

La qualité de l'air intérieur, lieux de vie et santé 28 novembre 2007

LES ACTIONS DE L'OBSERVATOIRE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

- Séverine Kirchner, coordinatrice scientifique de l'OQAI

Etat des lieux de la pollution de l'air en France et à l'Étranger

- Corinne Mandin, Évaluation des risques sanitaires, Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris)

Programme Logements

1. Contamination fongique dans le parc de logements français

- Stéphane Moularat, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB)

2. Pollution intérieure et santé respiratoire

- Dr Isabella Annesi-Maesano, Épidémiologie des maladies allergiques et respiratoires, Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm)

Programme Lieux de vie fréquentés par les enfants

- Dr Claire Segala et Dr Marie-Thérèse Guillam, Sépia Santé

1. Budget Espace Temps Activités des enfants

2. Qualité de l'air dans les piscines

3. Qualité de l'air dans les patinoires

PRISE EN COMPTE DES CRITERES DE QUALITE D'AIR DANS LA CONSTRUCTION

Exemple de la ville de Fribourg (Allemagne) sur les maisons à cible santé

- M. Bachmann, Sentinel-Haus

Exemples d'amélioration de la qualité de l'air intérieur dans les lieux de garde et d'enseignement

- Nathalie Leclerc, ingénieure chimiste, Association pour la surveillance et l'étude de la pollution atmosphérique en Alsace (Aspa)

Caractérisation des sources d'émission dans l'air intérieur

- François Maupetit, responsable du pôle «Qualité sanitaire des produits de construction», CSTB

LES ACTIONS DE L'OBSERVATOIRE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

Séverine KIRCHNER, CSTB, severine.kirchner@cstb.fr

Après une étude nationale sur la qualité de l'air intérieur des logements français, l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) déploie son action avec un programme de connaissance de la pollution intérieure dans les lieux de vie fréquentés par les enfants (crèches, écoles, collèges, lycées, gymnases, piscines etc.) et un second programme sur les bureaux. De plus, l'OQAI a engagé des travaux sur l'élaboration d'indices de qualité de l'air intérieur dont l'objectif est de disposer à terme d'outils capables de qualifier la qualité d'air des bâtiments. L'ensemble de ces travaux est complété par des actions de veille documentaire, de communication, d'information et de formation. Coordonnées par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), opérateur de l'OQAI, ces actions sont menées par les experts du CSTB en collaboration avec des acteurs du bâtiment, de la santé, de l'environnement et des sciences humaines parmi lesquels l'INERIS, l'AFSSET, le LHVP, l'InVS, l'IRSN, l'INSERM, Sepia Santé, le CHU de Strasbourg, le Laboratoire LOCEAN et les AASQA.

PROGRAMME LOGEMENTS

L'OQAI a présenté fin 2006 l'état de la pollution dans les logements français, représentatif de la situation des 24 millions de résidences principales en France métropolitaine continentale. Cette première référence a été établie à partir des premiers résultats de la campagne nationale menée dans 567 logements échantillonnés de manière aléatoire sur une trentaine de polluants chimiques, physiques et microbiologiques. Elle a montré la spécificité de la pollution à l'intérieur des logements par rapport à l'extérieur, la présence des polluants visés à des niveaux quantifiables dans la majorité des logements du parc et une très grande hétérogénéité des situations en termes de pollution. Seule une minorité de logement (9%) présente des concentrations très élevées pour plusieurs polluants simultanément ; à l'inverse 45% des logements présentent des niveaux de concentrations très faibles pour l'ensemble des polluants mesurés. Selon le polluant, de 5 à 30% des logements présentent des valeurs nettement plus élevées que les concentrations trouvées en moyenne dans le parc. Le travail mené en 2007 a permis de finaliser la validation des données descriptives collectées sur les caractéristiques techniques des logements et leur environnement ainsi que sur les ménages, leurs activités et le temps passé au contact de la pollution. Ces données sont en cours d'exploitation avec des premiers résultats présentés à l'occasion du Colloque Pollutec sur l'état de la contamination fongique du parc de logements français (voir présentation de Stéphane Moularat, CSTB) et l'étude des liens entre la pollution chimique intérieure et la santé respiratoire (voir présentation d'Isabella Annesi-Maesano, INSERM). D'autres résultats suivront au premier semestre 2008 sur l'état descriptif des logements et des ménages et notamment l'état de la ventilation et l'élaboration de typologies de logements et de ménages, la classification des logements en fonction de l'ensemble des polluants, les déterminants de la présence respective d'humidité, de moisissures et de formaldéhyde, les liens entre les facteurs sociaux et économiques et les situations de pollution, l'analyse spécifique des données radon, rayonnement gamma, monoxyde de carbone et allergènes.

INDICES DE QUALITÉ D'AIR DES LOGEMENTS

L'élaboration d'indices de qualité d'air intérieur a été engagée par l'OQAI dès 2006 dans le but d'informer et communiquer sur la qualité de l'air intérieur et de prévenir les risques et améliorer le patrimoine. Dans un premier temps l'OQAI a réalisé un inventaire et une analyse critique des nombreux indices existants en France et à l'étranger. Afin de définir aux mieux les indices en fonction des attentes des différents utilisateurs (notamment gestionnaires de bâtiments résidentiels, tertiaire et scolaires), une étude psycho-sociale et psycho-environnementale a été menée sur les motivations et les risques perçus relatifs à l'élaboration d'un indice de la qualité de l'air. Ce travail a montré combien les enjeux sont importants et nécessaires à prendre en compte dans la définition d'un indice avec, au cœur de ces enjeux, la problématique des risques sanitaires, sociaux, psychologiques, économiques, juridiques, etc. Sur la base de ces travaux, le test des indices existants sur la base de données Logements est effectué et un indice simplifié, établi à « dire d'experts » est en cours d'élaboration. L'OQAI délivrera le résultat de ses travaux préliminaires début 2008.

Plus spécifiquement, l'OQAI a d'ores et déjà déterminé un indice permettant de connaître la contamination due aux moisissures qui a été appliqué aux données de la campagne nationale Logement. Cet indice a pu être mis au point selon une technique originale basée sur l'identification de composés organiques volatils spécifiques aux moisissures (MCOV) qui ont servi de traceurs permettant de détecter le développement fongique des environnements intérieurs. Il a été appliqué sur les données de la campagne nationale Logements en parallèle avec les données descriptives sur la présence de moisissures (voir présentation de Stéphane Moularat, CSTB).

PROGRAMME « LIEUX DE VIE FREQUENTES PAR LES ENFANTS »

Les lieux de vie fréquentés par les enfants de 0 à 18 ans font l'objet d'un programme spécifique de l'OQAI depuis fin 2005. Un inventaire des données disponibles sur les situations de pollution dans les différents lieux de vie et la typologie des bâtiments associés (lieux de garde, d'enseignement et de lieux de loisirs) a été réalisé. Plusieurs études spécifiques ont été engagées pour répondre aux questions suivantes :

- **Quels sont les lieux fréquentés par les enfants ?**

Première étude finalisée, celle du temps passé par les enfants de 0 à 18 ans dans les lieux de vie intérieurs (hors logement et lieux d'enseignement dont les données sont disponibles), à savoir lieux de loisirs couverts (salle de sport, piscine, patinoire, centre culturel, cinéma, café, restaurant...) et dans les lieux de garde collectifs (garderie, halte-garderie...): 2780 ménages ont été enquêtés par téléphone entre le 20 novembre 2006 et le 9 mars 2007 (voir présentation de Claire Segala et Marie Thérèse Guillam, Sepia Santé).

- **Quels sont les situations d'exposition à la pollution dans les piscines et les patinoires ?**

L'OQAI a mené en parallèle deux études, aujourd'hui finalisées, auprès des gestionnaires de piscine et patinoire sous forme de questionnaires pour connaître plus précisément les situations d'exposition potentielles de la population dans ces lieux (voir présentation de Claire Segala et Marie Thérèse Guillam, Sepia Santé).

- **Quelle est la qualité de l'air dans les établissements scolaires ?**

L'OQAI développe un protocole harmonisé pour la mesure de la qualité de l'air à l'intérieur des établissements d'enseignement. Ce protocole sera mis à disposition mi 2008 par l'Observatoire auprès des bureaux d'études ou associations (AASQA) souhaitant mener des enquêtes à l'échelle locale. Les données collectées selon ce protocole seront exploitées, à l'échelle nationale, par l'OQAI pour faire un bilan annuel des niveaux de pollution dans les établissements scolaires.

- **Quelle est la qualité microbiologique de l'air dans les lieux de garde et d'enseignement ?**

A ce jour, très peu de données permettent d'évaluer l'exposition des enfants à la pollution biologique dans les lieux de garde et d'enseignement alors que l'hétérogénéité des systèmes de ventilation et le manque de contrôle fiable contribuent à la multiplication des cas d'infections. Il est donc nécessaire d'utiliser les outils disponibles et puissants permettant de connaître la microbiologie de ces milieux confinés afin de pouvoir à terme améliorer la gestion de la qualité de l'air. L'objectif de l'étude en cours dans les 6 lieux de vie, présentés dans l'action suivant sur les stratégies d'aération, est de caractériser la diversité microbienne de l'aérosol tant qualitativement (inventaire moléculaire permettant d'identifier les espèces présentes – bactéries, champignons, virus) que quantitativement (détermination de la concentration totale et quantification des groupes microbiens d'intérêt) dans ces lieux de vie.

- **Quelle stratégie d'aération mettre en œuvre dans les lieux de garde et d'enseignement ?**

La majorité du parc de bâtiments tels que les lieux de garde et d'enseignement est dépourvue de système de ventilation mécanique. Dans ce cas, l'aération des bâtiments est principalement réalisée par ouverture des fenêtres. Les mesures effectuées dans différentes études ponctuelles – notamment dans les écoles maternelles et élémentaires – montrent des taux de renouvellement d'air très faibles, confirmant que les stratégies d'ouverture des fenêtres ne sont pas mises en œuvre. C'est pourquoi l'OQAI a engagé une étude d'intervention visant à vérifier si la connaissance du confinement de l'air à l'intérieur d'un local peut changer le comportement de la personne en charge des enfants, apprécier l'impact des ouvertures de fenêtres sur les niveaux de pollution intérieure, mais aussi sur les consommations d'énergie et le confort, établir le lien éventuel entre niveaux de confinement, de pollution et de confort. 6 bâtiments non équipés de systèmes de ventilation sont en cours d'étude : 4 bâtiments d'enseignement (une école maternelle, une école élémentaire, un collège, un lycée) et 2 bâtiments d'accueil à la petite enfance (deux crèches collectives).

PROGRAMME « BUREAUX »

Suite au programme d'actions sur les logements et les lieux de vie fréquentés par les enfants, l'OQAI a engagé un programme sur les bureaux. L'OQAI a effectué en 2006 un état des connaissances sur ces bâtiments et en particuliers sur la typologie des bâtiments, les pollutions observées et les impacts sanitaires documentés. Ce premier travail montre également que la qualité d'air dans les bâtiments de bureaux est très mal connue en France et que la connaissance du parc de bâtiment en termes de nombre, répartition géographique et typologie est très limitée.

Au vu du constat effectué sur la base de la littérature, les objectifs d'un programme d'actions de l'OQAI sur les bâtiments à usage de bureaux sont multiples : faire un premier état des lieux de la qualité de l'air intérieur dans les immeubles à usage

de bureaux et classer les bâtiments à usage de bureaux au regard de la qualité d'air intérieur, de la consommation énergétique, de la qualité sanitaire et du confort des occupants. L'année 2008 consistera à développer l'ensemble de la méthodologie d'enquête et l'organisation d'une campagne nationale.

VEILLE PROSPECTIVE SUR LA QUALITE DE L'AIR INTERIEUR

Un inventaire des données françaises et étrangères sur la qualité de l'air intérieur est effectué régulièrement par l'OQAI et mis à disposition sur le site Internet www.air-interieur.org. Par ailleurs en coordination avec le réseau RSEIN coordonné par l'INERIS, une veille prospective est effectuée sur la thématique air intérieur avec la publication, chaque trimestre dans le bulletin « Info Santé Environnement Intérieur », de synthèses de travaux scientifiques récents menés sur le thème de l'environnement intérieur». Ce travail est complété par l'organisation d'un colloque OQAI/RSEIN notamment sur les recherches de l'OQAI (« qualité de l'air dans les écoles » en 2006, « Qualité de l'air dans les logements » en 2007).

COMMUNICATION, INFORMATION ET FORMATION A LA QUALITE DE L'AIR INTERIEUR

Plusieurs actions d'information et de communication destinées à l'information du public et des professionnels sur les activités de l'OQAI et sur les résultats des campagnes de mesures sont menées tout au long de l'année : gestion du site internet, réalisation de plaquettes d'information et de prévention sur les risques liés à la qualité de l'air intérieur pour le grand public (notamment en collaboration avec l'INPES), présentation des résultats de l'OQAI (relations presse, relations publiques, participation à des débats, conférences publiques, conférences scientifiques nationales et internationales. Un programme de formation est également proposé pour les professionnels et notamment les AASQA récemment mandatées sur des actions locales sur la qualité de l'air intérieur.

Les résultats des études finalisées sont disponibles sur le site internet de l'OQAI www.air-interieur.org

Etat des lieux de la pollution de l'air intérieur en France et à l'étranger

Corinne MANDIN, Luc MOSQUERON

Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS)

corinne.mandin@ineris.fr ; luc.mosqueron@ineris.fr

En France

Au regard des connaissances internationales acquises en Amérique du Nord, dans les pays scandinaves ou en Allemagne notamment, le champ de la qualité de l'air intérieur (QAI) en France est resté assez peu exploré jusqu'au début des années 2000. Les rares études disponibles, souvent de portée locale (Ile-de-France principalement), limitées à une ou quelques substances chimiques (NO_x, particules) et ciblées principalement sur l'habitat, n'offraient qu'une vision non représentative de la QAI en France et de l'exposition des populations. Seules les expositions aux polluants réglementés (diagnostic amiante depuis 1996) ou entrant dans le cadre d'un dépistage (saturnisme depuis 1993) ou d'un large suivi (cartographies nationales radon dans les logements puis dans les établissements recevant du public) faisaient l'objet de données significatives.

C'est au début des années 2000 que la QAI a véritablement émergé en France. Elle a notamment vu la mise en place de l'**Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI)** dont la première campagne nationale « Logements » a permis de dresser un premier état des lieux représentatif de la QAI dans l'**habitat** en France métropolitaine.

L'habitat étant le lieu de vie dans lequel nous passons la plus grande partie de notre temps, il joue un rôle prédominant dans l'exposition totale (globale) des populations, ce qui explique qu'il soit longtemps resté le milieu de vie le plus largement étudié et aujourd'hui certainement le mieux connu, notamment grâce aux travaux de l'OQAI. Toutefois, la QAI dans **d'autres milieux clos** méritait également d'être connue en raison soit de la sensibilité des sujets amenés à les fréquenter (exemple des jeunes enfants et des établissements scolaires ou des crèches, des résidences pour personnes âgées, des hôpitaux), soit du temps passé (en particulier les bureaux où un grand nombre de personnes travaillent), soit des niveaux de concentration élevés parfois atteints dans certains milieux spécifiques (moyens ou lieux de transport comme les habitacles de voitures, les parkings couverts, les halls de gares ou d'aéroports, les enceintes ferroviaires souterraines...), voire de l'activité respiratoire importante des sujets fréquentant des milieux de vie récréatifs comme les piscines ou les gymnases. Toutes ces situations peuvent jouer un rôle déterminant dans l'exposition globale des sujets et/ou les éventuels risques sanitaires associés.

Ainsi, parallèlement aux travaux de l'OQAI, de premières études françaises ont permis d'appréhender l'exposition de manière globalisée en couplant à des mesures individuelles (ou personnelles) des mesures dans divers micro-environnements (domicile, bureau, école, moyen de transport...) afin d'estimer l'influence de la fréquentation de chacun de ces milieux dans l'exposition totale des individus. Les recherches sur la QAI se sont non seulement orientées vers de **nouveaux horizons en terme de typologie des bâtis** mais elles se sont aussi étendues à de **nouvelles zones géographiques**. Longtemps focalisées sur la seule région Ile-de-France, des études ont été réalisées dans des régions aux caractéristiques différentes (Nord-Pas-de-Calais, Alsace...) et de premiers programmes multicentriques ont vu le jour (enquêtes réalisées dans plusieurs villes selon le même protocole comme par exemple l'étude ISAAC (*International Study of Asthma and Allergies in Childhood*) qui a permis de renseigner les niveaux d'exposition des enfants dans les établissements scolaires de six villes françaises, l'étude VESTA réalisée chez des enfants asthmatiques et non asthmatiques vivant dans 5 villes françaises ou « Les Sentinelles de l'Air » menée dans 4 agglomérations françaises). Par ailleurs, des travaux spécifiques ont été initiés pour répondre aux attentes des pouvoirs publics sur des champs particuliers (programmes de mesures et de surveillance en espaces clos comme les établissements recevant du public, les zones de transport...). Enfin, alors que jusqu'à présent les travaux engagés s'inscrivaient avant tout dans une meilleure compréhension de l'exposition des populations dans des conditions de vie « normales », on observe depuis quelques années une demande de plus en plus forte d'évaluation de la QAI dans **un contexte de plainte ou d'intervention**, en particulier dans les établissements scolaires.

En dehors des habitats, les établissements scolaires et les modes de transport restent les mieux renseignés parmi les divers établissements recevant du public. Ainsi, dans les **établissements scolaires**, même si l'on observe d'assez fortes variabilités entre les bâtiments et au sein d'un même bâtiment d'un jour à l'autre, la présence de sources permanentes et ponctuelles conduit à une pollution assez spécifique par les COV et aldéhydes avec des concentrations intérieures parfois plusieurs ordres de grandeur plus élevées que celles observées à l'extérieur. Les résultats indiquent que la QAI dans les

établissements scolaires est assez largement influencée par la ventilation, souvent insuffisante dans les écoles. Les fortes concentrations observées (en particulier pour les COV et aldéhydes) dans certaines situations de plainte sont ainsi souvent liées à une ventilation insuffisante des locaux mais il reste généralement difficile d'identifier clairement les sources à l'origine des épisodes de pollution intérieure. Dans **les transports**, les travaux récents ont mis en évidence des problématiques assez spécifiques selon les milieux considérés ; ils dégagent par exemple clairement que les particules représentent une pollution majeure dans les enceintes ferroviaires souterraines, la présence massive d'hydrocarbures aromatiques polycycliques et d'éléments métalliques témoignant de sources intérieures spécifiques. Ces observations ont d'ailleurs conduit en 2003 le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF) à formulé un avis et des recommandations pour les enceintes ferroviaires souterraines. Dans les parkings souterrains, on relève également, dans une mesure moindre, des teneurs en particules, oxydes d'azote et monoxyde de carbone nettement plus élevées qu'à proximité d'axes routiers par exemple. Dans les halls de gares ou d'aéroports, des phénomènes de transfert de la pollution extérieure de proximité puis d'atténuation des concentrations à l'intérieur ont été assez bien documentés, en particulier pour les particules, le dioxyde d'azote ou certains COV. Les niveaux moyens de pollution mesurés restent toutefois en deçà de ceux rapportés par exemple dans les enceintes ferroviaires ou les parkings souterrains.

Comparée aux logements, aux écoles ou aux zones de transport, la QAI dans **les bureaux** reste aujourd'hui finalement assez mal connue en France. La plupart des travaux dans les immeubles de bureaux ont été réalisés dans les années 90. Leurs conclusions sur l'influence du mode ou système de ventilation sur la contamination fongique et/ou bactérienne étaient parfois contradictoires et la pollution chimique a été peu investiguée. Les résultats disponibles ont toutefois bien établi l'influence de la fumée de tabac environnementale. Dans les bureaux sans tabagisme, ils suggèrent l'influence de la pollution extérieure et de l'activité des occupants. Des données fragmentaires sont également disponibles pour certains **espaces récréatifs (piscines, gymnases)**. Elles indiquent par exemple de fortes variations dans les teneurs en chloramines entre les piscines, mais aussi de fortes variations au sein d'un même établissement, en fonction de la distance aux bassins ou au cours de la journée selon les activités et le nombre de nageurs. Dans les gymnases, même si l'on note la présence de sources intérieures spécifiques, d'aldéhydes par exemple, la QAI semble fortement liée à la qualité de l'air extérieur. A noter enfin que dans les établissements de soins ou d'accueil de personnes âgées, la QAI n'est quasiment pas renseignée en France.

En conclusion, si depuis les années 2000 la typologie des lieux étudiés s'est diversifiée, les polluants « traceurs » de la pollution chimique intérieure ont finalement assez peu évolué (NO_x , particules, COV et aldéhydes), même si, avec l'amélioration des outils métrologiques, on a évolué vers des mesures plus fines (cas des particules : de la mesure des fumées noires à celle des particules ultrafines) et réalisées sur des pas de temps de plus en plus courts permettant de mieux comprendre les épisodes de « pics » de pollution. L'exposition dans les milieux intérieurs aux polluants « émergents » comme par exemple les phtalates, les pesticides ou les retardateurs de flamme, reste très peu documentée en France.

Dans les autres pays

L'analyse des travaux réalisés dans les autres pays est riche d'enseignements s'agissant d'une part des objectifs fixés et des méthodes mises en œuvre pour y répondre, et d'autre part pour identifier des problématiques émergentes (lieux de vie à investiguer, substances chimiques ou agents biologiques d'intérêt pour les futurs travaux de l'OQAI). Ainsi, les études **de grande ampleur** (de portée nationale ou comprenant un échantillon conséquent de lieux, à savoir plus de 100 bâtiments) ont été recensées. Compte tenu des spécificités géographiques, mais également culturelles, seules les études menées dans des **contextes proches des typologies constructives et des modes de vie français** ont été analysées.

Globalement, ces travaux peuvent être répartis en deux catégories : les études environnementales et/ou d'expologie dans lesquelles les concentrations dans les environnements intérieurs (air, poussières...) sont mesurées et les expositions des populations associées évaluées ; les études épidémiologiques, qui au-delà de la mesure des concentrations intérieures, renseignent l'état de santé des populations étudiées. Certaines de ces études se focalisent exclusivement sur un composé (exemple du plomb ou du radon) ou une famille de composés, d'autres sont ciblées sur de multiples polluants..

Les campagnes de surveillance pérennes allemandes GerES (*German Environmental Survey*) et américaines NHEXAS (*National Human Exposure Assessment Survey*) sont parmi les campagnes les plus riches d'informations sur la qualité de l'environnement intérieur. Initiées dans les années 80, elles permettent de suivre l'évolution au cours du temps de la qualité de l'air intérieur grâce à la mise en œuvre régulière de campagnes de mesures successives. Outre la détermination des concentrations dans **l'air intérieur et les poussières déposées pour un très grand nombre de substances (métaux lourds, pesticides, polychlorobiphényles, phtalates...)**, elles ont également combiné des **mesurages dans des matrices humaines comme les urines ou le sang**, afin d'estimer l'exposition totale des sujets et l'influence de l'exposition domestique sur celle-ci. En Allemagne, le renouvellement périodique des mesurages a ainsi permis de montrer qu'entre les années 80 et aujourd'hui on observe une diminution des concentrations médianes dans l'air intérieur pour le formaldéhyde (passant de $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans la première campagne de mesure GerES I en 1985-86 à $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2003-06 dans GerES IV) et

le benzène (diminution de 7,2 à 1,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour la même période), permettant de montrer l'efficacité des mesures de limitation des émissions des matériaux de construction d'après les auteurs. Dans le même esprit, l'étude récente CTEPP (*Children's Total Exposure to Persistent Organic Pollutants*) a permis de mesurer les concentrations dans l'air, les poussières de la moquette ou des surfaces, les urines et l'eau de boisson, au domicile et à l'école, de 50 composés chimiques persistants auprès de 257 enfants des États de Caroline du Nord et de l'Ohio.

Les études d'ampleur s'étant intéressées aux **biocontaminants** (par exemple les études NSLAH (*National Survey of Lead and Allergens in Housing*), IPEADAM (*Indoor Pollutants, Endotoxin, Allergens, Damp and Asthma*) et ECRHS (*European Community Respiratory Health Survey*) ont systématiquement associé l'étude d'événements de santé, notamment la survenue ou l'aggravation de l'asthme et des allergies. Dans le cadre de l'étude NSLAH, les poussières du lit, des sols de la chambre et du salon, ainsi que celles du canapé ont été prélevées dans 831 logements ; les résultats indiquent par exemple que si seulement 49 % des foyers américains possédaient un chien ou un chat, les allergènes de chien (Can f 1) et de chat (Fel d 1) étaient détectés dans 100 % des échantillons de poussières (concentrations médianes respectivement égales à 4,69 et 4,73 $\mu\text{g}/\text{g}$). Dans l'étude ECRHS II, les poussières d'environ 3 000 matelas ont été collectées dans 22 agglomérations européennes (en France : 169 prélèvements à Paris et 180 à Grenoble).

Certaines études ont été exclusivement consacrées à un type de locaux. Ainsi, **pour les bureaux**, l'étude américaine BASE (*Building Assessment Survey and Evaluation*) fait référence. Conduite dans 100 immeubles de bureaux de 37 villes réparties dans 25 États, elle a permis la mesure de 48 COV, des PM_{10} et $\text{PM}_{2,5}$, de la flore bactérienne et la flore fongique et des allergènes de chat et d'acariens. S'agissant des **lieux de vie fréquentés par les enfants**, l'étude la plus récente est celle des agences américaines de l'environnement, du logement et de la consommation portant sur la mesure des pesticides, du plomb et des allergènes dans 168 crèches et 30 écoles primaires réparties sur l'ensemble du territoire américain. Des poussières déposées sur les sols, les bureaux et les autres meubles ont été aspirées ou collectées au moyen de lingettes. Les résultats indiquent par exemple la présence de chlorpyrifos, de diazinon et de perméthrine (*cis* et *trans*) dans 67 % des établissements. Pour les **environnements clos en dehors des lieux de vie principaux** que sont le logement, l'école et le bureau, les études restent logiquement nettement plus modestes du fait de la diversité de ces autres lieux, tant en termes d'usages que de constructions, et ainsi de l'impossibilité de constituer un échantillon représentatif du parc considéré. L'étude BEAM (*Boston Exposure Assessment in Microenvironments*) a investigué des lieux publics (magasins, restaurants, transports...), une vingtaine environ pour chaque type.

D'autres études américaines récemment conduites ou en cours de réalisation (RIOPA, DEARS, *Oklahoma Urban Air Toxics*) considèrent **dans sa globalité la problématique de la pollution atmosphérique**, combinant des mesures de concentration dans l'air extérieur, dans divers lieux de vie du quotidien et des mesures d'exposition individuelle (ou personnelle). Par exemple, dans le cadre de l'étude RIOPA (*Relationships of Indoor, Outdoor, and Personal Air*), conduite par le *Health Effects Institute*, les concentrations extérieures, intérieures et personnelles de 16 COV, de 10 aldéhydes et cétones et des $\text{PM}_{2,5}$ (incluant leur spéciation, i.e. les concentrations en métaux, hydrocarbures aromatiques polycycliques, chlordanes) ont été mesurées pendant 2 périodes de 48 heures à différentes saisons, dans les villes de Los Angeles, Houston et Elizabeth (environ 100 logements dans chaque ville). En Europe, des études multicentriques similaires ont été conduites ou le sont actuellement : EXPOLIS, PEOPLE (*Population Exposure to Air Pollutants in Europe*), AIRMEX (*Air Monitoring and Exposure Assessment Project*), l'objectif étant d'étudier la contribution des expositions dans les environnements intérieurs aux expositions globales pour différents polluants « classiques » (COV, dioxyde d'azote, particules, monoxyde de carbone).

En conclusion, ces études internationales confirment, si besoin en était, le caractère indispensable, pour la France, de s'être dotée d'un Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur, et permettent d'ores et déjà d'identifier des perspectives pour ses prochains travaux. Elles indiquent par exemple la pertinence de la mise en œuvre de campagnes périodiques pour suivre l'évolution de la QAI au cours du temps, de campagnes spécifiques visant à mesurer l'exposition à des polluants « émergents » (exemple des phtalates ou des retardateurs de flamme), mais aussi la pertinence d'un couplage des mesures environnementales avec des mesures biologiques et/ou des mesures d'exposition individuelle pour mieux comprendre l'influence de l'exposition domestique dans les niveaux d'exposition totale aux substances chimiques.

Glossaire :

COV : Composés organiques volatils

NO_x : oxydes d'azote ($\text{NO} + \text{NO}_2$)

$\text{PM}_{2,5/10}$: Particules de diamètre médian inférieur à 2,5 / 10 μm

Contamination fongique dans le parc de logements français

Stéphane Moularat
CSTB
stephane.moularat@cstb.fr

Au cours des deux dernières décennies, plusieurs études ont mis en évidence que, dans certaines circonstances d'exposition, les moisissures pouvaient être responsables de l'apparition de maladies notamment respiratoires telles que des allergies, infections ou toxi-infections (Kuhn et Ghannoum, 2003)*.

A ce jour, l'évaluation des expositions aux moisissures a été réalisée en Amérique et en Europe du Nord et est basée sur des questionnaires d'enquête proposés aux habitants ou sur une inspection visuelle des locaux. A notre connaissance, aucune mesure physico-chimique n'a encore été réalisée *in situ* pour évaluer la qualité microbiologique de l'air intérieur.

Les résultats obtenus sur les différentes études montrent une proportion très variable de logements contaminés. Ainsi, un intervalle de 14 % à 35 % est obtenu pour les logements contaminés avec moisissures visibles. Cette proportion atteint 80 % en ajoutant un des facteurs les plus favorables au développement fongique : l'humidité. En revanche, il n'existe aujourd'hui aucune étude sur la prévalence des logements contaminés en France.

Réalisé dans le cadre de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI), le travail présenté avait pour objectif de faire un état des logements français en termes de contamination fongique de l'air intérieur. Il s'appuie sur les données collectées dans le cadre de la campagne nationale Logements menée entre 2003 et 2005 sur un échantillon aléatoire de près de 570 résidences principales en France continentale métropolitaine.

La démarche a consisté, dans un premier temps, à mettre au point un indice de contamination fongique innovant basé sur l'identification de Composés Organiques Volatils spécifiques du développement fongique (COVm).

La fréquence des logements contaminés a ensuite été estimée selon deux approches complémentaires :

- l'examen visuel des différentes pièces des logements (dénombrement des cas de moisissures visibles)
- la mesure des composés organiques volatils spécifiques du développement fongique et l'application de l'indice de contamination mis au point (identification des cas de contaminations masquées).

Les résultats préliminaires montrent que la proportion de logements « contaminés » par des moisissures est comprise entre 10% (contaminations visibles) et 37% (présence d'un développement fongique visible ou masqué) selon l'indicateur choisi, la prise en compte des deux indicateurs donnant une proportion de 42% de logements « contaminés » (Fig.1).

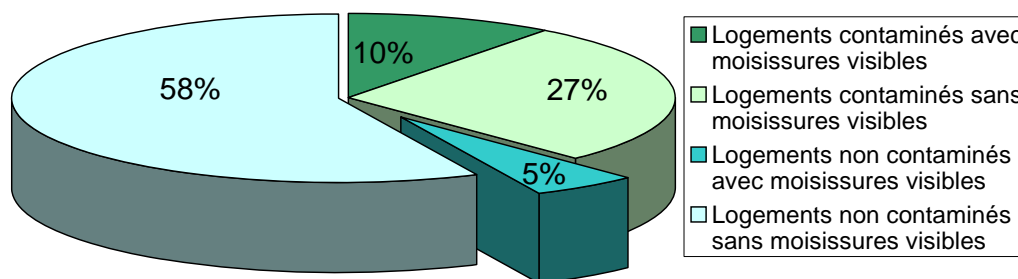


Fig 1 : Evaluation de la proportion de logements contaminés par des moisissures (échantillon de 496 logements répartis en France).

Il apparaît donc que 73 % des contaminations fongiques ne s'accompagnent pas de signes visibles de moisissures. La technique de détection mise au point semble donc être plus sensible et mieux adaptée que les méthodes classiques basées sur un examen visuel ou un questionnaire soumis à la subjectivité des habitants ou des enquêteurs.

Dans 5 % des logements, la présence de traces de moisissures est observée alors qu'aucun développement fongique n'est détecté. Il peut alors s'agir de moisissures ne se développant plus ou d'erreur de jugement de l'enquêteur (salpêtre confondu avec des moisissures par exemple).

La relation entre présence d'humidité sur les parois et développement de moisissures a également pu être confirmé, validant la fiabilité de l'indice mis au point.

* Kuhn, D.M. et Ghannoum, M.A. 2003. Indoor mold, toxigenic fungi, and *Stachybotrys chartarum*: Infectious disease perspective. Clin Microbiol Rev 16:144-172.

Pollution intérieure et santé allergique et respiratoire : données de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur

Isabella Annesi-Maesano, INSERM

La pollution de l'air est un sujet de préoccupations, principalement à cause de son impact potentiel sur la santé. Les voies respiratoires en sont la cible privilégiée, avec des effets aigus et chroniques et des répercussions en termes d'aggravations de pathologies respiratoires existantes telles que l'asthme, la rhinite et les allergies. Ces pathologies sont très fréquentes et en augmentation sensible ces dernières années. L'importance du volume temps passé dans un endroit clos, et plus spécifiquement le logement, fait de la pollution intérieure et de son impact sur la santé allergique et respiratoire un sujet d'étude primordial. L'enquête nationale logements de l'OQAI constitue un cadre remarquable pour l'étude épidémiologique des liens entre polluants intérieurs et santé allergique et respiratoire. Le point fort de cette étude est la mesure objective des concentrations d'un grand nombre de polluants, ce qui permet une meilleure évaluation de l'exposition des sujets. Les objectifs de cette étude étaient de dresser un état des lieux de la santé allergique et respiratoire parmi les habitants des logements sélectionnés et d'évaluer son association avec la pollution de l'intérieur des locaux. A cet effet, un auto-questionnaire a été distribué aux habitants de 15 ans ou plus par les techniciens enquêteurs lors d'une de leurs visites, accompagné d'une notice d'information. Il faut noter qu'en raison du type de sélection effectuée, l'échantillon des logements de l'OQAI est représentatif du parc des logements en France.

Les données sanitaires collectées portaient sur l'asthme, la rhinite, l'eczéma, la présence d'autres troubles respiratoires tels que la gêne respiratoire, l'essoufflement, la toux ou les crachats, et sur le tabagisme.

Sur les 567 logements enquêtés par l'OQAI, soit 1612 individus, 1012 ont complété et retourné les questionnaires, soit 82,08% des 15 ans ou plus, représentant 490 logements. La population de répondants était composée de 47,92% d'hommes et de 52,08% de femmes, et l'âge médian était de 44 ans, allant de 15 à 89 ans.

Dans l'échantillon enquêté 7,26% des sujets souffraient d'asthme et 38,32% de rhinite. Asthme et rhinite sont plus fréquents chez les femmes et les fumeurs.

Les résultats montrent que l'asthme et la rhinite sont positivement associés à l'exposition aux COV, polluants intérieurs majeurs ayant de nombreuses sources d'émissions dans les logements. L'asthme est plus spécifiquement lié à l'acroléine et à l'acétaldéhyde. Plus précisément, la présence d'acroléine dans les logements augmente par deux le risque de souffrir d'asthme. Quand aux COV leur présence augmente par 1,5 le risque de souffrir de rhinite lorsqu'on utilise un score d'utilisation moyen de 0 à 4 produits émanant des COVs. Ces résultats persistent lorsqu'on tient compte des facteurs pouvant être à l'origine de ces pathologies tels que l'âge, le sexe, l'humidité et la teneur en CO₂ du domicile. Le mécanisme d'action suspecté des polluants irritants tels que les COV est une augmentation de la réponse inflammatoire par le biais de l'activation du stress oxydant ou une modification de la réponse immunologique, abaissant le seuil de déclenchement de la réponse aux antigènes. La conséquence : des réactions allergiques déclenchées à de plus faibles concentrations d'antigènes.

Budget-Espace-Temps-Activités des enfants : lieux de loisirs et de garde

Drs Claire Segala et Marie-Téhrèse Guillam
Sépia Santé

Les objectifs du travail réalisé dans le cadre du programme de l'OQAI sur les lieux de vie fréquentés par les enfants étaient d'une part d'évaluer la fréquentation et le temps passé par les enfants de 0 à 18 ans dans les lieux de loisirs couverts et dans les lieux de garde collectifs et d'autre part d'évaluer la fréquentation des piscines par les femmes enceintes.

Seules quelques données sur le temps consacré globalement aux loisirs sont actuellement disponibles et par ailleurs, elles ne concernent pas l'ensemble des enfants âgés de 0 à 18 ans. Elles suggèrent cependant que le temps moyen dans des salles de loisirs en intérieur est faible. C'est dans ce contexte qu'a été menée une étude transversale en population générale (France métropolitaine). Les données ont été recueillies par téléphone auprès d'un échantillon de ménages tirés au sort selon un plan d'échantillonnage tenant compte de la localisation géographique et des tailles d'unités urbaines. La fréquentation et le temps passé dans les différents lieux ont été renseignés sur la dernière semaine scolaire ainsi que sur la dernière semaine de vacances. Pour chaque lieu, la fréquentation et le temps passé ont été étudiés sur les semaines enquêtées, puis une estimation du temps moyen journalier a été déterminé sur toute la population d'enfants et sur la population qui fréquente chacun des lieux. La fréquentation des piscines par les femmes enceintes a été étudiée en parallèle.

Au final, la population étudiée est représentative au niveau géographique et des strates d'unités urbaines de la population française métropolitaine. Par contre, seuls les ménages disposant de lignes fixes et n'étant pas sur liste rouge ont été contactés.

Concernant les lieux de garde collectifs, 22,3% d'enfants d'âge pré-scolaire et 27% de maternelle les fréquentent. Logiquement le temps passé par les enfants d'âge pré-scolaire est plus élevé que celui passé par les enfants scolarisés (190'35" en moyenne par jour pour ces derniers).

Les salles de sport sont les lieux de loisirs les plus fréquentés en terme de nombre d'enfants et de temps passé. Ce résultat peut s'expliquer par le fait que les activités pratiquées dans ces salles sont très nombreuses et qu'elles sont utilisées de façon importante dans le cadre privé et dans le cadre scolaire. Les collégiens et les lycéens fréquentent plus les salles de sport que les enfants des autres niveaux scolaires.

Les lieux de loisirs couverts les plus fréquentés après les salles de sport sont les cafés/bars/restaurants et les cinémas/théâtres/salles de spectacle. Les temps moyens passés par jour dans ces lieux sont assez proches soit entre 8 et 10 minutes.

La piscine est le 4^{ème} lieu de loisirs en terme de fréquentation. Le temps moyen passé par jour par les enfants de moins de 18 ans qui fréquentent la piscine est de 12'26". Les primaires fréquentent plus la piscine que les autres enfants à la fois dans le cadre scolaire et extrascolaire. Le nombre de bébés nageurs dans cette étude est évalué à 3,7% des enfants de moins de 3 ans.

Les patinoires couvertes constituent un des lieux privilégiés du programme de l'OQAI. La présente étude montre une faible fréquentation de ce lieu de loisirs, soit 5,6% des enfants de moins de 18 ans. Une plus forte fréquentation est observée pendant les périodes de vacances.

Pour la détermination des temps moyens passés dans les lieux étudiés, certaines approximations ont dû être réalisées (exclusion de certains enfants <1% ; temps médian attribué lorsque la durée passée dans un ou plusieurs lieux n'a pas été renseignée). Les lieux les plus affectés par les valeurs manquantes sont les piscines (activité régulière) et les salles de sport (activité régulière). Cependant, cette procédure n'a pas, selon toute certitude, affecté de manière importante les résultats.

Concernant les femmes enceintes, la population étudiée est représentative au niveau géographique, mais elle compte davantage de femmes enceintes dans les zones rurales. Comme pour la population des enfants, seuls les ménages disposant de lignes fixes et n'étant pas sur liste rouge ont été contactés.

Entre 2002 et début 2007, 41,6% des femmes enceintes ont fréquenté au moins une fois la piscine durant leur dernière grossesse. Dans leur majorité, les femmes enceintes vont à la piscine pour des activités de détente (77,4%). 17% des femmes enceintes qui ont été à la piscine durant leur grossesse, ont pratiqué des activités spécifiques pour femmes enceintes. Cette pratique va en augmentant entre le 1^{er} et le 3^{ème} trimestre.

Les piscines couvertes en France : caractéristiques, fréquentation et qualité de l'air

Drs Claire Segala et Marie-Thérèse Guillam
Sépia Santé

Ce travail a été réalisé dans le cadre du programme de l'OQAI concernant les lieux de vie fréquentés par les enfants. Il s'agit d'une étude descriptive dont les objectifs étaient de : (1) réaliser une recherche bibliographique sur les niveaux de pollution dans l'air des piscines et les traitements utilisés en France et à l'étranger ; (2) réaliser un inventaire exhaustif des piscines couvertes en France avec recueil de leurs caractéristiques ; (3) recueillir auprès d'un échantillon de piscines couvertes des données sur leurs caractéristiques, les types de traitements utilisés, les niveaux de pollution, la fréquentation des enfants (0-18 ans).

La recherche bibliographique a mis en évidence que les produits à base de chlore sont très largement utilisés pour désinfecter l'eau des piscines et que les composés les plus étudiés dans l'air au-dessus des bassins sont la trichloramine et le chloroforme (produits qui dérivent du chlore). La trichloramine a des effets irritants reconnus. Quant au chloroforme, il est reconnu cancérigène probable pour l'homme par le CIRC. Globalement, très peu de données sont disponibles sur la qualité de l'air des piscines. Aucune valeur guide n'a été établie pour la trichloramine. L'INRS a proposé une valeur de confort de 0,5 mg/m³. Les études recensées montrent des dépassements de cette valeur de confort ou bien souvent des concentrations légèrement inférieures à celle-ci. Pour le chloroforme, les références utilisées sont celles des expositions en milieu professionnel ; dans les études recensées, les concentrations (5-853 µg/m³) sont très inférieures à ces normes. Il ressort aussi des études que certains facteurs qui favorisent la présence des polluants dans l'air (l'agitation de l'eau des bassins, la température de l'eau, le recyclage de l'air...) se retrouvent plus particulièrement dans les centres ludiques et les bassins pour jeunes enfants.

D'après le recensement du Ministère de la jeunesse et des sports, la France dispose de 1950 piscines couvertes. Près de 66% de ces établissements ne possèdent qu'un seul bassin. Les équipements récréatifs de type fosse à plongeon, bains bouillonnants représenteraient 4% du parc des bassins.

Une enquête par questionnaire a été réalisée auprès de 500 piscines échantillonnées en fonction de leur localisation géographique et de leur nombre de bassins. 43% des piscines ont participé.

38% d'entre elles ont été mises en service entre 1975 et 1978. 35,9% ont subi des travaux liés à l'amélioration du traitement de l'eau et/ou de l'air. Le nombre de bassins dans les piscines varie entre 1 et 6 ; 75% en ont 1 ou 2. 42% des piscines sont intégrées dans un complexe sportif ou de loisirs.

92% des piscines sont équipées de systèmes de recyclage d'air, dans 82%, le recyclage est régulé automatiquement. Les facteurs régulateurs sont surtout la température et l'hygrométrie. 1% des piscines déclarent qu'elles sont ventilées naturellement. Par ailleurs, 44% des établissements déclarent ventiler par ouverture des fenêtres (baies vitrées, coupole de toit..).

Concernant, le traitement de l'eau, toutes les piscines filtrent l'eau, les systèmes les plus utilisés sont les filtres à sables (85%). Toutes les piscines utilisent du chlore pour désinfecter l'eau. En plus du chlore, 3 établissements utilisent du brome. 24% des établissements enquêtés disposent de système de déchloration, dans 53% des cas, il s'agit de lampes UV.

17% directeurs de piscines déclarent mesurer régulièrement des valeurs hors normes dans l'eau de leurs bassins, dans 74% des cas, il s'agit de concentrations trop élevées en chlore combiné (dont fait partie la chloramine). Les différents paramètres renseignés confirment des dépassements du chlore combiné dans l'eau des bassins (26,2% des bassins). Les dépassements de pH et de chlore actif libre sont, par contre, très peu nombreux.

La température de l'eau est un paramètre important pour la qualité de l'air (plus elle est chaude, plus certains composés volatils – trichloramine, chloroforme- sont retrouvés dans l'air). Les données renseignées montrent conformément à ce qui est déjà connu, que l'eau est plus chaude dans les Spas et les pataugeoires. Alors qu'aucune différence notable de température de l'eau n'est observée en fonction de la fréquentation, pour les températures de l'air, on note une tendance plus chaude en période de forte fréquentation, ceci est surtout remarquable pour les 2 types de bassins précédemment cités.

Concernant l'air au-dessus des bassins, la température et l'hygrométrie sont les 2 paramètres régulièrement mesurés. 1 seul établissement mesure régulièrement la trichloramine dans l'air. Des concentrations de polluants établies occasionnellement ont été renseignées, il s'agit de la trichloramine pour 14 établissements, et du chloroforme pour seulement 1 établissement. Cette étude suggère donc que très peu de données sur la qualité de l'air sont disponibles auprès des établissements.

Les conditions d'accueil renseignées sont très variables en terme de fréquentation maximale autorisée. 22% des piscines disposent de gradins. 93% accueillent les groupes scolaires. Les groupes de maternelles sont moins accueillis que les primaires et les secondaires. Les données de fréquentation présentées dans ce rapport sont des données brutes : calcul de la fréquentation et des plages horaires sur le nombre d'établissements ayant renseigné ces données. Ainsi, lors d'une semaine scolaire, 98 731 enfants primaires sont accueillis par 168 établissements. Les chiffres correspondants sont de 24 986 pour les maternelles (130 piscines) et de 46 530 pour les secondaires (151 établissements). En période scolaire, 92 établissements déclarent accueillir les bébés nageurs (6298 par semaine). En période de vacances, ils sont 37 avec 2041 bébés accueillis par semaine. Un certain nombre de bébés nageurs sont accueillis dans le cadre de clubs. Une soixantaine de piscines déclare proposer des activités spécifiques pour les femmes enceintes (759 femmes enceintes sont accueillies par semaine dans 59 établissements)

Dans l'hypothèse d'une campagne de mesure de la qualité de l'air suite à cette étude, les paramètres à prendre en compte dans le choix des établissements seraient les suivants : (1) le nombre de bassins , (2) la fréquence maximale autorisée des établissements, (3) les systèmes de ventilation (recyclage d'air ou non), (4) la présence de dispositifs permettant de réduire les chloramines. D'autres facteurs sont aussi à prendre en compte, comme le fait que les établissements soient découvrables ou non, la fréquentation et le type de public, d'autre part, les conditions de prélèvements pourraient être discutées et adaptés (la hauteur de prélèvements par exemple).

Les patinoires couvertes en France : caractéristiques, fréquentation et qualité de l'air

Drs Claire Segala et Marie-Téhrèse Guillam
Sépia Santé

Ce travail, réalisé dans le cadre du programme d'action de l'OQAI sur les lieux de vie fréquentés par les enfants, avait 2 objectifs : (1) présenter un inventaire des patinoires françaises et décrire leurs caractéristiques (bâtiments et équipements) ; (2) estimer la fréquentation des patinoires par les enfants.

Une enquête exhaustive par questionnaire a été menée à l'aide du fichier du Recensement des Equipements Sportifs du Ministère de la jeunesse et des sports. Combinée à ce recensement, notre étude montre que la France métropolitaine dispose de 112 patinoires couvertes. Des données ont pu être obtenues auprès de 69 patinoires (61,6%). Aucune différence importante n'est observée entre les patinoires qui ont répondu et les autres au niveau des équipements renseignés dans le RES.

Les polluants de l'air intérieur des patinoires sont principalement, le CO, le NO₂, ainsi que les COV et les particules. Les sources principales de ces polluants sont les engins utilisés pour le lissage de la glace (surfaceuse et coupe-bordure). Les surfaceuses thermiques fonctionnant au gazole ou à l'essence, sont celles qui émettent le plus de CO. En France, le CSHPF a émis en 1993 un avis contenant des recommandations en faveur de l'utilisation des surfaceuses électriques moins polluantes (cet avis émet aussi des recommandations sur l'entretien des surfaceuses, la ventilation des patinoires et les niveaux de CO dans ces établissements).

83% des patinoires enquêtées sont équipées de surfaceuses fonctionnant au gaz, 14% de surfaceuses fonctionnant à l'électricité et 3% de surfaceuses fonctionnant à l'essence.

Certaines des surfaceuses à gaz sont équipées de dispositifs favorables à l'amélioration de la qualité de l'air : 50% disposent de pot pour l'échappement des gaz en hauteur (favorise leur élimination) et 50% sont équipées de pot catalytique (réduction des émissions).

56,5% des patinoires ont déclaré utiliser des engins complémentaires (coupe-bordure) pour lisser la glace. 72,2% d'entre eux fonctionnent à l'essence.

Une autre source possible de pollution intérieure est l'énergie de chauffage. 12% des patinoires enquêtées ne sont pas chauffées. L'énergie utilisée par celles qui chauffent est majoritairement le gaz (58%), vient ensuite l'électricité (23%) puis le fioul (13%).

La ventilation des patinoires est assurée par des systèmes d'extraction mécanique d'air dans 46% des cas et par des systèmes de recyclage d'air dans 46% des cas. 7,5% des patinoires enquêtées seraient ventilées naturellement.

L'avis du CSHPF conditionne l'utilisation des surfaceuses thermiques à des contrôles de CO. 11,6% des patinoires déclarent la présence de sonde CO dans leur établissement, elles interviennent dans la régulation automatique de la ventilation. 51,6% des patinoires déclarent réaliser de manière régulière des mesures de CO. Des mesures de CO ont été faites occasionnellement dans 25% des patinoires (tests des équipements ou lors de compétition). Certaines valeurs de CO renseignées apparaissent préoccupantes car supérieures aux recommandations du CSHPF pour des périodes hors surfage. Aucune patinoire n'a évoqué dans ses réponses ou dans ses commentaires le NO₂ (les COV et les particules n'ont pas non plus été mentionnés).

Il faut souligner le fait que certaines déclarations sont à prendre avec réserve car dans certains cas, le personnel qui a rempli le questionnaire n'avait pas toutes les compétences pour renseigner l'ensemble des questions qui portaient à la fois sur l'administration, la fréquentation et sur les équipements. Dans certaines patinoires, plusieurs personnes sont clairement intervenues dans le remplissage. Malgré tout, ces données font clairement apparaître des écarts importants dans les niveaux d'équipements et de contrôle du CO entre les patinoires.

Concernant la fréquentation, les patinoires présentent des conditions d'accueil très différentes en terme de mois d'ouverture et de fréquentation maximale autorisée.

96% des patinoires enquêtées accueillent les groupes scolaires. Les primaires sont les plus accueillis (98,5% des patinoires) devant les secondaires (79% des patinoires) et les maternelles (67% des patinoires). En tout, 19 685 enfants de primaires sont accueillis dans 59 des patinoires chaque semaine scolaire, le chiffre est 9 206 pour les secondaires et 6065 pour les maternelles. Les patinoires d'Ile de France (12 sur 19 ont participées à l'enquête) accueillent à elles seules 44% de la totalité

des maternelles.

L'accueil des enfants pendant les vacances (hors vacances d'été) est important comparé aux heures d'accueil « tout public » en période scolaire. C'est pendant les vacances de février, que le nombre d'enfants accueillis est le plus élevé 148 025 par semaine.

94% des patinoires accueillent les clubs, les activités les plus pratiquées sont le hockey et la danse (respectivement 10 026 et 10 395 enfants par semaine d'activité).

Les données de fréquentation présentées dans ce rapport sont des données « brutes », soit calculées sur le nombre de patinoires ayant renseignées ces questions. Selon les objectifs ultérieurs d'utilisation de ce travail, des statistiques prospectives apparaissent envisageables à partir des ces données.

Dans l'hypothèse d'une campagne de mesure de la qualité de l'air, suite à cette étude, celle-ci pourrait ne s'intéresser dans un premier temps qu'aux patinoires équipées de surfaceuses à gaz ou à essence. En effet, à la vue des résultats, il apparaît encore important d'évaluer les niveaux en CO. Le NO₂ serait le deuxième gaz à enquêter. Les particules sont aussi envisageables.

Les paramètres à prendre en compte dans le choix des établissements seraient : l'énergie de fonctionnement de la surfaceuse (essence/gaz), le système de ventilation, la taille des pistes, l'énergie de chauffage. En parallèle, des données pourraient être collectées dans chaque patinoire sur le mode d'entretien, l'âge, les équipements (pot d'échappement, pot catalytique) des surfaceuses et sur l'énergie et l'utilisation des coupes-bordures. Lors de la mesure, il faudra tenir compte de la fréquentation (scolaire, club...).

PRISE EN COMPTE DES CRITERES DE QUALITE D'AIR DANS LA CONSTRUCTION

Exemple de la ville de Fribourg (Allemagne) sur les maisons à cible santé

M. Bachmann, Sentinel-Haus



que signifie «habitat sain»?

- ☑ Définir et garantir les standards cliniques, physiques et biologiques de la qualité de l'air intérieur.
- ☑ Tenir compte des besoins des habitants, sains, sensibles et malades ; développer des concepts pour les personnes qui veulent rester en bonne santé ou pour d'autres ayant besoin d'une protection maximale.
- ☑ Créer des habitats répondant que très peu de polluants.
- ☑ Reussir à réaliser des habitats de haut de gamme du point de vue la santé.
- ☑ Informer le client de manière concrète et sincère.
- ☑ Tenir compte des facteurs de confort : lumière, couleur, ambiance, aspect esthétique, acoustique, limitation des surchauffes estivales.



Projet de construction Vogelsheim à Fribourg en Allemagne : tous les appartements de cet immeuble de quatre étages à ossature bois ont été conçus avec une assistance scientifique en matière particulièrement compte des aspects liés à la santé au sein de l'habitat. Le projet a été soutenu par la Fondation Allemande pour l'Environnement (Deutsche Bundesstiftung Umwelt - DBU) Conception et maîtrise d'œuvre : Menuiserie Gönzperich (Zimmermeister Gönzperich, Fribourg www.zimmermeister-goenzperich.de) Programmation : Ralph Vogel (www.plmwinvestor.de/)

Institut Sentinel-Haus®

– Centre de compétence européen

Construction

respectueuse de la santé : Un investissement à long terme dans le confort et la santé.

Pour vivre de manière saine sans être influencé par une mauvaise qualité de l'air intérieur, la meilleure solution consiste à éviter les différents polluants. Seuls des habitations ayant été réalisées sans matériaux pollués peuvent assurer ce rôle. Autrement dit, la seule façon pour des personnes hypersensibles de retrouver une vie « normale » consiste à s'orienter vers ce type d'habitations.

La construction respectueuse de la santé doit devenir un standard à prix abordable.

L'Institut Sentinel-Haus® en tant que centre de compétence en construction respectueuse de la santé, offre des conseils très pragmatiques à tous les acteurs de la construction. À l'aide de notre conception, de notre assistance et de notre savoir-faire, la construction saine devient compréhensible, abordable en matière de coûts.

L'Institut Sentinel-Haus® assure simultanément information, conseil, formation et garantie qualité.

En tant que **centre de compétence et de conseil**, nous donnons la réponse à toutes vos questions en ce qui concerne l'habitat sain, et vous mettons en contact avec des experts.

En tant que centre reconnu en matière de construction respectueuse de la santé, nous donnons des informations aux professionnels et aux consommateurs.

En tant que **centre de qualification**, nous proposons des formations aux acteurs de la construction sur le thème « Santé à l'habitat ».

En tant que **centre d'un réseau international**, nous mettons en contact des professionnels de la médecine, du bâtiment, de la politique, de la science et de la recherche. L'Institut Sentinel-Haus® est l'interlocuteur de 5-Cert en Allemagne.

En tant que **centre d'innovation**, nous recherchons et développons des nouvelles solutions pour des habitats plus sains.

Sécurité juridique et garantie qualité.

Grâce à la conception Sentinel-Haus®, les entreprises de construction, les bureaux d'études et les investisseurs bénéficient d'une sécurité juridique concernant leur projet de construction respectueuse de la santé. Les juristes habilités peuvent se fier à une bonne qualité de l'air intérieur garantie par contrat.

La conception de l'Institut Sentinel-Haus® est une garantie de qualité mesurable.

Concevoir la maison de l'avenir.

Un projet d'habitat sain est bénéfique pour tous les acteurs de la construction. Investir dans un tel projet conduit forcément à un résultat positif. Les clients – utilisateurs et investisseurs – peuvent consciemment opter pour une qualité sanitaire de l'habitat. Les entreprises de construction et les bureaux d'études deviennent leader sur le marché grâce aux conceptions respectueuses de la santé.

Subvention et partenariat.

La construction respectueuse de la santé n'est possible que par une coopération de tous les participants. Les experts européens reconnus se déclarent favorables à l'Institut Sentinel-Haus® :

- ☑ Les bureaux d'études offrent de la compétence et de la qualité aux maîtres d'ouvrage.
- ☑ Les entreprises de l'industrie du bâtiment offrent des matériaux de construction sains.
- ☑ Les institute et les organisations indépendantes assurent une assistance scientifique.
- ☑ Les organisations indépendantes analysent et certifient la qualité des matériaux de construction ainsi que la qualité de l'air.





Si vous êtes intéressés n'hésitez pas à nous contacter :

Si vous souhaitez recevoir notre catalogue, veuillez indiquer votre domaine d'activité :

- ☑ Consommateurs
- ☑ Professions
- ☑ Industriels
- ☑ Entreprises de construction
- ☑ Investisseurs
- ☑ Négoçiants et distributeurs

Institut Sentinel-Haus®
 Marie-Cécile Stegler 1
 D 79200 Fribourg
 T +49 (0)7543 350 44-33
 M +49 (0)7543 06 07 03 38
 F +49 (0)7543 350 44-25
 @ info@sentinel-haus.eu
 www.sentinel-haus.eu

Partners: Institut für Bauphysik, Bau- und Umweltchemie, Zertifikat für Energieeffizienz, 5-Cert-IG, Confédération, AMO, Qualität

Prof. Dr. Henrich Sundebrunn, Institut für Bauphysik, Universität, Dr. Barbara Overell, Wilhelm Reich Hochschule, Christiane Herberich, Alpa Schwenkberger, Hochschule für Technik, Mittelhessen, Prof. Dr. Gerdhard Müller, Prof. Dr. Sörensen, Dr. Michael, Institut für Bauphysik

Bell Vogel, stock, Architekten, Christine Overell, Wilhelm Reich Hochschule, Alpa Schwenkberger, Hochschule für Technik, Mittelhessen, Prof. Dr. Gerdhard Müller, Prof. Dr. Sörensen, Dr. Michael, Institut für Bauphysik

dbu

ECO INSTITUT

Chemical, Spectroscopy, Research

Dr. Mojdan

Maison individuelle à Ahrndorf en Allemagne (Fribourg) : cette maison a été conçue avec une assistance de l'Institut Sentinel-Haus® en recevant particulièrement compte des aspects liés à la santé au sein de l'habitat. L'Institut Sentinel-Haus® a été chargé de la gestion de projet, de la première maison en Allemagne qui a obtenu le label « 5-Cert International » (Reconnu comme étant l'interlocuteur de l'Institut 5-Cert Suisse). Conception et maîtrise d'œuvre : www.winkelbaubüro.de



Exemples d'amélioration de la qualité de l'air intérieur dans les lieux de garde et d'enseignement en Alsace... Du diagnostic à l'action

Nathalie Leclerc,
ASPA Association pour la Surveillance et l'Etude de la Pollution Atmosphérique en Alsace

L'exposition des enfants aux risques sanitaires liés aux environnements intérieurs s'est affichée au niveau européen comme une priorité en termes de santé publique à travers la conférence interministérielle Santé Environnement de Budapest en juin 2004. Priorité relayée et déclinée au niveau français par le Plan National Santé Environnement qui demande de surveiller tout particulièrement la santé des enfants via notamment le renforcement de la connaissance des expositions intérieures en particulier dans les écoles et les crèches.

En effet, dans la matrice des expositions à la pollution atmosphérique, la contribution de la qualité de l'air respirée par les enfants sur les lieux de garde et d'enseignement y occupe une place non négligeable de par le temps de résidence et les niveaux de polluants mesurés. Les différentes études nationales et internationales, présentées notamment lors du colloque RSEIN de juillet 2005 le prouvent, les enfants respirent en général un air plus pollué à l'intérieur des écoles qu'à l'extérieur, ce qui en complément des effets sanitaires potentiels, semble pouvoir également affecter directement leurs performances scolaires.

Du diagnostic....

La caractérisation de la qualité de l'air dans les écoles a été initiée en Alsace dans les années 2000 via des campagnes de mesure réalisées dans le cadre de l'étude ISAAC II (International Study of Asthma and Allergies in Childhood - phase II) et de la phase pilote de l'OQAI (Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur).

Fin 2004, au regard de l'enjeu de santé publique et du reclassement du formaldéhyde par le CIRC¹ comme cancérigène pour l'homme -groupe 1-, la Ville de Strasbourg a souhaité pouvoir disposer d'une image représentative des niveaux de formaldéhyde rencontrés dans son patrimoine bâti et en particulier dans l'ensemble des écoles maternelles/primaires et des lieux d'accueil petite enfance (LAPE). Le SIVOM de l'agglomération de Mulhouse, dans le cadre de sa mission « gestion de la qualité de l'air » a exprimé également la demande de pouvoir disposer d'informations sur la qualité de l'air dans des lieux fréquentés par le public, notamment des écoles et lieux de garde.

En parallèle à ces suivis « état des lieux », des campagnes ponctuelles complémentaires ont été mises en place sur les sites présentant des niveaux élevés de formaldéhyde ou sur ceux dont les occupants font état de troubles pouvant être liés au syndrome des bâtiments malsains. Plus de 700 points de mesure ont ainsi été instrumentés sur la région Alsace dans les lieux de garde et d'enseignement.

Les systèmes de prélèvement utilisés sont fonction de la problématique. En général, le suivi des aldéhydes et des composés organiques volatils est effectué au moyen de tubes à diffusion passive (système de prélèvement temporaire qui fournit une moyenne sur l'ensemble de la durée d'exposition après analyse différée en laboratoire²). Des prélèvements actifs sont également réalisés sur une période de respectivement 30 min ou 2h pour se référer aux valeurs guides formaldéhyde de l'OMS et nouvellement de l'AFSSET afin de caractériser une exposition courte durée.

Si les différentes campagnes réalisées présentent des niveaux moyens, en accord avec les données issues de la littérature, se situant aux alentours de 25 µg/m³ pour les écoles et inférieurs à 20 µg/m³ pour les lieux d'accueil petite enfance, des fortes disparités d'exposition à la pollution de l'air à l'intérieur des salles ont systématiquement été mises en évidence.

¹ CIRC : Centre International de Recherche sur le Cancer

² Analyses réalisées au LIC- Laboratoire Interrégional de Chimie laboratoire au sein duquel coopèrent onze associations agréées de surveillance de la qualité de l'air

A l'action....

Après une première étape de diagnostic, qu'en est-il concrètement dans les lieux ayant fait l'objet de mesure ? Une hiérarchisation des actions s'effectue en fonction des résultats obtenus. Lorsque des valeurs élevées sont détectées, les résultats sont immédiatement transmis aux gestionnaires permettant de lancer rapidement une démarche d'identification des facteurs impactant sur la qualité de l'air intérieur. Si une contribution multi-sources est souvent mise en avant dans des contextes de pollution limitée, il s'avère que sur les sites présentant des niveaux sévères, la présence de dysfonctionnements notables du système de ventilation a été quasi-systématiquement constatée.

Concernant la diffusion des données, en complément à la mise en ligne sur Internet des rapports techniques édités par l'ASPA, des fiches communales ont été établies pour l'agglomération de Mulhouse visant à une meilleure appréhension des résultats par les gestionnaires des sites (incluant des préconisations en fonction des niveaux mesurés) ainsi qu'une sensibilisation du personnel sur la thématique de la ventilation. D'après les caractéristiques de système de ventilation du parc des bâtiments accueillant des enfants, le taux de renouvellement d'air dans les salles est en effet souvent limité favorisant une accumulation des polluants.

En parallèle et afin d'améliorer la qualité de l'air intérieur, les gestionnaires des bâtiments et de leur équipements ont intégré dans leurs cahiers des charges des critères comme l'émissivité du mobilier scolaire et des différents matériaux et matériels utilisés. L'installation de VMC dans les nouvelles constructions et les anciennes présentant des niveaux persistants de polluants en ambiance intérieure fait également partie de leurs préoccupations. Un suivi sur la limitation de l'accumulation des polluants est également réalisé à travers l'optimisation des pratiques d'aération (prise en compte également de la problématique ozone en période estivale et énergie en hiver) et via l'acquisition de capteurs de mesure de CO₂ (en cours sur l'agglomération de Mulhouse) en tant qu'indicateur de confinement.

Quant à la réalisation de campagnes de mesure suite à des problèmes avérés de pollution de l'air, un exemple concret d'amélioration de la situation peut-être illustré par le suivi réalisé dans la bibliothèque de l'Institut National des Sciences Appliquées (INSA) de Strasbourg. Suite aux résultats d'une 1^{ère} campagne de mesure réalisée dans le cadre d'un projet de recherche³ qui avaient souligné des niveaux élevés de formaldéhyde, l'INSA a demandé à l'ASPA de réaliser des mesures complémentaires. Celles-ci ont confirmé des niveaux supérieurs à 100 µg/m³ en période estivale. La présence d'étagères, le plus souvent en aggloméré et les livres eux-mêmes, font des bibliothèques des lieux exposés a priori à ce type de pollution. Mais dans ce cas, les niveaux se détachaient trop largement des autres locaux de même type instrumentés. Une autre source potentielle a été identifiée au niveau des faux-plafonds, façonnés en plaques de bois aggloméré percées de part en part. Des travaux de suppression de l'ensemble des faux-plafonds ont ainsi été engagés avec succès car les niveaux de formaldéhyde avaient baissé de 70 à 85% dans la bibliothèque environ un mois après les travaux.

En conclusion

Trois principes de gestion gouvernent le suivi de la qualité de l'air intérieur, la référence aux valeurs guides, la nécessaire réduction des inégalités d'exposition des enfants, le tout dans une réflexion intégrée en étant attentif aux interactions potentielles (aspects sanitaires, énergétique, économique...).

Les deux types d'actions en découlant sont d'une part la mise en place d'opérations de réduction de la pollution lorsqu'une source spécifique a pu être identifiée et d'autre part, dans le cas d'une contribution multi-sources suspectée :

- à court terme, la dispersion des polluants via des techniques de ventilation/aération voire la destruction partielle des polluants (fiabilité des techniques ?),
- et à moyen terme, une limitation des émissions.

La pollution de l'air intérieur dans les écoles et les lieux d'accueil de la petite enfance se trouve finalement au croisement des deux approches du groupe 3 du Grenelle de l'environnement « instaurer un environnement respectueux de la santé » : l'approche par milieu (pollution la plus élevée) et l'approche par population (personnes les plus sensibles avec la mise en place de deux types d'actions prioritaires : surveillance et prévention dans les lieux à risques et étiquetage des matériaux.

³ Projet de recherche réalisé au sein d'une dizaine de bibliothèques strasbourgeoises en 2005 Laboratoire de physico-chimie des Processus de Combustion de l'Atmosphère (PC2A), UMR CNRS 8522, FR CNRS 2416, Université des Sciences et Technologies de Lille et Centre de Géochimie de la Surface, CNRS et Université Louis Pasteur- Strasbourg

Étiquetage sanitaire et environnemental des produits de construction et de décoration

François Maupetit, CSTB
francois.maupetit@cstb.fr

Les produits qui entrent dans la construction des bâtiments sont évalués pour leur aptitude à l'usage. Les évaluations techniques portent sur des domaines aussi variés que la résistance au feu, la stabilité mécanique, l'isolation acoustique ou thermique, etc. Cependant, à l'heure actuelle, que l'on soit maître d'ouvrage ou "bricoleur", il existe très peu d'informations disponibles et fiables sur l'impact potentiel des matériaux sur la qualité de l'air intérieur. Accélération du processus incitatif lancé par le PNSE, les conclusions du Grenelle de l'environnement comportent l'obligation d'un étiquetage des émissions de polluants volatils des produits de construction et de décoration à partir de 2008.

Le CSTB est engagé dans l'amélioration de la qualité de l'air intérieur par le biais de la maîtrise des sources émissives depuis plusieurs années. Il dispose de moyens opérationnels de caractérisation des émissions de composés organiques volatils (COV) et de formaldéhyde par les produits de construction et de décoration, basés sur des méthodes internationales normalisées (série des normes ISO 16000 : Air intérieur). Ces méthodes permettent de caractériser les émissions de nombreux composés volatils tels que benzène, toluène, trichloréthylène, terpènes, éthers de glycol, formaldéhyde, etc. Les matériaux sont généralement testés sur une période de 28 jours et dans des conditions réalistes d'utilisation dans les environnements intérieurs.

Dans une seconde étape, il est possible d'évaluer l'effet de ces émissions sur la santé par comparaison des concentrations mesurées à des valeurs toxicologiques de référence. C'est par exemple ce que propose le protocole d'évaluation des émissions des COV et du formaldéhyde par les produits de construction solides présenté en octobre 2006 par l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (AFSSET), en collaboration avec le CSTB.

Ces méthodes d'essais sont aujourd'hui largement utilisées en Europe par différents labels (Finlande, Allemagne) ou procédures réglementaires. Elles servent également de base aux travaux engagés par la Commission Européenne pour la prise en compte de ces critères dans le marquage CE des produits de construction. En France, ces méthodes sont également utilisées par les fabricants de produits de construction qui cherchent à développer des produits faiblement émissifs. Enfin, ces méthodes permettent également de caractériser les émissions de différents types de produits : peintures, ameublement, produits d'entretien, désodorisants d'intérieur.

Ainsi, l'étiquetage des émissions de composés volatils par les matériaux de construction et de décoration peut se baser sur des méthodes reconnues et, de par son expérience en la matière, le CSTB peut participer activement à la mise en place de cet étiquetage.

En effet, l'évaluation des émissions chimiques est un des éléments de la démarche globale proposée par le CSTB pour évaluer les caractéristiques environnementales et sanitaires des produits de construction et de décoration. Selon les produits concernés, le volet sanitaire peut également inclure la mesure des odeurs émises, la caractérisation du comportement des produits face à une contamination fongique et bactérienne et les émissions radioactives naturelles.

L'étiquetage des émissions de composés volatils vient ainsi compléter le volet sanitaire des fiches de déclaration environnementale et sanitaire (FDES) fournies par les fabricants et les syndicats professionnels de manière volontaire, selon le cadre méthodologique de la norme NF P01-010. Les FDES permettent de caractériser les impacts des produits de construction sur l'environnement, tout au long de leur cycle de vie : depuis l'extraction des matières premières jusqu'à la fin de vie. La plupart des FDES sont consultables sur la base de données librement accessible INIES (www.inies.fr) qui rassemble aujourd'hui près de 100 FDES. Chaque FDES peut, à elle seule, concerner plusieurs références commerciales. D'ores et déjà, de nombreuses gammes de produits représentatifs du marché de la construction sont couvertes. Les FDES représentent donc la base de travail permettant de définir un étiquetage environnemental et sanitaire des produits de construction.