



Info Santé Environnement Intérieur

N°14
Février 2006

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

EDITO

Air intérieur : le rôle des Associations Agréées pour la Surveillance de la Qualité de l'Air

En France, le Ministère de l'écologie et du développement durable est responsable de la définition et de la mise en œuvre de la politique nationale de surveillance, de prévention et d'information sur l'air. Localement, la surveillance des polluants atmosphériques et l'information relative à la qualité de l'air sont confiées à des associations regroupant l'État, les collectivités, les industriels, des associations de citoyens et des experts impliqués dans la protection de l'environnement. Ces organismes sont agréés par le ministère en fonction de critères techniques (qualité des mesures) et d'organisation (transparence de l'information donnée au public). Les Associations de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) assurent ainsi le suivi de la qualité de l'air en continu sur leur territoire de compétence.

Les AASQA ont été créées, pour le plus grand nombre, dans les années 1970 afin de surveiller la pollution de l'air due aux sources industrielles, en particulier la pollution acido-particulaire. Grâce aux efforts de traitement de fumées de cheminée (désulfuration, dépoussiérage...), l'impact sur l'environnement de ces polluants traceurs de l'activité industrielle a considérablement baissé à l'image du dioxyde de soufre, dont les émissions industrielles ont diminué de 49 % entre 1990 et 2000. Dans les années 80-90, la problématique industrielle s'estompant, l'urbanisation et les réseaux routiers s'intensifiant, la surveillance de la pollution de l'air s'est tournée vers les centres urbains pour estimer les pollutions moyennes et de proximité trafic auxquelles la population est exposée. Ainsi la qualité de l'air extérieur fait, aujourd'hui, l'objet d'une surveillance continue sur les agglomérations et les zones industrielles.

Face à la prise de conscience récente des impacts sanitaires de l'air intérieur, la surveillance pourrait également s'étendre aux environnements intérieurs. En effet, les citoyens passent de 60 à 80 % de temps à l'intérieur de locaux. Il est nécessaire d'avoir une vision intégrée des pollutions atmosphériques rencontrées dans les divers lieux de vie fréquentés par les personnes : lieux de travail, bâtiments et équipements, garages souterrains, tunnels... Cela implique aussi une connaissance de l'exposition des personnes aux polluants en fonction du temps passé dans les différents lieux. Le droit à l'information de chacun sur la qualité de l'air qu'il respire, droit fondamental défini par la Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie du 30 décembre 1996 (article 1), doit être entendu pour tous les lieux de vie.

La qualité de l'air extérieur : interaction avec l'air intérieur ?

La problématique de l'environnement intérieur est complexe du fait de la variabilité des sources de pollution (air extérieur, matériaux de construction et mobilier, occupants et leurs activités...), des différentes typologies d'espaces clos (bureaux, logements, jardins d'enfants, transports...) et des différentes conditions climatiques et de ventilation. Il est donc difficile de différencier air intérieur et air extérieur et de cloisonner chacun de ces domaines. L'air est un espace continu : l'homme ne respire pas différemment en passant d'un environnement à l'autre et l'air intérieur se « nourrit » de l'air extérieur par les différents systèmes de ventilation. Les variations temporelles de la concentration extérieure sont reproduites à l'intérieur. Il est donc important de caractériser simultanément air intérieur et air extérieur aux abords des bâtiments étudiés.

C'est pourquoi, afin d'avoir cette vision la plus globale, les AASQA travaillent, outre pour la surveillance de la qualité de l'air ambiant extérieur, à une meilleure connaissance de la qualité de l'air dans les lieux clos recevant du public : crèches, écoles, collèges, hôpitaux, gares de transport, magasins et centres commerciaux, tunnels et parkings clos...

Edwige RÉVÉLAT, ATMO Poitou-Charentes

SOMMAIRE

Substances → p2 ; Lieux de vie → p4 ; Effets sanitaires → p5 ; Informations diverses → p8

Les astérisques renvoient aux termes du glossaire. → p14

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

Le taux d'hygrométrie murale, indicateur de la présence de la moisissure *Stachybotrys chartarum*

La question posée par les auteurs est de savoir si au moins une des pièces du logement étudié est contaminée par la moisissure *Stachybotrys chartarum* (S.C.).

Cent logements situés dans la région marseillaise et signalés entre mars et octobre 2002 par des médecins (généralistes ou spécialistes) comme pouvant être à l'origine de troubles respiratoires chez leurs patients, ont été intégrés à l'étude. Pour chacun d'eux, l'hygrométrie ambiante et l'humidité murale sont mesurées à trois reprises. La flore mycélienne est récupérée par application d'un papier adhésif à la surface d'un mur, puis étudiée par microscopie optique par le laboratoire de l'Institut scientifique Louis Pasteur à Bruxelles.

Chacune des pièces d'un même logement comportant des surfaces moisies a été échantillonnée. Trois groupes de logements 1) contaminés par S.C., 2) contaminés par d'autres moisissures que S.C. et 3) non contaminés, sont formés à partir des résultats mycologiques pour lesquels l'hygrométrie murale moyenne a été calculée et sont comparés 2 à 2.

Les résultats montrent que, pour les 100 logements étudiés et les échantillons effectués, 13 et 50 sont respectivement contaminés par S.C. Dans cet ensemble, huit groupes différents de moisissures ont été identifiés.

Comparaison des hygrométries murales moyennes des 3 groupes de logements

Sous-groupe (nombre d'échantillons)	Hygrométrie murale moyenne	Écart-type	Différences entre les sous-groupes	
<i>Stachybotrys chartarum</i> présent (n = 30)	97	6,1	} $p < 0,001$	} $p < 0,001$
Autres moisissures (n = 91)	41,8	36,9		
Absence de moisissure (n = 137)	38,9	34,8	} Non significative	

Les auteurs concluent que la mesure de l'humidité murale permet d'exclure ou de suspecter la présence de S.C. sur un mur. A leur connaissance, cette association entre humidité murale et présence de S.C. n'a jamais été montrée dans une étude de terrain. Des recherches expérimentales ont montré que le développement de S.C. nécessite une activité d'eau (a_w) très élevée, ce qui est le cas pour d'autres moisissures toxiques fréquentes dans l'environnement. Enfin, il n'y a aucune corrélation entre l'humidité murale et l'hygrométrie ambiante sans doute en raison de microclimats.

Trouver un indicateur simple, rapide à donner un résultat fiable et peu onéreux pour la détection de moisissures dans les logements est le rêve de tous les acteurs en charge de la santé publique. L'étude décrite a été volontairement limitée aux moisissures

ayant des effets toxiques sur l'homme. Dans ce contexte, la seule mesure de l'hygrométrie murale au bon endroit peut permettre d'éviter de faire des prélèvements et échantillonnages coûteux en temps et en personnel. Cependant, dans des situations où des manifestations allergiques sont signalées, cette méthode ne dispensera pas de mettre en œuvre les techniques habituellement utilisées en mycologie environnementale.

Source : Charpin D., Boutin-Forzano S., Chabbi S. *et al.* ; Le taux d'hygrométrie murale, indicateur de la présence de la moisissure *Stachybotrys chartarum* dans les logements ; Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine, 1 [2005]: 43-45

Article analysé par : Annie MOUILLESEAUX ; annie.mouilleseaux@noos.fr



Les métaux lourds sont émis dans l'environnement naturellement mais également par les activités anthropiques. La part anthropique des métaux lourds est en augmentation continue depuis le début de la révolution industrielle ; la prise de conscience des impacts de l'environnement sur la santé a considérablement évolué au cours des 10 dernières années. L'étude de Komarnicki propose d'évaluer la capacité des données environnementales à estimer l'exposition en métaux lourds en air intérieur.

Trois sites et leurs jardins adjacents ont été choisis à Vienne en Autriche. Ils sont représentatifs de milieux différents : milieu influencé par des sources industrielles, milieu urbain dense et milieu périurbain ou résidentiel. Les échantillons ont été prélevés dans les sols, les végétaux, les animaux (isopodes⁽¹⁾) et dans l'air (mesure des particules totales, des particules de diamètre inférieur à 10 μm (PM_{10}) et de diamètre inférieur à 2,5 μm ($\text{PM}_{2,5}$)).

Les résultats de cette étude ne semblent pas indiquer d'influence du type de sol sur les teneurs en plomb et cadmium dans les sols, les végétaux et les isopodes. Les concentrations totales en plomb (dans les sols sondés) sont inférieures aux valeurs guides autrichiennes (100 mg/kg). Elles sont différentes selon les trois sites visés et restent cohérentes avec leur environnement industriel et urbain. Ainsi le site industriel présente les concentrations dans les sols les plus importantes, suivi par le site urbain puis par le site résidentiel. Les teneurs en fraction soluble du plomb dans les sols sont toutefois plus importantes sur le site urbain du fait probablement des faibles teneurs en matières organiques. Toutes les valeurs relevées en cadmium dans les sols sont inférieures aux valeurs guides autrichiennes de 1 mg/kg. Comme pour le plomb, les résultats sont cohérents par rapport aux différentes caractéristiques des trois sites. Cette étude confirme que moins de 1 % du cadmium total est présent à l'état de formes solubles. Au contraire de la teneur totale en cadmium dans les sols, aucune différence n'a été relevée sur la fraction soluble du cadmium en fonction de la profondeur et selon les sites.

Dans les végétaux, les niveaux de plomb relevés sont représentatifs de zones non-contaminées, d'après les travaux de Scheffer en 1992. Aucune différence significative des teneurs en cadmium dans les plantes n'a été relevée de site à site sur les végétaux bruts ou lavés. Par rapport aux valeurs de référence, les teneurs totales dans les échantillons de cette étude sont dans les mêmes gammes d'échelles que ce qui est habituellement mesuré dans les végétaux.

Chez les animaux, les concentrations de plomb apparaissent être non influencées par les teneurs dans les sols. Les concentrations, plus fortes dans les isopodes sur le site urbain que sur le site industriel, doivent très certainement être mises en relation avec les teneurs dans la végétation. L'accumulation du cadmium chez les isopodes n'est pas proportionnelle à sa teneur dans leur alimentation. En règle générale, les concentrations en cadmium dans les isopodes sont très largement supérieures à celles relevées dans les sols et les végétaux, soulignant ainsi la grande capacité de ces animaux à accumuler le cadmium.

S'agissant des concentrations particulières ambiantes, la valeur guide autrichienne de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ n'a jamais été atteinte au cours de cette étude. Dans 14 cas, les concentrations en PM_{10} étaient supérieures à la valeur limite journalière européenne de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les teneurs totales de plomb contenu dans les particules totales montrent à l'intérieur des bâtiments des valeurs plus fortes la nuit. Les valeurs relevées en cadmium adsorbé sur les particules sont toujours plus importantes le jour que la nuit. A l'intérieur des bâtiments, l'influence des activités diurnes a été mise en évidence même si les résultats de cette étude semblent minimiser les influences du chauffage, de la cuisine et du tabac, qui est pourtant une source importante de cadmium.

Les résultats concernant les relations entre air intérieur et air extérieur montrent que les teneurs totales en plomb relevées en air intérieur sont plus faibles que celles relevées en air extérieur et peuvent être rapprochées de la filtration de l'air entrant et de sa dilution. Les valeurs plus importantes concernant le plomb soluble à l'intérieur indiquent l'influence de sources intérieures. Comme ces valeurs plus élevées sont relevées de jour comme de nuit, l'occupation des lieux n'est pas la seule explication mais l'origine de ces particules de plomb n'a pas pu être identifiée. Pour le cadmium, pendant la journée, les teneurs en cadmium total sont plus élevées à l'extérieur qu'à l'intérieur, tandis que les teneurs en cadmium soluble et le pourcentage de cadmium soluble sont importantes en air intérieur. A l'intérieur des bâtiments, l'influence des activités diurnes est de nouveau mise en évidence.

Enfin, s'agissant des relations entre les particules et les sols, les végétaux et les isopodes, les auteurs constatent que les concentrations de plomb dans les isopodes sont négativement corrélées avec les concentrations en plomb soluble dans les particules totales à l'intérieur des bâtiments et une corrélation positive avec les teneurs en cadmium soluble dans les végétaux et les teneurs dans les particules totales.

En conclusion, deux pistes sont proposées pour estimer les concentrations de plomb dans l'air :

- les teneurs en plomb dans les végétaux sont corrélées avec le pourcentage de plomb soluble dans les PM_{2,5}* ;
- une relation est montrée entre le plomb dans les particules et les teneurs relevées dans les isopodes.

Les possibilités de bio-surveillance pour le cadmium visent les teneurs dans les végétaux qui ont montré des relations importantes avec les valeurs de cadmium dans les particules en air intérieur.

Ces pistes méritent d'être approfondies dans des études complémentaires.

Note : (1) isopode : petit crustacé terrestre de type cloporte

Source : Komarnicki G.J.K. ; Lead and cadmium in indoor air and the urban environment ; Environmental Pollution, 136(1) [2005]: 47-61

Article analysé par : Edwige RÉVÉLAT, ATMO Poitou-Charentes ;
edwige.revelat@atmo-poitou-charentes.org

A lire également :

Pennequin-Cardinal A., Plaisance H. *et al.* ; Performances of the Radiello® diffusive sampler for BTEX measurements: Influence of environmental conditions and determination of modelled sampling rates ; Atmospheric Environment, 39(14) [2005]: 2535-2544

Jones-Otazo H.A., Clarke J.P. *et al.* ; Is house dust the missing exposure pathway for PBDEs? An analysis of the urban fate and human exposure to PBDEs ; Environmental Science & Technology, 39(14) [2005]: 5121-5130

Leng G., Berger-Preiß E. *et al.* ; Pyrethroids used indoor - ambient monitoring of pyrethroids following a pest control operation ; International Journal of Hygiene and Environmental Health, 208(3) [2005]: 193-199



LIEUX DE VIE

Impacts des travaux de rénovation d'écoles contaminées par les moisissures sur la santé des écoliers

L'équipe de Meklin a conduit une étude quasi-expérimentale avec design avant-après et groupe de référence. L'intervention consistait en la rénovation d'écoles endommagées par l'humidité. Les objectifs étaient de mesurer l'impact des travaux de rénovation sur l'état de santé des écoliers et sur les concentrations en moisissures et bactéries. Quatre écoles (deux primaires et deux secondaires) du centre de la Finlande ont participé. Des dommages importants liés à des problèmes d'humidité ont été constatés par des professionnels dans deux écoles (une primaire et une secondaire). Des travaux ont été mis en œuvre et ont permis, dans l'école primaire, de remédier à l'ensemble des dommages détectés. Un système de ventilation mécanique y a de plus été installé. Dans l'école secondaire, les travaux n'ont concerné que le sol qui était la structure la plus endommagée par l'humidité. Le système de ventilation mécanique préexistant a été nettoyé. Dans les deux autres écoles, seuls des dommages mineurs ne nécessitant pas d'intervention ont été constatés. Ces deux écoles ont donc servi de référence pour l'étude.

Les dénombrements en moisissures dans l'air ont été réalisés de manière identique avant et après intervention (sur une journée scolaire, mêmes lieux, même saison de mesure : en hiver, période où les concentrations extérieures sont négligeables). Des identifications des genres et espèces ont été menées. Un questionnaire renseignant les symptômes généraux (fatigue, mal de tête, difficulté de concentration) et respiratoires (nez bouché, écoulement nasal, voix enrouée, saignement de nez, toux sèche, toux productive, toux nocturne, conjonctivite), ainsi que la perception de la qualité de l'air, a été distribué aux écoliers via les enseignants avant et après intervention. Avant intervention, 622 enfants de primaire et 749 enfants de secondaire ont participé. Après intervention, ils étaient 646 en primaire et 684 en secondaire. Il s'est écoulé 5 ans entre les deux périodes pour les écoles primaires (1995-2000) et 2 ans pour les écoles secondaires (1998-2000).

Avant intervention, les moyennes géométriques des dénombrements en moisissures dans les écoles endommagées (22,6 et 18,5 cfu*/m³) étaient significativement supérieures à celles dans les écoles de références (6,1 et 8,7 cfu/m³). Dans l'école primaire complètement rénovée, la moyenne après travaux (6,3 cfu/m³) est inférieure à celle avant travaux et même à celle de l'école de référence. Dans l'école secondaire, après les travaux partiels, la moyenne géométrique est supérieure à celle d'avant les travaux et à celle de l'école de référence. Avant intervention, la flore est significativement plus diversifiée dans les écoles endommagées que dans les écoles témoins (présence de *Penicillium*, *Cladosporium* et *Aspergillus*, mais également de *Mucor*, *Exophiala* et *Stachybotrys* dans les écoles endommagées). Après intervention et dans l'école primaire uniquement, le nombre de genres et d'espèces fongiques présents a diminué et n'est pas significativement différent de celui observé dans l'école de référence.

Les moyennes géométriques en bactéries étaient plus importantes (de façon non significative) dans les écoles endommagées que dans les écoles de référence. Après intervention, la moyenne dans l'école primaire est significativement inférieure à celle avant l'intervention. La situation est par contre inverse pour l'école secondaire.

Les taux de réponses sont respectivement en primaire et secondaire de 57 % et de 78 % avant intervention et de 85 % et 68 % après intervention. Concernant les symptômes déclarés par les écoliers, après intervention dans l'école primaire, 17 symptômes sur 24 ont significativement diminué, après ajustement sur âge, sexe, présence de moisissures au domicile, atopie et tabagisme. Dans l'école secondaire partiellement rénovée, seuls 4 symptômes sur 24 ont significativement diminué.

La qualité de l'air perçue par les écoliers s'améliore significativement dans l'école primaire rénovée. Par contre, dans l'école secondaire partiellement rénovée, si certaines caractéristiques perçues s'améliorent (odeur de moisi), d'autres se dégradent significativement (sensation de courant d'air, présence de poussières et de saletés).

Cette étude d'intervention met ainsi en évidence les effets positifs de travaux conséquents engagés contre les problèmes d'humidité et renforce la relation de causalité entre effets sanitaires et dommages liés à l'humidité. De plus, les mesures de concentrations en moisissures viables et bactéries permettent ici d'évaluer l'efficacité des travaux engagés. Au titre des limites à ces travaux, on note que les analyses statistiques restent basiques, avec des comparaisons entre écoles avant et après intervention et des comparaisons entre écoles avec intervention et sans intervention. Dans ce type d'étude, l'analyse devrait se faire après l'intervention entre école intervention et école de référence, en ajustant les résultats sur la variable étudiée avant l'intervention (analyses de covariance et/ou régression logistique ajustée sur le temps 0). Néanmoins, l'effet significatif des travaux dans l'école primaire est manifeste. En revanche, il reste difficile d'attribuer l'amélioration des indicateurs sanitaires à une cause unique : la suppression des moisissures. Une meilleure ventilation due à l'installation d'un nouveau système peut aussi avoir eu un rôle direct sur ces indicateurs sanitaires.

Source : Meklin T., Potus T., Pekkanen J. *et al.* ; Effects of moisture-damage repairs on microbial exposure and symptoms in schoolchildren ; *Indoor Air*, 15(Suppl. 10) [2005]: 40-47

Article analysé par : Marie-Thérèse GUILLAM, SEPIA-Santé ; sepia@sepia-sante.com

A lire également :

Lloyd-Owen S.J., Donaldson G.C. *et al.* ; Patterns of home mechanical ventilation use in Europe: results from the Eurovent survey ; *European Respiratory Journal*, 25 [2005]: 1025-1031

Bouilly J., Limam K. *et al.* ; Effect of ventilation strategies on particle decay rates indoors: An experimental and modelling study ; *Atmospheric Environment*, 39(27) [2005]: 4885-4892

Hanninen O.O., Palonen J. *et al.* ; Reduction potential of urban PM_{2.5} mortality risk using modern ventilation systems in buildings ; *Indoor Air*, 15(4) [2005]: 246-256



EFFETS SANITAIRES

Effet de la qualité de l'air intérieur durant la période postnatale sur la fonction respiratoire à la pré-adolescence : une étude de cohorte rétrospective en Pologne

Une étude de cohorte rétrospective réalisée auprès de plus de 1 000 enfants polonais a permis d'étudier l'association entre les capacités pulmonaires à la pré-

adolescence et la qualité de l'air intérieur auquel étaient exposés les enfants durant leur vie postnatale (0-6 mois).

Une mesure de la fonction pulmonaire (volume expiratoire forcé en 1 seconde ou FEV1 et capacité vitale forcée ou FVC) a été réalisée chez 1 036 enfants âgés de 9 ans et vivant dans deux zones résidentielles présentant des niveaux de pollution extérieure contrastés en hiver. Considérant que la pollution domestique résulte majoritairement des gaz et particules émis par les sources de chauffage et la fumée de cigarettes, les caractéristiques de l'exposition périnatale dans l'habitat ont été renseignées par interview des mères (présence ou non d'au moins un fumeur régulier dans le domicile ; type de système de chauffage domestique : gaz ou charbon *versus* chauffage central). De plus, l'exposition postnatale durant la période hivernale (d'octobre à mars, correspondant à la période de chauffage) a été caractérisée à l'aide d'un indicateur d'exposition postnatale à la pollution intérieure établissant 8 groupes ou catégories d'exposition en fonction du nombre de mois vécus en période hivernale au cours des 6 premiers mois des enfants.

Les résultats indiquent une corrélation inverse entre les fonctions respiratoires (les mêmes tendances sont décrites quel que soit l'indicateur de fonction respiratoire pris en compte - FEV1 ou FVC) à 9 ans et l'exposition postnatale à la pollution intérieure. Les enfants ayant passé leurs 6 premiers mois de vie en période hivernale ont une capacité respiratoire réduite par rapport à ceux ayant vécu leur premier semestre en période estivale. Chez les enfants ayant grandi dans les zones de résidence présentant les plus faibles niveaux de pollution extérieure, le nombre de mois vécus en période hivernale ne joue pas de rôle significatif sur les fonctions respiratoires. Dans les zones d'habitation les plus polluées extérieurement, cet indicateur reste également sans effet chez les enfants ayant vécu dans un habitat équipé d'un chauffage central, mais il diminue les capacités pulmonaires des pré-adolescents ayant grandi dans des maisons chauffées au gaz ou au charbon. Contrairement à d'autres travaux, l'étude polonaise n'a pas montré d'influence significative sur les capacités respiratoires ni du tabagisme maternel durant la grossesse, ni de l'exposition à la fumée de tabac environnementale durant la vie postnatale. La faible proportion de mères fumeuses dans l'échantillon et le faible pouvoir discriminant de l'indice d'exposition postnatale au tabagisme passif retenu pourraient expliquer ces résultats assez surprenants.

Ces résultats suggèrent que l'exposition postnatale à la pollution de l'air intérieur subie en période hivernale, en présence d'un chauffage au gaz ou au charbon, a des effets délétères sur le développement du système respiratoire du nouveau-né, entraînant à plus long terme une diminution des capacités

respiratoires à la pré-adolescence. L'effet délétère de cette exposition précoce à la pollution intérieure est lié de manière significative à la durée de l'exposition. Ces résultats sont cohérents avec ceux décrits dans d'autres études récentes démontrant soit l'influence de l'utilisation d'un chauffage domestique au charbon sur les capacités pulmonaires des adultes, soit la responsabilité de l'exposition à de fortes teneurs intérieures en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sur le développement chez les enfants. Il existe également des éléments de plausibilité biologique accréditant qu'une exposition environnementale postnatale puisse avoir un impact sur les fonctions pulmonaires aux stades plus avancés de la vie.

Les résultats de cette étude accréditent donc l'hypothèse selon laquelle l'exposition périnatale (*in utero* ou postnatale) aux facteurs de risque environnementaux, et notamment la qualité de l'air intérieur, peut modifier ou perturber le développement et la croissance du système respiratoire. Les effets délétères, mêmes subtils, sur les fonctions pulmonaires (ou immunitaires) du très jeune enfant pourraient avoir des répercussions à moyen ou long terme et augmenter les risques de maladies respiratoires à des âges plus avancés (asthme, pathologies chroniques obstructives chez l'adulte par exemple). Toutefois, il existe encore des maillons manquants dans le domaine des connaissances sur la relation entre les effets induits par la pollution de l'air intérieur (et extérieur) aux différentes périodes du développement de l'enfant et ces impacts différés ou manifestations tardives chez l'adulte.

En conclusion, l'une des limites de cette étude, qui ne permet pas d'imputer la diminution des capacités respiratoires à un polluant spécifique (HAP, particules, composés semi-volatils... ?), est que l'indice d'exposition postnatale à la pollution intérieure retenu par les auteurs peut être corrélé avec les épisodes hivernaux d'infections respiratoires chez les nouveau-nés (information non accessible), ce qui induit un biais potentiel assez important. De plus, cet indicateur générique basé sur le nombre de mois vécus en période hivernale au cours du premier semestre de vie ne reste qu'un indicateur assez sommaire et peu spécifique de la qualité de l'air intérieur.

Source : Jedrychowski W., Maugeri U., Jedrychowski-Bianchi I., Flak E. ; Effect of indoor air quality in the postnatal period on lung function in pre-adolescent children: a retrospective cohort study in Poland ; Public Health, 119(6) [2005]: 535-541

Article analysé par : Luc MOSQUERON, INERIS ; luc.mosqueron@ineris.fr



L'étude épidémiologique (cohorte) nord américaine « *Harvard Six Cities Study* » (HSCS) a été la première à démontrer une association entre l'exposition à long terme aux particules fines atmosphériques (PM_{2,5}*) et la mortalité toute cause [Dockery, 1993]. Ses résultats furent confirmés par une étude de cohorte encore plus large établie par l'*American Cancer Society* [Pope, 1995]. En raison du rôle central que ces deux études ont joué dans la définition d'une valeur de qualité de l'air aux États-Unis, l'*Health Effect Institute* (HEI) a organisé une évaluation indépendante en se fixant deux objectifs : i) réaliser un audit de qualité en utilisant les données originales et en essayant de reproduire les résultats (partie non rapportée ici), ii) conduire une étude de sensibilité visant à tester la robustesse des résultats à l'utilisation d'approches analytiques différentes (objet de ce résumé).

Le plan de ré-analyse des données inclut l'utilisation d'un modèle statistique plus flexible ("*regression spline generalisations*") que le modèle original (« *Cox proportional hazard* »), afin de tester la validité de l'hypothèse « linéaire » et pour tenir compte de l'évolution non linéaire de certaines variables dans le temps (tabagisme actif et passif, poids corporel). Ce plan, également défini pour tester les principales critiques méthodologiques⁽¹⁾ adressées à l'étude originale, comprend la modification de certaines variables (âge versus année calendaire, masse corporelle, statut tabagique, exposition professionnelle aux poussières) et en inclut de nouvelles (résultats des mesures de la fonction pulmonaire, historique résidentiel, niveau d'éducation).

L'analyse de sensibilité montre une haute stabilité des résultats originaux à l'utilisation de modèles analytiques alternatifs et à l'inclusion de nouvelles co-variables ou à la modification de certaines variables originales. L'hypothèse initiale de linéarité dans la relation exposition risque est validée sauf pour les sulfates à basse et haute concentration. La prise en compte d'une évolution non linéaire de la consommation de tabac et de la masse corporelle n'a qu'un effet marginal sur la relation entre mortalité et exposition aux particules fines.

Il en va de même pour l'ajustement très poussé concernant les expositions professionnelles aux poussières et aux composés cancérigènes. La mobilité des sujets inclus dans la cohorte étant faible (18,5 % des participants ont changé de ville au cours des 15 ans de suivi de la cohorte), sa prise en compte dans l'analyse de sensibilité ne modifie pas les estimations de risque initiales. Les résultats seraient légèrement modifiés par la prise en compte de la fonction pulmonaire, du tabagisme, des maladies cardiaques et pulmonaires, de l'âge et de l'exposition professionnelle aux poussières et aux fumées. Enfin, le risque de mortalité toutes causes lié à la pollution de l'air diminue avec l'augmentation du niveau d'éducation. Ce résultat n'est pas retrouvé si l'on s'intéresse uniquement à la mortalité cardio-pulmonaire ou à la mortalité par cancer du poumon. L'explication de l'effet protecteur du niveau d'éducation n'est pas évidente si ce n'est qu'il reflète le niveau socioéconomique, lequel est corrélé aux modes de vie ayant un effet sur la santé. L'effet modificateur du niveau d'éducation est la principale nouveauté issue de cette ré-analyse de l'étude *Harvard Six Cities Study*. Le niveau d'éducation apparaît comme une variable d'interaction dans la relation PM_{2,5}/mortalité toutes causes dont il faudrait tenir compte lors de futures études. Les auteurs ont du mal à expliquer ce résultat ; il faut donc rester prudent quant aux conséquences à en tirer.

Note : (1)

- non utilisation de mesure individuelle de l'exposition
- contrôle inapproprié de l'âge et de la sédentarité / mobilité des sujets
- contrôle insuffisant du statut tabagique (actif et passif)
- non prise en compte des performances de la fonction pulmonaire
- impossibilité de tenir compte d'effet non linéaire lié à la consommation d'alcool et au poids corporel

Source : Krewski D., Burnett R.T., Goldberg M. et al. ; Reanalysis of the Harvard Six Cities, Part II : Sensitivity analysis ; *Inhalation Toxicology*, 17(7-8) [2005]: 343-353

Article analysé par : Vincent NEDELLEC, Vincent Nedellec Consultants ; vincent.nedellec@vnc-sante.fr

A lire également :

Evrard A.S., Hemon D. *et al.* ; Ecological association between indoor radon concentration and childhood leukaemia incidence in France, 1990-1998 ; *European Journal of Cancer Prevention*, 14(2) [2005]: 147-157

Simoni M., Lombardi E. *et al.* ; Mould/dampness exposure at home is associated with respiratory disorders in Italian children and adolescents: the SIDRIA-2 Study ; *Occupational and Environmental Medicine*, 62(9) [2005]: 616-622

Triche E.W., Belanger K. *et al.* ; Indoor heating sources and respiratory symptoms in nonsmoking women ; *Epidemiology*, 16(3) [2005]: 377-384

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

- Wysocka M., Kotyrba A. *et al.* ; Geophysical methods in radon risk studies ; Journal of Environmental Radioactivity, 82(3) [2005]: 351-362
- Lichtnecker H. ; Indoor allergens ; Allergologie, 28(8) [2005]: 323-329
- Levetin E. ; Methods for aeroallergen sampling ; Current Allergy and Asthma Reports, 4(5) [2004]: 376-383
- Nevalainen A. and Seuri M. ; Of microbes and men ; Indoor Air, 15 [2005]: 58-64
- Myers I. and Maynard R.L. ; Polluted air - outdoors and indoors ; Occupational Medicine-Oxford, 55(6) [2005]: 432-438
- Kunze M. and Vutuc C. ; Health determinants in Europe for indoor and outdoor pollutants from a public health and social medicine view ; Experimental and Toxicologic Pathology, 57 [2005]: 9-17
- Gold D.R. and Wright R. ; Population disparities in asthma ; Annual Review of Public Health, 26 [2005]: 89-113
- Fernandez-Caldas E. and Calvo V.I. ; Mite allergens ; Current Allergy and Asthma Reports, 5(5) [2005]: 402-410
- Almqvist C. ; High allergen exposure as a risk factor for asthma and allergic disease ; Clinical Reviews in Allergy & Immunology, 28(1) [2005]: 25-41
- Douwes J. ; β (1-3)glucans and respiratory health: a review of the scientific evidence ; Indoor Air, 15(3) [2005]: 160-169
- Hamilton R.G. ; Assessment of indoor allergen exposure ; Current Allergy and Asthma Reports, 5(5) [2005]: 394-401
- Schuster J.C., Swientek D. *et al.* ; Recent data on epidemiology, prevention and therapy of cat allergy ; Allergologie, 28(9) [2005]: 367-374
- Kotzias D. ; Indoor air and human exposure assessment - needs and approaches ; Experimental and Toxicologic Pathology, 57 [2005]: 5-7

INFORMATIONS DIVERSES

Réglementation

L'article 74 de la Loi N°2004-809 du 13 août 2004 prévoit la possibilité pour les communes d'exercer la responsabilité de mettre en œuvre les procédures nécessaires à la résorption de **Pinsalubrité de l'habitat et de lutte contre le saturnisme**, à titre expérimental pour une durée de quatre ans. La **circulaire interministérielle DGS/SD7C N°2005-375 du 4 août 2005** relative à l'exercice de cette responsabilité avait pour objectif de lancer une consultation des communes disposant d'un Service communal d'hygiène et de santé (SCHS) pour les informer de la mise en place de cette expérimentation et leur en exposer le processus.

Un dossier de candidature devait être préparé à l'automne 2005 par les communes candidates. À l'issue de cette consultation, la liste des communes retenues a été fixée par décret pour que cette expérimentation puisse être engagée début 2006. Par ailleurs, la **circulaire interministérielle DGS/SD7C/DGUHC/IUH3 N°2005-511 et 2005-70 UHC/IUH3 du 16 novembre 2005** relative au suivi et à l'évaluation pour l'année 2004 de la mise en œuvre des mesures de lutte contre le saturnisme, présente notamment les résultats de l'évaluation de ces mesures d'urgence et de prévention pour l'année 2003.

La **circulaire interministérielle DGS/SD7C/DDSC/SDGR N°2005-512 du 15 novembre 2005 relative à la campagne 2005-2006 de prévention et d'information sur le risque d'intoxication au monoxyde de carbone (CO)** invite les préfets et les directeurs des Services communaux d'hygiène et de santé à relayer les supports d'informations de l'Institut national de prévention et d'éducation pour la santé (INPES). Ce dernier a lancé un programme sur 3 ans de

communication dans le domaine de la santé environnementale, et plus particulièrement sur le thème de l'habitat. Les « actions CO » visent à répondre à l'objectif de diminution de 30 % de la mortalité par intoxication oxycarbonée à l'horizon 2008 fixé par le Plan national Santé Environnement.

➔ Pour plus d'informations, télécharger les documents de l'INPES : <http://www.inpes.sante.fr/70000/dp/05/dp051117.pdf>

Publications

Dans le cadre du salon POLLUTECH, se tient chaque année un colloque sur la qualité de l'air intérieur, à l'initiative de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), du Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) et de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI). Le thème retenu pour l'édition 2004 de la manifestation était la prévention sanitaire et la construction. Plus d'une vingtaine de professionnels sont intervenus tout au long de cette journée pour présenter l'état des lieux de la prise en compte de la QAI* dans le domaine du bâtiment, l'approche constructive européenne sur le sujet, et enfin les instruments financiers et les leviers du développement durable disponibles à ce jour.

En outre, au lendemain de la publication du Plan national Santé Environnement, les acteurs institutionnels présents ont largement positionné la problématique de la QAI* au sein des enjeux de ce plan. L'ensemble de ces contributions a été rassemblé dans le second tome des "Cahiers de la qualité de l'air intérieur".

➔ **Les Cahiers de la qualité de l'air intérieur N°2**, Europe et Environnement ; Novembre 2005 – 141 pages

Un nouvel ouvrage de synthèse sur la qualité de l'environnement intérieur est paru récemment. Il vise à faire connaître les sources et les effets de divers polluants et les conditions propices à la croissance de microorganismes. Parallèlement, sont revus en détail les conditions de confort (thermique, hygroscopique, visuel, auditif) et de santé, ainsi que les moyens de les satisfaire, via notamment les dispositions constructives. Enfin, les méthodes de diagnostic utilisées dans le bâtiment sont présentées.

➔ **Santé et qualité de l'environnement intérieur dans les bâtiments**, Roulet Claude-Alain, Presses polytechniques et universitaires romandes, ISBN 2-88074-547-0 ; 2004 – 368 pages

Sur le web

Comme évoqué dans l'édito, les Associations agréées pour la surveillance de la qualité de l'air (AASQA) réalisent régulièrement des campagnes de mesure dans les environnements intérieurs des lieux publics. Ces campagnes ont notamment lieu suite à des plaintes. C'est ainsi dans un contexte de gênes ressenties par plusieurs personnes d'un bureau de tabac à Carbonne (31), que la Préfecture de Haute-Garonne, la CIRE (Cellule inter-régionale d'épidémiologie) et la mairie de Carbonne ont sollicité l'**Observatoire régional de l'air en Midi-Pyrénées (ORAMIP)** pour la réalisation d'une évaluation de la qualité de l'air dans les locaux concernés. L'objectif de cette intervention était d'identifier les composés chimiques présents dans l'air de plusieurs **magasins et habitations**. Les analyses ont permis de mettre en évidence que le mélange de COV* présents avait le profil de l'essence commerciale sans plomb. En effet, les proportions de COV* mesurés étaient à l'image de la composition moyenne en alcanes, cycloalcanes, alcènes et hydrocarbures aromatiques dans cette essence. En outre, de l'éthyl-ter-butyl-éther (ETBE), additif oxygéné des essences sans plomb, a été détecté dans la cave du bureau de tabac. Les causes de la présence de l'essence ne sont pas explicitées.

Dans une situation similaire de gênes ressenties par le personnel de la **crèche municipale** de Cugnaux (31), la mairie a sollicité l'**ORAMIP** pour la réalisation d'une évaluation de la qualité de l'air dans les locaux de cette crèche. 19 COV* ont été mesurés dans 3 salles de l'établissement (salle de jeux, cantine et dortoir) **du 8 au 12 juillet 2005**. Les concentrations en aldéhydes sont globalement homogènes entre les différentes pièces et bien supérieures à celles mesurées en extérieur, dans le jardin de la crèche. Le formaldéhyde, le butanal et l'hexanal sont les aldéhydes prépondérants (concentrations moyennes respectivement égales à 26, 14 et 21 µg/m³). En revanche, s'agissant des COV* mesurés (benzène, toluène, éthylbenzène, xylènes, styrène, trichloroéthylène, tétrachloroéthylène, n-décane et n-undécane), leurs concentrations sont toutes très faibles et ne sont pas significativement différentes des concentrations extérieures.

Dans le cadre de la charte de l'environnement de l'aéroport de Bordeaux, **P'Association de surveillance de la qualité de l'air en Aquitaine, AIRAQ**, a réalisé en **2004-2005** des mesures de qualité de l'air sur les pistes et **à l'intérieur des halls de l'aéroport**, l'objectif étant d'étudier le transfert de pollution entre l'extérieur et l'intérieur. Les mesures ont été conduites d'une part grâce à des analyseurs automatiques (mesures en continu des oxydes d'azote, des particules fines et du monoxyde de carbone) et d'autre part par échantillonnage passif pour l'analyse de composés organiques volatils (benzène, toluène et xylènes) et des aldéhydes (9 composés). Les mesures en continu mettent en évidence une corrélation nette entre les concentrations extérieures et intérieures, ces dernières étant néanmoins inférieures aux niveaux ambiants. S'agissant des COV* et des aldéhydes, les corrélations sont moins évidentes, d'autant que les concentrations en aldéhydes présentent des variations importantes selon les composés et les emplacements des points de mesure.

Évaluation des concentrations en composés organiques volatils (COV) au sein d'immeubles de la commune de Carbonne (31), Observatoire régional de l'air en Midi-Pyrénées ; 2005 – 6 pages
➔ http://www.oramip.org/html/pdf/144_stations.pdf

Évaluation des concentrations en aldéhydes et composés organiques volatils (COV) au sein de la crèche de Cugnaux (31), Observatoire régional de l'air en Midi-Pyrénées ; 2005 – 5 pages
➔ http://www.oramip.org/html/pdf/143_stations.pdf

Qualité de l'air à Aéroport de Bordeaux, AIRAQ, campagne du 23/11/04 au 06/01/05, rapport référencé ET/TP/05/04 ; Juin 2005 – 70 pages
➔ <http://www.airaq.asso.fr/> > *Campagnes de mesures*

L'Observatoire régional de santé d'Île-de-France a fait en **2005** un bilan synthétique des connaissances scientifiques disponibles concernant les conséquences sanitaires de la pollution de l'air intérieur. Ce travail explore également **la faisabilité d'une étude épidémiologique** sur ce thème en Île-de-France.

La démarche a consisté, dans un premier temps, à recueillir les avis des principaux acteurs de la problématique « qualité de l'air intérieur ». L'analyse de ces opinions, couplée à une revue critique de la bibliographie, a permis de dégager des axes prioritaires d'étude, en prenant en compte le contexte régional. Ainsi, les objectifs suivants ont été définis : améliorer la connaissance du lien entre les conditions d'humidité, le niveau de contamination fongique du logement et la santé de ses occupants ; mettre en évidence le risque sanitaire potentiel et apporter aux responsables politiques de la région un éclairage sur cette problématique en vue de définir une politique visant à améliorer la qualité de l'air dans les logements franciliens.

En effet, l'habitat humide, la prolifération de moisissures et les pathologies associées telles que des atteintes de la fonction respiratoire (allergies, effets irritatifs et toxiques) sont apparus comme des problèmes préoccupants et encore mal connus.

Du fait des caractéristiques de l'habitat en Île-de-France, ces problèmes sont susceptibles d'y être particulièrement présents. En effet, cette région est caractérisée par l'ancienneté de son parc de logements, notamment dans la partie centrale, et par des taux de surpeuplement supérieurs à la moyenne nationale. Des études sont encore nécessaires afin de mieux appréhender ces questions et de proposer des mesures de gestion adaptées, notamment au contexte de l'Île-de-France.

Les principaux éléments relatifs à la réalisation de cette enquête épidémiologique, tels que les modes de recueil des indicateurs sanitaires et des expositions, ainsi que le mode d'échantillonnage de la population enquêtée, ont été examinés en regard de leur faisabilité technique, financière et humaine. Cette étude de faisabilité a abouti à la proposition d'un protocole qui pourra servir de base pour la réalisation ultérieure de l'étude épidémiologique.

Qualité de l'air intérieur : état des connaissances, Observatoire Régional de Santé d'Île-de-France, Host S., Lefranc A., Camard J-P., Chardon B. et Grémy I. ; Octobre 2005 – 108 pages
➔ http://www.ors-idf.org/etudes/pdf/rapport_pollairint.pdf

L'étude des spécificités de la problématique de la **qualité de l'air intérieur dans les écoles** a fait l'objet d'un mémoire d'ingénieur du génie sanitaire de l'**École nationale de la santé publique** soutenu en **septembre 2005**. Ce travail avait pour objectif de faire un bilan exhaustif sur les données disponibles relatives à la QAI* dans les écoles maternelles et primaires afin d'identifier les particularités en terme de polluants présents, de niveaux de concentrations mesurés et de déterminants des expositions. Il en ressort que les différences ne concernent pas tant la nature des substances présentes, que les niveaux de concentrations mesurés, plus élevés que dans les logements ou bureaux pour certains polluants. Les écoles se distinguent en effet par une forte densité d'occupation et de mobilier, l'utilisation importante de feutres, peintures, marqueurs et de produits d'entretien, combinées le plus souvent à une mauvaise ventilation.

Des pistes sont proposées, aussi bien pour de futures études à mener en France, qu'en terme de gestion, notamment par la publication de guides de sensibilisation à la thématique, de prévention et de conduite à tenir en cas de plaintes, à l'instar des outils dont disposent déjà de nombreux pays.

Qualité de l'air intérieur dans les écoles maternelles et primaires : spécificités de la problématique et implications en terme d'évaluation et de gestion des risques sanitaires, Jédor B., Mémoire du Génie sanitaire, promotion 2004/2005, École nationale de la santé publique ; 2005 – 81 pages

➔ <http://ressources.ensp.fr/memoires/2005/igs/jedor.pdf>

Le guide publié en **décembre 2005** par l'**Institut de veille sanitaire** a vocation à être un référentiel pratique pour mener l'**enquête environnementale à conduire après la déclaration d'un cas de saturnisme**. Ce guide est destiné aux services qui réalisent ces investigations à savoir les Services santé-environnement des Directions départementales des affaires sanitaires et sociales (DDASS) et les Services communaux d'hygiène et de santé (SCHS). Après un rappel des connaissances scientifiques relatives à l'intoxication par le plomb, le document décrit le déroulement général de l'enquête (délais, acteurs, rapports), puis la visite au domicile de l'enfant et dans ses autres lieux de vie (école, lieux de garde, espaces de loisir). Les méthodes d'échantillonnage, de prélèvement et d'analyse du plomb dans les différents média

(peintures et autres revêtements, poussières, eau du robinet, vaisselle, cosmétiques, aliments) et d'interprétation des résultats sont décrites. Les valeurs de référence disponibles sont parallèlement fournies. Ce guide aide à prioriser la recherche des sources de plomb susceptibles d'expliquer l'intoxication et à définir l'étendue de cette recherche (géographique et dans le temps). Les outils pratiques que sont le questionnaire d'enquête, les fiches de prélèvement et les documents de synthèse sont joints au guide.

Guide d'investigation des cas de saturnisme de l'enfant, Institut de Veille Sanitaire ; Décembre 2005 – 140 pages

➔ http://www.invs.sante.fr/publications/2006/guide_saturnisme_enfant/index.html

Les premiers résultats du **projet PEOPLE** (*Population Exposure to Air Pollutants in Europe*) viennent d'être publiés. Ce projet, piloté par le **Joint Research Centre**, centre commun de recherche de la Commission européenne, a conduit des campagnes de mesure du benzène dans 6 villes européennes de 2002 à 2004 (Bruxelles, Lisbonne, Bucarest, Ljubljana, Madrid et Dublin). Les poussières ont également été mesurées dans certaines villes, avec caractérisation des HAP* ou des métaux adsorbés. Il ressort que les niveaux de fond urbain en benzène sont les plus faibles niveaux mesurés et qu'ils sont relativement similaires aux concentrations d'exposition des personnes ne fumant pas et ne se déplaçant pas. En effet, les concentrations personnelles les plus élevées ont été

mesurées chez les fumeurs et chez les automobilistes, et les niveaux de concentrations intérieures les plus forts dans les bars et les taxis. Dans certains cas, des concentrations personnelles ou intérieures élevées n'ont pu être expliquées, les sources ou les comportements en cause n'ayant pas été identifiés.

Population Exposure to Air Pollutants in Europe (PEOPLE), Methodology Strategy and Basic Results, Field R.A., Perez Ballesta P., Baeza Caracena A. *et al.*, Institute for Environment and Sustainability, Joint Research Centre, European Commission, EUR 21810 EN ; 2005 – 74 pages

➔ <http://www.people-pt.net/eindex.html>

Les **siloxanes** constituent une famille chimique dont les applications industrielles sont très nombreuses. Ils sont largement utilisés, par exemple, comme additifs dans les essences, les nettoyeurs pour voitures ou les produits d'hygiène corporelle. A la demande du Conseil nordique des ministres, neuf composés de cette famille ont été mesurés dans l'air (extérieur et intérieur), les sédiments, les boues, les sols et les eaux des six pays impliqués (Danemark, îles Féroé, Islande, Finlande, Suède et Norvège). Les concentrations mesurées apparaissent très variables entre les composés et les compartiments environnementaux. S'agissant plus précisément de l'air intérieur, le **Norwegian Institute for Air Research** (NILU) a réalisé les mesures des 9 siloxanes dans les chambres d'enfants de 400 maisons suédoises. Les composés cycliques octaméthylcyclotetrasiloxane (D4), décaméthylcyclopentasiloxane (D5) et dodécaméthylcyclohexasiloxane (D6) ont été respectivement détectés dans 73, 250 et 142 maisons (aux concentrations moyennes respectivement égales à 9,0 ; 9,7 et 7,2 µg/m³).

L'étude américaine RIOPA (*Relationships of Indoor, Outdoor, and Personal Air*) conduite par le **Health Effects Institute** a pour objectif d'identifier les déterminants des expositions humaines à certains polluants gazeux et particulaires identifiés comme dangereux pour la santé humaine par la Loi sur l'Air (liste de 188 substances toxiques publiée en 1990). Ainsi, **les concentrations extérieures, intérieures et personnelles de 16 COV*, de 10 aldéhydes et cétones et des PM_{2,5}*** ont été mesurées pendant 2 périodes de 48 heures à différentes saisons entre l'été 1999 et le printemps 2001, pour 100 habitations et 100 résidents des villes de Los Angeles, Houston et Elizabeth. Les résidences à proximité de sources extérieures connues ont été préférentiellement retenues pour faciliter l'étude des transferts extérieur-intérieur.

Les résultats, similaires à ceux de précédents travaux et relativement homogènes entre les 3 villes, montrent que les moyennes, comme les médianes, des concentrations intérieures et personnelles des COV* et des composés carbonylés étudiés sont supérieures aux concentrations extérieures.

Les siloxanes linéaires n'ont en revanche quasiment pas été détectés. Enfin, précisons que les données relatives à la toxicité humaine de ces substances semblent peu nombreuses à ce jour ; elles sont indispensables pour pouvoir juger du caractère préoccupant ou non de la présence des siloxanes dans l'environnement, et notamment dans les lieux de vie intérieurs.

Siloxanes in the Nordic Environment, TemaNord 2005:593, Nordic Council of Ministers, Copenhagen, ISBN 92-893-1268-8 ; 2005 – 93 pages
➔ <http://www.norden.org/pub/miljo/miljo/uk/TN2005593.pdf>

De façon générale, les concentrations intérieures mesurées les plus élevées sont celles du toluène, de l'α-pinène, du *d*-limonène, du méthyl-ter-butyl-éther (MTBE), du formaldéhyde, de l'acétaldéhyde et de l'acétone. Pour le MTBE, le benzène et les composés chlorés, ce sont les teneurs extérieures qui déterminent de 90 à 100 % des concentrations intérieures. En revanche, pour les terpènes et les aldéhydes, les teneurs extérieures contribuent nettement moins aux niveaux intérieurs mesurés (de 13 à 43 %). Enfin, pour les PM_{2,5}*, la concentration extérieure explique 60 % de la concentration intérieure. L'exploitation des données collectées se poursuit.

New Report on Relationships of Indoor, Outdoor, and Personal Air (RIOPA), Part I. Collection Methods and Descriptive Analyses, Weisel C.P., Zhang J., Turpin B.J. *et al.*, Health Effects Institute ; November 2005 – 144 pages
➔ <http://www.healtheffects.org/Pubs/RIOPA-I.pdf>

Les émissions dans l'environnement intérieur par les produits de consommation courante (produits d'entretien et de bricolage, cosmétiques, produits de traitement des plantes d'intérieur et des animaux domestiques, insecticides, bougies, parfums d'ambiance...) font l'objet d'une attention croissante. En Europe, un rapport de 2004 publié par la Direction Générale de la Santé et de la Consommation (DG-Sanco) souligne le peu d'informations disponibles à ce jour (cf. *Info Santé Environnement Intérieur* N°12). Aux États-Unis, le Bureau de l'air de l'Agence californienne de l'environnement (**California Air Resources Board**) vient de publier en **décembre 2005** des données qualitatives et quantitatives sur **la composition chimique de plus de 26 000 produits domestiques** pour la maison et le jardin, l'hygiène corporelle, l'entretien des voitures... (29 catégories de produits en tout). Pour cette enquête, 915 fabricants ont volontairement rempli les déclarations. Une première enquête du même type avait déjà été conduite en 2001 et avait permis le recueil de 400 questionnaires correspondant à 7 000 produits. Des informations sont encore manquantes ou bien doivent être affinées. Ainsi une troisième enquête sera initiée en 2006.

Afin de préserver les secrets industriels de fabrication, les données collectées et disponibles en ligne correspondent d'une part au pourcentage en masse global des composés organiques volatils contenus dans chaque produit, et d'autre part aux substances chimiques correspondantes (sans pourcentage). Même si la composition chimique exacte n'est pas fournie, ces informations restent néanmoins très précieuses, car suffisantes pour identifier qualitativement les produits susceptibles d'émettre une substance chimique donnée et évaluer approximativement le potentiel émissif de ces produits.

Pour le gouvernement californien, ces enquêtes visent à permettre la fixation de limites d'émission en COV* des produits. La réglementation est pour ce faire en cours de révision. Si besoin, des substances peuvent être interdites pour certains types d'usage et à différentes échéances. On peut citer par exemple le cas du paradichlorobenzène interdit dans les désodorisants d'ambiance à compter du 1^{er} janvier 2006, les stocks pouvant être vendus jusqu'à la fin de cette même année.

➔ <http://www.arb.ca.gov/consprod/consprod.htm>

Un document publié en **2005** par l'**Institut québécois de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST)** propose un modèle toxicocinétique pour déterminer les niveaux sanguins de carboxyhémoglobine après une exposition au **monoxyde de carbone (CO)**. Ce modèle est proposé dans un contexte d'exposition professionnelle et doit notamment servir au comité de révision des normes CSST-IRSST qui s'interroge sur l'opportunité de revoir à la baisse la réglementation sur l'exposition des travailleurs au CO. Ce modèle permet d'étudier

l'influence de divers scénarios d'exposition au CO sur les niveaux sanguins de carboxyhémoglobine, en tenant compte notamment de pics pendant une journée de travail typique, de la charge de travail, de la taille et du tabagisme des individus exposés.

Modélisation de l'exposition au monoxyde de carbone, Scarino A. et Tardif R., Institut québécois de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST), Rapport R-433 ; 2005 – 27 pages
➔ http://www.irsst.qc.ca/fr/_publicationirsst_100161.html

Dans le cadre du **programme international d'évaluation des substances chimiques IPCS** (*International Programme on Chemical Safety*), action conjointe entre l'Organisation mondiale de la santé, l'Organisation internationale du travail et le Programme des Nations-Unies pour l'environnement en place depuis 1980, un groupe d'experts a produit en **2005** un document de synthèse sur **les modèles de caractérisation des expositions humaines** à des fins d'évaluation de risques sanitaires. Après des rappels théoriques sur les différents types de modèles (déterministes, stochastiques) et la mention des bases de données disponibles (Europe, États-Unis) pour les variables humaines d'exposition, le rapport souligne les points cruciaux à considérer pour chaque voie d'exposition étudiée et pour une approche intégrée,

plus qu'il ne recommande l'usage de modèles existants. Ces derniers sont néanmoins listés. S'agissant précisément de l'environnement intérieur, le document fournit des pistes de réflexion pour la prise en compte des différents micro-environnements via le budget espace-temps et pour une juste appréciation de la variabilité temporelle des concentrations permettant de déterminer les expositions aiguë et chronique des occupants des locaux.

Principles of characterizing and applying human exposure models, Harmonization Project Document No. 3, World Health Organization, Geneva ; 2005 – 76 pages
➔ <http://www.who.int/ipcs/methods/harmonization/areas/exposure/en/>

Investigation d'une épidémie de syndromes des bâtiments malsains parmi le personnel de la mairie de Villejuif (2004-2005)

De février à avril 2004, plusieurs épisodes collectifs de manifestations irritatives des muqueuses et de la peau sont survenus parmi le personnel de la mairie de Villejuif (229 personnes sur le site de la mairie principale). Début 2005, le phénomène s'est reproduit et a conduit, comme en 2004, à une évacuation d'une partie des locaux. Dans ce contexte et à la demande de la mairie, des investigations épidémiologiques et environnementales ont été mises en place par la Direction départementale des affaires sanitaires et sociales du Val de Marne (DDASS), avec le soutien de la Cellule interrégionale d'épidémiologie (CIRE) d'Île-de-France et le Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris (LHVP).

Un cas a été défini comme tout personnel de la mairie rapportant au moins un symptôme irritatif durant la période d'étude (du 1^{er} janvier 2004 au 17 mars 2005) et l'attribuant à son activité professionnelle. Un questionnaire standardisé a été administré en face à face aux cas. Pour l'analyse, on considère que tous les cas ont été interrogés. Les données concernant le sexe, l'âge, le service et le bâtiment de travail ont été recueillies pour l'ensemble du personnel. Une analyse descriptive des cas et une étude de cohorte rétrospective ont été réalisées. Les données ont été traitées sur le logiciel Epi-info version 3.3. Des entretiens ont été réalisés auprès des médecins et des pharmaciens du secteur afin de détecter l'existence éventuelle de cas dans la population générale. Des investigations métrologiques sur la qualité de l'air extérieur à proximité des bâtiments municipaux ont été réalisées.

Des prélèvements de sols et d'eau souterraine effectués au niveau d'un chantier proche ont été analysés et les entreprises proches de la mairie ont été inspectées. Des mesures de composés organiques volatils, d'aldéhydes et de cétones ont été réalisées à l'intérieur des bâtiments municipaux.

Soixante-dix personnes ont été interrogées. Le taux d'attaque était de 17 % en 2004 et de 30 % en 2005 ; les femmes étaient 1,7 fois plus touchées que les hommes. En 2004 comme en 2005, les symptômes ressentis étaient des signes d'irritation et de sécheresse des muqueuses, des signes cutanés et des signes généraux (fatigue, maux de tête...). Aucun phénomène similaire n'est survenu à la même période dans la population générale. Il n'a pas été mis en évidence de source ni de pollution extérieure inhabituelles. Les analyses de la qualité de l'air intérieur ont montré une ventilation insuffisante et des niveaux de température et d'humidité faibles. Elles n'ont pas mis en évidence de concentrations anormales de polluants.

Les événements ressentis par le personnel étaient ainsi en tous points similaires à ceux décrits dans la littérature scientifique sous le nom de syndrome des bâtiments malsains. Les facteurs habituellement associés à ce syndrome et qui ont été retrouvés dans les locaux municipaux de Villejuif sont une ventilation insuffisante, une température et une humidité faibles et des conditions de travail difficiles, liées à l'accueil de personnes en difficulté et à un agencement des bureaux inadapté.

➔ Pour plus d'informations, contacter Amandine COCHET : amandine.cochet@sante.gouv.fr

GLOSSAIRE

CFU : Colonie Formant Unité

COV : Composés Organiques Volatils

HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

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

QAI : Qualité de l'Air Intérieur

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

Directeur de la publication : Georges Labroye

Directeur de la rédaction : André Cicoella

Comité de rédaction du N°14 : Dor F., Mandin C., Révélat E. avec la participation de Festy B.

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'Énergie, Association pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique et ses comités régionaux Dauphiné Savoie, Nord-Pas de Calais et PACA-Marseille, 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'Étude 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'École des Mines d'Alès, MEDIECO, SEPIA-Santé, Université de Caen, Vincent Nedellec Conseils.

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