessairement en compte (acuité visuelle, motivation, capacité, ...), la luminosité joue un rôle évident d'après les résultats. Les aspects coûts-bénéfices sont également traités.

The benefits of day light through windows, Boyce P., Lighting Research Center ; September 2003 – 88 pages
➔ <http://www.lrc.rpi.edu/programs/daylightdividends/>

GLOSSAIRE

COV : Composés Organiques Volatils
FTE : Fumée de Tabac Environnementale
QAI : Qualité de l'Air Intérieur

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

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 Cicoella

Comité de rédaction du N°9 : Desqueyroux H., Delaunay C., Dor F., Festy B., Mandin C.

Coordination et contact : Corinne Mandin corinne.mandin@ineris.fr

INERIS, Parc Technologique ALATA, BP 2, 60 550 Verneuil-en-Halatte

ISSN : En cours

Le réseau RSEIN, en relation avec l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur, est constitué de représentants des structures suivantes : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, Association pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique, ATMO Poitou-Charentes représentant les Associations Agréées pour la Surveillance de la Qualité de l'Air, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Centre Technique du Bois et de l'Ameublement, Complexe de Recherche Interprofessionnel en Aérothermochimie, Faculté de Pharmacie de Marseille, Faculté de Pharmacie de Paris V, association Haute Qualité Environnementale, Hôpitaux de Rouen, Hôpitaux de Strasbourg, INSERM U 472, Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire, Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques, Institut de Veille Sanitaire, Laboratoire Central de la Préfecture de Police de Paris, Laboratoire d'Etude des Phénomènes de Transfert Appliqués au Bâtiment, Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris, Laboratoire du Génie de l'Environnement Industriel - antenne de Pau de l'Ecole des Mines d'Alès, MEDIECO, SEPIA-Santé, Vincent Nedellec Conseils.

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