
Qualité de l'air dans les logements

Journées scientifiques RSEIN / OQAI

La Rochelle, 7-8 juin 2007

Organisées par :

Réseau Recherche Santé Environnement Intérieur (RSEIN)

Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI)

Université de La Rochelle

ATMO Poitou Charentes

Avec le soutien de :

Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME)

Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (AFSSET)

Communauté d'agglomération de La Rochelle

Conseil général de la Charente-Maritime

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

Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB)

Résumés des interventions

SOMMAIRE

Session 1 : Quels polluants, quelles concentrations dans les logements ?	3
Session 2 : Déterminants de la pollution intérieure	8
Session 3 : Effets sur la santé	13
Session 4 : Gestion de la qualité de l'air intérieur :	16

Session 1 :
Quels polluants, quelles concentrations
dans les logements ?

Session animée par Yvon LE MOULLEC

État de la pollution dans les logements français

Séverine KIRCHNER, Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB),
severine.kirchner@cstb.fr

L'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI), créé par les ministères en charge de la Construction, de la Santé et de l'Écologie, l'ADEME (Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie), le CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) et l'ANAH (Agence Nationale de l'Habitat), a présenté en novembre 2006 les résultats de la première **campagne nationale sur la qualité de l'air dans les logements en France**. Au total 567 logements tirés au sort (1612 individus enquêtés), représentatifs de la situation des 24 millions de résidences principales en France métropolitaine, ont été investigués sur la période 2003-2005.

Première référence disponible sur la pollution dans le parc de logements français, cette photographie de la pollution est ciblée sur une trentaine de polluants chimiques, physiques et microbiologiques choisis en fonction de leur impact sur la qualité de l'air ou sur le confort, de leur dangerosité et de leur fréquence d'apparition : monoxyde de carbone, composés organiques volatils, particules, radon, allergènes de chien, de chat, d'acarien, rayonnement gamma, dioxyde de carbone, température, humidité relative, débit d'air...

Les premiers résultats, consultables sur le site www.air-interieur.org, témoignent qu'il existe une pollution spécifique à l'intérieur des logements due à la présence de certains polluants que l'on ne retrouve pas à l'extérieur ou présents en concentration plus importante qu'au dehors. La majorité des polluants sont observés dans l'ensemble des logements du parc, reflétant la présence de multiples sources de pollution intérieures (matériaux, équipements, mobilier, produits ménagers, activité humaine, environnement extérieur, etc.) et des conditions de ventilation. La répartition de la pollution n'est cependant pas homogène dans le parc. Seule une minorité de logement (10 % environ) 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. Par ailleurs les distributions du nombre de logements en fonction des concentrations en polluants sont le plus souvent très dissymétriques, avec des logements présentant des valeurs nettement plus élevées que les concentrations médianes observées dans le parc. Enfin l'air des garages attenants et communicants aux logements est plus pollué que celui des logements.

Excepté deux éthers de glycol (EGBEA et 2PG1MEA), tous les **composés organiques volatils** mesurés sont présents dans 80 à 100 % des logements, les composés les plus ubiquitaires étant le formaldéhyde, l'acétaldéhyde, l'hexaldéhyde, le toluène et le m/p xylène. En grande majorité, les niveaux de monoxyde de carbone sont voisins de zéro dans les différentes pièces des logements quelle que soit la durée d'exposition (15 min, 30 min, 1h, 8h) considérée mais des valeurs plus élevées sont cependant ponctuellement observées. Les **allergènes d'acariens** sont observés dans les poussières de matelas de plus de 90 % des logements avec des teneurs dépassant 83,6 µg/g pour *Der f 1* et 36,2 µg/g pour *Der p 1* dans 5 % des logements. Les **allergènes de chiens et de chats** ne sont quant à eux pas très fréquents dans l'air des logements (quantification dans 9 % et 25 % des logements respectivement). Les **particules** (PM_{2,5} et PM₁₀) présentent des concentrations médianes un peu supérieures aux concentrations extérieures. Les médianes de concentration en **radon** (31 Bq/m³ dans les pièces de sommeil et 33 Bq/m³ dans les autres pièces) sont légèrement inférieures à celle mesurée par la DGS et l'IRSN en France entre 1982 et 2000 sur près de 13 000 points de mesures (médiane à 50 Bq/m³) certainement en lien avec la différence d'échantillonnage des logements dans les deux campagnes. Le **rayonnement gamma** montre des niveaux inférieurs à 0,062 µSv/h dans 50% des logements français et dépassant 0,1 µSv/h dans 5 % des logements.

Hormis pour l'amiante (non mesurée dans cette étude) et pour le radon, il n'existe pas encore de valeurs guides établies en France, auxquelles comparer les concentrations retrouvées dans les logements. Les rares recommandations comparables sur le même pas de temps de prélèvement, disponible à l'échelon international peuvent parfois être dépassées dans des proportions variables de logements, en particulier : quelques % pour le monoxyde de carbone, de quelques % à jusqu'à près d'un quart pour le formaldéhyde, selon les valeurs considérées, et la moitié pour les allergènes d'acariens.

Cet état de la pollution ne peut être comparé à une situation antérieure du fait de sa primeur. Il montre néanmoins des niveaux similaires à ceux déjà mis en évidence par des études ponctuelles en France et dans des enquêtes internationales de grande envergure.

Les données sont actuellement exploitées par les agences sanitaires pour mieux évaluer les risques sur la santé des populations. C'est le cas notamment des données d'exposition au formaldéhyde, composé classé depuis juin 2004 en catégorie 1 (cancérogène pour l'Homme) par l'Organisation Mondiale de la Santé. Cet état de la pollution a également conduit les Pouvoirs publics à préconiser un affichage de l'information relative aux substances chimiques émises par tout type de produits (produits d'entretien, produits de construction, mobiliers...).

Cette photographie de la pollution à l'échelle du parc de logements fait aujourd'hui référence pour la mise en perspective des politiques de prévention et de réduction des risques sanitaires dans les bâtiments. A ce titre, elle sert de base aux travaux en cours à l'Agence de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail (AFSSET) pour l'élaboration de valeurs guide pour la qualité de l'air intérieur et est consultée pour situer des mesurages établis à la suite de plaintes ou de situations de crise dans lesquelles la qualité de l'air intérieur est mise en cause.

Les informations détaillées, collectées parallèlement 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 sont en cours d'exploitation. L'objectif est de dresser à terme un profil type des logements les plus pollués et de rechercher les facteurs en cause afin de définir les éventuelles mesures à prendre pour la protection de la population. Des traceurs et des indicateurs de pollution sont également recherchés dans le but de fournir aux différents acteurs du bâtiment des outils utiles pour la gestion et la communication sur la pollution de l'air intérieur.

Surveys of air pollutants in English homes

Derrick CRUMP, BRE, UK, crumpd@bre.co.uk

In the late 1970s and during the 1980s there was considerable concern in the UK about the release of formaldehyde from urea formaldehyde cavity wall insulation and the possible impact on the health of building occupants. This led to controls within Building Regulations on the use of the material and contributed to the growing interest in indoor air pollution. In 1991/92 a major study was undertaken to determine the levels of pollutants in homes occupied by pregnant women as part of the Avon Longitudinal Study of Pregnancy and Childhood (1). This involved measurements of formaldehyde, VOCs, nitrogen dioxide, airborne fungi and bacteria, as well as numbers of dust mites in carpets, each month in homes of 174 of the approximately 14,000 mothers in the ALSPAC study based on a region that included the city of Bristol. This was the first significant dataset on pollution in UK homes and the government used it as a basis to design and undertake a nationally representative survey undertaken between 1997 and 1999.

The Indoor Air Quality Survey of England was designed to provide a dataset for air pollutants in a representative sample of homes and to increase knowledge of baseline pollutant levels and factors associated with high concentrations (2, 3). The Survey of English Housing (SHE) was used as a vehicle for selecting homes and this entailed visits to 20,000 randomly selected homes per year using a team of interviewers. The pollutants monitored were VOCs, formaldehyde, nitrogen dioxide and carbon monoxide and data was obtained for 876 homes. Factors identified as most likely to lead to exposures of concern in homes were identified as gas cooking (for CO and NO₂), the use of unflued appliances for heating (for CO and NO₂), emissions from materials in new homes (for TVOC and formaldehyde), painting and decorating (for TVOC) and the presence of a smoker or an integral garage (for benzene).

Subsequent studies have investigated air quality and ventilation in new homes and benzene in homes with an integral garage (4, 5). Other studies of indoor pollution in homes have included investigations of air quality problems and the assessment of the risk of ingress of vapours from contaminated land (6-8).

References

1. Berry R et al. Indoor Air Quality in Homes, The Building Research Establishment Indoor Environment Study, BRE Reports BR299 and BR300, CRC Ltd. Watford, Herts, 1996.
2. Coward S, Llewellyn J, Raw G, Brown V, Crump D and Ross D. Indoor air quality in homes in England. BRE report BR 433, CRC Ltd, London, 2001. ISBN 1 86081 5308.
3. Raw G, Coward S, Brown V and Crump D. Exposure to air pollutants in English homes. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, 14, S85-S94, 2004.
4. Crump D, Dimitroulopoulou S, Squire R, Ross D, Brown V, Pierce B, White M, and Coward S. Ventilation and indoor air quality in new homes. *Pollution Atmospherique*, December 2005, 71-76).
5. Mann H, Crump D and Brown V. Personal exposure to benzene and the influence of attached and integral garages. *Journal of the Royal Society for the Promotion of Health*, March 2001, Vol. 121, No. 1, p. 38-46.
6. Crump D, Brown V, Rowley J, Llewellyn J, Wilkinson G and Moss R. Sampling of hexachlorobutadiene in the air of homes at a site contaminated by industrial waste in England. *Proceedings of Indoor Air 2002*, 1, 944-949, Monterey, California, June 30 - July 5, 2002.
7. Crump D, Brown V, Carson A and Harrison P. Assessment of risk from inhalation exposure to benzene - a case study. *Proceedings of the tenth annual UK review meeting on outdoor and indoor air pollution research*, IEH, Cranfield University, 1-2 May 2007.
8. Yu C, Crump D and Waugh M. An investigation of styrene contamination in apartment properties due to refurbishment of concrete walkways. *Proceedings of Indoor Air 2002*. V2, 195-200, Monterey, California, June 30 - July 5, 2002.

German Environmental Survey (GerES): A representative population study

Kerstin BECKER, André CONRAD, Christine SCHULZ, Margarete SEIWERT, Detlef ULLRICH, Regine SZEWZYK, Marike KOLOSSA-GEHRING, Federal Environment Agency, Dessau/Berlin, Germany, kerstin.becker@uba.de

The German Environmental Survey (GerES) is a nationwide population study which has repeatedly been carried out in Germany since the mid-1980s. The first survey for adults (GerES I) was carried out in 1985/1986 (West Germany) followed by GerES IIa in 1990/91 (West Germany) and GerES IIb in 1991/92 (East Germany). In GerES II children were included to some extent. In 1998, the third GerES for adults was conducted in both parts of Germany (GerES III). The 2003/2006 survey (GerES IV) focussed exclusively on children. It was preceded by a one-year pilot study (2001 to 2002) to collect information on parameters influencing the response rate and to test the different instruments intended to be used for the main study.

The main goal of the survey is to analyse and document the extent, distribution and determinants of exposure to environmental pollutants of the German general population. Three main instruments of investigation were comprised in GerES: human biomonitoring, monitoring of the domestic environment, information collection on exposure factors via questionnaires as well as the measurement of noise and hearing impairments.

The domestic environment was monitored by analysing VOC in indoor (and personal) air, different pollutants in indoor dust (content of vacuum cleaner bags and indoor dustfall), biological pollutants in indoor air and dust as well as metals in domestic tap water. These measurements are vital to detect exposure pathways and to quantify their contribution to overall exposure. In the most recent GerES IV it could be shown that:

ETS exposure at home is still an important source of exposure for various pollutants. Exposure increased, *inter alia*, the concentration of benzene and toluene in indoor air and the concentration of cotinine and of PAH metabolites in the urine of non-smoking children. Around 50% of the children lived in households with at least one smoker.

The concentrations of the various pollutants measured in house dust varied over a wide range. Although, for example, DEHP was measured in a range up to 500 mg/kg no correlation could be found between DEHP in house dust and the concentration of its metabolites in urine. However, there was a low significant correlation between DnBP in house dust and the DnBP metabolite MnBP concentration in urine. For some pesticides and organochlorine compounds weak, but significant correlations could also be shown.

Concerning the monitoring of VOC, GerES is a nationwide unique project. The resulting reference values for the various compounds in indoor air have a very high value for risk assessment. The comparison of the VOC concentrations measured in indoor air of GerES I and GerES IV showed a change of the VOC pattern with decreasing concentrations for most of the components analysed but also some increasing concentrations for, *inter alia*, terpenes.

All GerESs were conducted in co-operation with the National Health Interview and Examination Surveys performed by the Robert Koch Institute, Berlin. The financial support of the Federal Ministries for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety and of Education and Research is gratefully acknowledged.

Session 2 : Déterminants de la pollution intérieure

Session animée par Edwige RÉVÉLAT

Répartition de la pollution chimique dans le parc de logements en France

Cédric DUBOUDIN, Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (AFSSET), cedric.duboudin@afsset.fr

L'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) a mené une première campagne nationale sur la qualité de l'air dans les logements sur la période 2003-2005¹. Au total 567 logements tirés au sort, représentatifs des 24 millions de résidences principales en France métropolitaine, ont été investigués. En particulier, une vingtaine de polluants chimiques, des composés organiques volatils (COV), ont été mesurés en continu sur une semaine. Il s'agit d'hydrocarbures aromatiques tels que le benzène, le toluène, le m/p-xylène, le o-xylène, le 1,2,4-triméthylbenzène, l'éthylbenzène et le styrène ; d'hydrocarbures aliphatiques tels que le n-décane et le n-undécane ; d'hydrocarbures halogénés tels que le trichloroéthylène, le tétrachloroéthylène et le 1,4-dichlorobenzène ; d'éthers de glycol tels que le 1-méthoxy-2-propanol, le 1-méthoxy-2-propyl acétate, le 2-butoxyéthanol et le 2-butoxy éthyl acétate ; ainsi que d'aldéhydes tels que le formaldéhyde, l'acétaldéhyde, l'hexaldéhyde et l'acroléine.

Une analyse statistique multidimensionnelle a été menée sur les données des COV à l'exclusion du 1-méthoxy-2-propyl acétate et du 2-butoxy éthyl acétate pour lesquels les concentrations de plus de 90 % des logements étaient inférieures aux limites de détection. Cette étude a été réalisée sur 532 logements, soit ceux pour lesquels les données étaient disponibles simultanément pour les 18 polluants considérés. Elle avait pour objectif d'une part la mise en évidence des corrélations statistiques entre polluants au sein des logements et d'autre part l'identification de groupes de logements dans lesquels les niveaux de concentration seraient plus élevés pour plusieurs polluants simultanément. L'approche utilisée a été la suivante : pour le premier objectif, analyse en composante principale réalisée sur les rangs des valeurs normalisés et représentation optimisée 2D des corrélations de Spearman inter-polluants par l'approche *Mutlidimensional Scaling* de Kruskal et Shepard² ; pour le deuxième objectif, cartes auto-organisatrices de Kohonen³, qui a permis un premier regroupement de logements dont les niveaux de concentrations sont proches voir très homogènes, suivie d'une classification hiérarchique ascendante réalisée à partir de ces premiers sous-groupes et d'une pondération des résultats pour une estimation des résultats à l'échelle nationale.

L'analyse des corrélations a permis d'identifier quatre groupes de polluants corrélés à très corrélés (corrélations de Spearman) et trois polluants indépendants. Dans l'ordre de corrélation décroissante : le premier groupe de polluants très corrélés est constitué des hydrocarbures aromatiques. Le deuxième groupe de polluants est formé des hydrocarbures aliphatiques ; il n'est pas très éloigné du premier groupe. Le troisième groupe de polluants est constitué des aldéhydes. Le quatrième et dernier groupe est constitué de trichloroéthylène et tétrachloroéthylène. Les trois polluants indépendants sont : 1,4-dichlorobenzène, 2-butoxy éthanol et 1-méthoxy-2-propanol.

¹ Kirchner S, Arenes JF, Cochet C et al, Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur, campagne nationale logements : Etat de la qualité de l'air dans les logements Français, rapport final n° DDD/SB - 2006-57, novembre 2006. www.air-interieur.org.

² Kruskal et al. *Multidimensional Scaling*, Sage, Beverly Hills, Calif., 1978 ; également : *Multidimensional Scaling*. Second Edition. Chapman & Hall. 2001.

³ Kohonen T. 2001. *Self-Organizing Maps*. Springer 3^e édition.

La recherche de groupes de logements multi-pollués a permis d'identifier une dizaine de sous-groupes que l'on peut rassembler en 4 groupes principaux : 10 % des logements environ à l'échelle nationale présentent simultanément 3 à 8 composés (les hydrocarbures aromatiques plus le n-décane et le n-undécane) à de très fortes concentrations. La valeur médiane des mesures des concentrations de ces composés pour ces logements est de 2 à 20 fois supérieure à celle de l'échantillon global. 15 % des logements sont associés à de fortes à très fortes concentrations sur 1 ou 2 composés seulement (de 5 à 400 fois supérieure à celle de l'échantillon global). Il s'agit suivant les logements des polluants 1,4-dichlorobenzène, n-undécane, styrène, 1-méthoxy-2-propanol, trichloroéthylène, tétrachloroéthylène, 2-butoxyéthanol et formaldéhyde. 30 % des logements montrent des concentrations un peu supérieures à la valeur médiane sur 4 à 7 composés simultanément (de l'ordre de 2) et 45 % présentent des niveaux significativement inférieurs à la médiane pour pratiquement l'ensemble des composés. La partition des logements obtenue est associée à des niveaux de concentration sur les différents polluants significativement très différents. Ces deux types d'analyse sont naturellement complémentaires et les résultats convergents.

Émissions de COV et de formaldéhyde par les produits de construction et de décoration

François MAUPETIT, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB),
francois.maupetit@cstb.fr

Afin de limiter l'impact potentiel sur la qualité de l'air des produits de construction et de décoration, il est nécessaire de disposer d'outils de caractérisation de leurs émissions chimiques (normes d'essais), de procédures d'évaluation de ces émissions sur des critères sanitaires (protocoles d'évaluation) et de moyens de communication sur ces émissions (fiches de déclaration environnementale et sanitaire, bases de données, labels, etc.).

Les méthodes normalisées de caractérisation des émissions de composés organiques volatils (COV) et de formaldéhyde par les produits de construction, de décoration et d'ameublement seront présentées (série des normes ISO 16000). Le principe de ce type d'essai consiste dans un premier temps à simuler la génération des émissions dans l'air intérieur dans des conditions représentatives de l'utilisation de ce produit (méthode de la chambre ou de la cellule d'essai d'émission : normes NF EN ISO 16000-9 et NF EN ISO 16000-10). Par la suite, les émissions sont caractérisées en utilisant les méthodes de mesures des COV et du formaldéhyde dans l'air intérieur (normes NF ISO 16000-6 et NF ISO 16000-3, respectivement). Ces méthodes développées pour les produits de construction et de décoration peuvent également être utilisées pour caractériser les émissions chimiques des produits d'ameublement, d'entretien, des appareils bureautiques ou des désodorisants d'intérieur.

Ces méthodes sont largement utilisées dans différents pays européens, comme la Finlande, le Danemark ou l'Allemagne, où des labels volontaires et des procédures réglementaires ont été mis en place afin de renseigner le prescripteur ou l'utilisateur des produits de construction sur leurs niveaux d'émissions de COV (http://www.inive.org/medias/ECA/ECA_Report18.pdf). En France, l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (AFSSET) a présenté en octobre 2006 un protocole de qualification des produits de construction solides sur la base de leurs émissions de COV et de formaldéhyde et de critères sanitaires (http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/852321914410842942033909082247/COV_composes_organiques_volatils_afsset_oct06.pdf). Ce protocole sera présenté par l'AFSSET dans le cadre de ces journées.

Des exemples d'émissions de différents produits de construction et de décoration (peinture, plaque de plâtre, complexe de doublage, revêtement de sol, colles), tirés de travaux réalisés en collaboration avec l'AFSSET, seront présentés.

Ainsi, des outils permettant de caractériser et d'évaluer les émissions de COV et de formaldéhyde des produits de construction et de décoration sont disponibles et opérationnels. Ils peuvent être utilisés afin de rendre disponible ce type d'information, soit dans un cadre réglementaire (procédure de marquage CE des produits de construction), soit dans un cadre volontaire (par exemple, mise en place d'une procédure volontaire d'étiquetage des caractéristiques environnementales et sanitaires des produits de construction dans le cadre de l'action 15 du Plan National Santé Environnement). Enfin, ces outils peuvent d'ores et déjà être utilisés pour renseigner les émissions de COV et de formaldéhyde dans le volet sanitaire des Fiches de Déclarations Environnementales et Sanitaires (FDES) des produits de construction préparées par les fabricants et disponibles notamment sur la base de données INIES (www.inies.fr).

Émissions des produits de consommation courante

Dr Monique MATHIEU-NOLF, Christine CÉZARD, Centre antipoison de Lille,
mmathieu@chru-lille.fr

Objectifs de l'étude : faire le lien entre les valeurs de concentrations atmosphériques de substances polluantes dans les logements et les produits domestiques utilisés par leurs occupants ; évaluer si les substances mesurées reflètent l'exposition globale du consommateur ou ne donnent un reflet que de l'exposition liée aux matériaux de construction et mobiliers ; repérer les composés volatils les plus représentatifs d'une pollution de l'air intérieur liée aux produits employés.

Méthodologie : relevé des produits présents dans l'habitat lors de l'enquête réalisée au domicile, recherche des compositions exactes de produits dans la base de données « ciguë » du centre antipoison de Lille puis repérage des substances volatiles qui contribuent à la pollution de l'air intérieur. Un tableau profil est alors établi pour chaque logement afin de fournir une information synthétique à ses occupants ; par ailleurs, une synthèse des données par composant et type de produits est effectuée pour l'ensemble des logements. Une comparaison des profils de composition chimique et des valeurs mesurées permet de définir si les paramètres dosés reflètent également l'exposition par les produits d'usage courant.

Résultats : 244 substances chimiques différentes sont présentes dans au moins un produit employé dans l'un des 60 logements étudiés. La plupart des classes chimiques sont représentées. De nombreux parfums dont la composition chimique n'est pas toujours clairement définie sont dispersés dans les logements. Les classes les plus représentées sont : les hydrocarbures (aliphatiques et aromatiques), des alcools, des aldéhydes, des acides, de l'hypochlorite de sodium, des glycols. Les substances chimiques les plus fréquemment cités sont : les parfums, l'éthanol, le propylène glycol, l'alcool cétylique, le linalol, le butane, le limonène, l'isobutane, l'hypochlorite de sodium, le phénoxyéthanol. Les substances mesurées dans le cadre des évaluations de la pollution de l'air intérieur ne prennent que très peu en compte les composés chimiques relargués par les produits utilisés par les occupants du logement.

Conclusion : cette étude est un partenariat original associant la mesure des taux de substances volatiles dans l'air intérieur à la connaissance des substances présentes dans les produits employés par les consommateurs. La plupart des substances qui sont mesurées reflètent l'exposition liée aux matériaux de construction ou aux mobiliers et non celle liée à l'utilisation de produits ménagers, cosmétiques, insecticides...

Session 3 : Effets sur la santé

Session animée par Denis ZMIROU-NAVIER

Épidémiologie et air intérieur : État des connaissances et mise en œuvre de nouvelles études, cas des moisissures : le projet ESMHA

Sabine HOST, Observatoire régional de Santé d'Île-de-France, s.host@ors-idf.org

Introduction

Parmi les troubles associés à une mauvaise qualité de l'air intérieur, les pathologies du système respiratoire (rhinite, bronchites, asthme...) sont celles le plus souvent observées. Parmi ces manifestations, beaucoup sont de nature allergique. Nombre de ces pathologies ne sont pas spécifiques d'un polluant donné. C'est pourquoi la relation de causalité entre les polluants de l'air intérieur et les effets sanitaires est souvent complexe.

Effets sanitaires des principaux contaminants de l'intérieur : état des connaissances

Parmi la multitude de polluants physico-chimiques et biologiques mesurés dans l'air intérieur, certains ont fait l'objet d'études épidémiologiques. Des liens entre exposition à ces contaminants et certains effets sanitaires ont ainsi été mis en évidence. Les principaux résultats de ces études seront présentés.

Ces études sont souvent confrontées à la difficulté d'évaluer les expositions. Ainsi, de nombreuses lacunes subsistent. De nouvelles enquêtes doivent donc être menées. A ce titre l'ORS Île-de-France met en œuvre une enquête épidémiologique transversale pour étudier les effets sanitaires des moisissures dans l'habitat.

Effets sanitaires des moisissures dans l'habitat : mise en œuvre d'une étude épidémiologique en Île-de-France

La mesure des effets sanitaires des moisissures est aujourd'hui confrontée à l'absence de méthodes standardisées de recueil des expositions. Avant la mise en œuvre d'une enquête épidémiologique, une étude pilote sera préalablement menée sur un panel de 150 logements sélectionnés aléatoirement en Île-de-France. Différentes techniques de recueil des expositions seront notamment mises en œuvre et comparées, en terme de faisabilité et de pertinence. Ainsi sera mise au point une méthode de construction des classes d'exposition. Ce pilote permettra également de valider les méthodes de recueil des données sanitaires et de soulever les éventuelles difficultés inhérentes à ce type d'enquête, liées par exemple au recrutement des individus.

Pollution intérieure et santé respiratoire : résultats de la campagne nationale de l'OQAI

Émilie GAY^{1,2}, Séverine KIRCHNER³, Bénédicte LEYNAERT⁴, Isabella ANNESI-MAESANO²

¹ INRA, UR 346, Saint Genès Champanelle, F-63122 France

² INSERM & Université Pierre et Marie Curie- Paris 6, UMR S 707: EPAR, Paris, F-75012 France

³ CSTB, Champs sur Marne, F-77420 France

⁴ INSERM & Université Paris Diderot - Paris 7, UMR S 700, Paris, F-75018 France, emilie.gay@u707.jussieu.fr

De nombreuses études se sont penchées sur la pollution extérieure et ses conséquences sur la santé, notamment en terme de pathologies allergiques et respiratoires. Cependant, un individu passe en moyenne beaucoup plus de temps dans un endroit clos qu'à l'extérieur, et les influences de la pollution intérieure sur la santé ne sont que partiellement connues. Dans le cadre de la campagne nationale de l'OQAI, dans laquelle 29 polluants de l'intérieur des habitations ont été mesurés, les liens entre la pollution intérieure et les pathologies allergiques et respiratoires ont été étudiés.

Les occupants âgés de 15 ans ou plus des 567 foyers sélectionnés se sont vus remettre un court auto questionnaire standardisé, portant sur la santé respiratoire (gêne respiratoire, essoufflement, toux, crachats, asthme), la conjonctivite, la rhinite, l'eczéma et le tabagisme. Après une analyse descriptive, les 29 polluants, le sexe, l'âge, le statut tabagique, le niveau d'étude et la saison ont été testés en analyse univariée puis multivariée pour étudier leur association avec l'asthme d'une part, la rhinite de l'autre. Des modèles marginaux ont été utilisés afin de tenir compte de la non indépendance des données entre individus d'un même foyer. Les paramètres des modèles ont été obtenus par équations estimantes généralisées avec structure de corrélation échangeable.

Le nombre d'individus inclus dans la présente étude était de 1004 (80.8%), représentant 486 foyers, soit un taux de réponse de 85.7% au niveau foyer. Les prévalences de l'asthme dans l'année (sifflements dans la poitrine en dehors des périodes de rhume dans les 12 derniers mois) et de la rhinite dans l'année (problèmes d'éternuements, nez qui coule ou bouché en dehors des périodes de rhume dans les 12 derniers mois) étaient de 7.3% et 38.4% respectivement. La modélisation de l'asthme, avec ajustement sur le sexe et le statut tabagique, a mis en évidence une association significative avec deux polluants : l'acroléine (OR=1.261, IC95%=[1.033 ;1.540]) et le n-undécane (OR=1.004, IC95%=[1.000 ;1.008]). La concentration médiane (étendue) de ces 2 polluants dans la population étudiée était de 1.02 µg/m³ (12.93) et de 5.91 µg/m³ (471.59) respectivement. La modélisation de la rhinite, avec ajustement sur les mêmes variables, a mis en évidence une association significative avec le score global de pollution en composés organiques volatils (COV) (OR=1.295 IC95%=[1.003 ;1.671]). Le score global (moyenne=2.01, écart type=0.60) était défini comme la moyenne des scores pour les 20 COV, un score entre 0 et 4 ayant été attribué à chaque COV selon que la concentration était inférieure à la limite de détection, ou appartenait au 1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème} ou 4^{ème} quartile. La présente analyse a été effectuée sur les données non redressées. Afin de donner des résultats représentatifs, les coefficients de redressement devront être calculés et les données individuelles pondérées dans les modèles.

Cette étude montre que l'asthme et la rhinite sont associés positivement à l'exposition aux polluants intérieurs que sont les COV. Ces polluants sont des irritants, pouvant agir comme co-facteurs de la sensibilisation et abaissant le seuil de déclenchement de la réaction allergique. L'asthme est associé avec le n-undécane - un hydrocarbure émis principalement par le white-spirit, les colles pour sols, certaines cires, vernis et nettoyeurs - et l'acroléine - un aldéhyde présent dans les fumées de cigarette et les gaz d'échappement, et produit lors du chauffage de graisses.

Session 4 :
Gestion de la qualité de l'air intérieur :
Quelles solutions techniques ?
Quelles politiques publiques ?

Session animée par Fabien SQUINAZI

Les épurateurs d'air : la solution ou le pire ?

Patrice BLONDEAU, LEPTAB / Université de La Rochelle, patrice.blondeau@univ-lr.fr

La qualité de l'air intérieur s'est imposée au cours de la dernière décennie comme une composante majeure de la qualité des ambiances intérieures. Enjeu majeur pour les pouvoirs publics en raison de sa contribution à l'exposition des populations (les citoyens passent plus de 80% de leur temps dans des environnements clos), elle constitue aussi une préoccupation sociale, et par voie de fait un marché économique prometteur pour qui offre des solutions abordables au plus grand nombre. Plusieurs industriels (asiatiques pour la plupart) et distributeurs l'ont bien compris en proposant dans leurs points de vente une large gamme d'épurateurs d'air domestiques à prix tout à fait raisonnables. La publicité faite autour de ces appareils s'accompagne souvent de slogans aguichants et d'annonces de performances mirobolantes certifiées par d'illustres chercheurs (sic !), sans pour autant que l'acheteur n'ait pourtant une quelconque garantie sur l'efficacité réelle des appareils, voire et c'est peut-être là le plus important, leur innocuité.

Courant 2005, un consortium d'équipes de recherche composé de la Direction des Études et Recherches d'EDF, du CETIAT, du LHVP, des Hôpitaux Universitaires de Strasbourg et du LEPTAB de l'Université de La Rochelle, a entamé dans le cadre du programme « Bâtiment à l'horizon 2010 » une réflexion visant à proposer une norme pour mesurer l'efficacité et vérifier l'innocuité des épurateurs d'air domestiques. Cette étude, soutenue financièrement par l'ADEME, était composée de trois phases. La première consistait à établir l'état des marchés français et international. Une analyse simultanée de l'offre des distributeurs et des documentations techniques des appareils proposés a conduit à l'élaboration d'une base de données répertoriant les techniques d'épuration implémentées, le type de polluants visés, les capacités de traitement, ainsi qu'un certain nombre d'autres caractéristiques techniques des produits. La deuxième phase avait elle pour but de recenser et de livrer une analyse critique des normes d'essai existantes dans le monde. Constat a été fait que ces normes étaient bien peu nombreuses, très focalisées sur le problème du tabagisme, et considéraient le plus souvent des conditions de pollution ambiante peu réalistes. Enfin, la troisième et dernière phase de l'étude consistait à répertorier les différentes techniques d'épuration de l'air (photocatalyse, filtration mécanique ou électronique, adsorption physique ou chimique, plasma froid...) et à décrire aussi précisément que possible leur mode de fonctionnement, c'est-à-dire les mécanismes physico-chimiques qu'elles mettent en jeu. Sur la base de cette analyse et de la connaissance du contexte de la pollution dans les logements, il a été possible de juger de l'efficacité potentielle des différentes techniques vis-à-vis des polluants ciblés, mais aussi de mettre qualitativement en évidence les effets bénéfiques ou au contraire néfastes que peuvent induire ces techniques sur les niveaux de concentration des polluants autres que ceux visés.

L'ensemble des résultats obtenus au cours de l'étude a conduit à la proposition d'une procédure d'essai des appareils qui doit permettre de juger de leur efficacité vis-à-vis de toutes les composantes de la pollution (allergènes, composés chimiques, particules, micro-organismes), et dans des conditions de pollution représentatives des environnements intérieurs. La méthode proposée prévoit par ailleurs de vérifier la production de composés secondaires toxiques à travers la mesure de la concentration en formaldéhyde en aval de l'épurateur. La faisabilité et le coût de cette méthode seront évalués à l'occasion d'une seconde étude, soutenue par l'ADEME et la DGS, qui verra la construction d'un banc d'essai dédié et la réalisation de tests sur deux types d'épurateurs.

Stéphane DELABY, CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment),
stephane.delaby@cstb.fr

L'objectif de l'étude est de déterminer l'impact des épurateurs d'air sur l'exposition des occupants dans les environnements intérieurs. Pour ce faire, nous avons mis en place une enceinte expérimentale, dénommée ASTERIA, de taille réaliste et reproduisant un environnement intérieur de type tertiaire. Dans cet article, nous étudions l'impact de dispositifs fonctionnant sur le principe de la filtration, sur l'exposition d'un occupant « témoin ». Les résultats des travaux expérimentaux présentés démontrent, fort logiquement, que la mise en œuvre d'un dispositif de filtration assure un abaissement significatif de l'exposition de l'occupant. La mise en œuvre de l'épurateur F9 réduit l'exposition de l'occupant « témoin », de 50 à 75% en fonction des conditions de ventilation, pour respectivement des renouvellements d'air horaires allant de $(2,3 \pm 0,1) \text{ h}^{-1}$ et $(6,9 \pm 0,1) \text{ h}^{-1}$. Il en est de même avec l'épurateur H14 à $(253 \pm 11) \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, avec une valeur d'efficacité médiane de 51,6%, pour un renouvellement d'air de $(2,77 \pm 0,05) \text{ h}^{-1}$.

Au-delà de ces résultats, on a pu démontrer que les paramètres de fonctionnement de l'épurateur et sa mise en œuvre dans l'environnement intérieur ont une influence significative sur l'exposition de l'occupant « témoin ». Ainsi, le débit de fonctionnement de l'épurateur et son emplacement dans l'environnement intérieur entraînent des variations notables de l'exposition de l'occupant « témoin ». L'augmentation du débit de traitement de l'épurateur conduit à une diminution de l'exposition de l'occupant « témoin ». Et dans les conditions expérimentales étudiées (i.e. ventilation double flux, avec recirculation), la mise en œuvre de la filtration dans le système de ventilation centralisée réduit de 2 log le transfert l'occupant « témoin ».

Épuration de l'air intérieur par les plantes : état des lieux et perspectives

Damien CUNY, Marie-Amélie RZEPKA, Faculté des Sciences Biologiques et Pharmaceutiques de Lille, damien.cuny@univ-lille2.fr

Le but de cette communication est de présenter les principaux travaux concernant les capacités d'épuration de l'air intérieur par les végétaux et d'envisager les perspectives de recherches.

Les expériences qui, encore à l'heure actuelle, font référence dans ce domaine sont celles de Wolverton. Elles ont été menées, à la base, dans le cadre de recherches sur l'épuration de l'air de véhicules spatiaux (notamment Skylab). Il est clair que cela a permis d'obtenir les premiers résultats à grande échelle sur ce sujet, aussi bien par le nombre de plantes testées (une cinquantaine) que par celui des polluants (parmi lesquels : le formaldéhyde, le benzène, les xylènes, le trichloréthylène, le CO...). Les principaux enseignements que nous pouvons en tirer sont, tout d'abord, que certaines plantes présentent d'importantes capacités d'élimination des polluants, dans un contexte d'étude en laboratoire. Par exemple, *Neprolepsis exaltata* élimine 1863µg de formaldéhyde par heure (Wolverton et Wolverton, 1993). Les résultats ne sont pas homogènes entre eux et des différences interspécifiques assez importantes sont apparues. De la même manière, des différences existent, pour la même espèce exposée à des polluants différents. Ainsi, il existerait une certaine spécificité du couple plante/polluant.

La très grande majorité des travaux a utilisé des expositions en enceintes contrôlées. Il s'agit, le plus souvent, d'enceintes en verre, de volume variable (de 100 l à 1 m³) où les paramètres environnementaux, y compris les concentrations des polluants, sont contrôlés. L'injection des xénobiotiques peut se faire en une fois ou en continu (mode dynamique). Le brassage de l'air dans l'enceinte est assuré par un ventilateur. L'apparente homogénéité des méthodes ne doit pas masquer la disparité des techniques et des protocoles utilisés. Ceci rend les comparaisons délicates et les agglomérations de résultats limitées. Certains paramètres environnementaux ne sont pas étudiés ou leurs variations ne sont pas décrites dans les publications. Ceci est particulièrement important car ils agissent directement sur les concentrations de polluants. Ainsi, notre équipe a mis en évidence que les simples variations d'humidité dans l'enceinte influent significativement sur les concentrations de formaldéhyde. La principale variable observée est la diminution de la concentration en polluant dans l'enceinte au cours du temps (très rares sont les travaux qui ont dosé l'éventuelle accumulation du polluant dans les plantes).

Le nombre de publications sur cette thématique, après avoir stagné à la fin des années 80, montre à nouveau une augmentation. Ce nouvel intérêt répond notamment à une demande sociale de la part du grand public vis-à-vis de méthodes alternatives répondant aux problèmes environnementaux, y compris à l'intérieur des locaux. Compte tenu des risques sanitaires des polluants intérieurs il est souhaitable que la communauté scientifique, à la suite d'expériences menées dans un cadre méthodologique strict, amène des réponses claires quant à la réelle pertinence de ces méthodes.

Indoor Air Quality in Europe: Policy-Science Interface

Dimitris KOTZIAS, European Commission, Joint Research Centre, Institute for Health and Consumer Protection, dimitrios.kotzias@jrc.it

The Commission launched on June 9, 2004 the Environment and Health Action Plan to reduce diseases caused by a polluted environment. The plan would develop an EU system integrating information on the state of the environment, the ecosystem and human health. The action plan identifies 13 actions (including an action on indoor air quality), which refer to initiatives on how to better understand the environment-health link and establish how environmental exposure leads to epidemiological effects.

To assess health risks of indoor air pollutants at prevailing concentration levels in Europe, the Joint Research Centre of the European Commission carried out on behalf of DG SANCO from 2002 and 2004 a project called "Critical Appraisal of the Setting and Implementation of Indoor Exposure Limits in the EU" (INDEX). The aims of the project were: 1) to assess health risks of indoor originated chemical pollutants that might be regulated in the EU and 2) to provide suggestions and recommendations on potential exposure limits or other risk management measures for the compounds in indoor air causing the highest health risks. The collection and evaluation of the aforementioned information within the frame of the INDEX project should contribute to develop an EU strategy for prioritization in assessment and regulation of chemicals in indoor environments. In the frame of the INDEX project the existing knowledge worldwide has been assessed on

- type and levels of chemicals in indoor air and
- available toxicological information to allow the assessment of risk to health and comfort.

Following the INDEX project, DG SANCO is providing financial support to another project called BUMA (Prioritization of building materials as indoor pollution sources), with the aim to identify and quantify relevant emissions in indoor environments from building materials, which might substantially affect human health and well being.

In order to systematically evaluate the relationship between indoor/outdoor air pollution and human chronic exposure to low dose of pollutants, we started by the end of 2003 at JRC with the AIRMEX project (European Indoor Air Monitoring and Exposure Assessment Study). In the frame of AIRMEX, measuring campaigns in various cities in Southern and Central Europe were carried out to estimate indoor/outdoor relationships and personal exposure concentrations for selected volatile organic compounds (aromatics, carbonyls, terpenoids), following the recommendations of the INDEX project. In agreement with the overall scope of the project, the measuring objects included mainly public buildings (town halls, guild halls), schools and kindergartens. Personal exposure measurements were conducted with employers and/or teachers working in the selected occupational environments. Preliminary results indicate that, personal exposure concentrations are often higher than the indoor/outdoor concentrations. In most cases they are twice as high (or even higher) than indoor concentrations and significantly higher than outdoor concentrations. In some cases home indoor concentrations far exceeded public building and school/kindergarten levels and dominate personal exposures.

With reference to the ambient air limit value for benzene of $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ (annual mean) established by the Commission to be met by 2010 (Directive 2000/69/EC), about 28% of the measured outdoor concentrations, 30% of the indoor concentrations and 40% of the personal exposure concentrations exceeded this limit value.

In Southern European cities indoor/outdoor as well as personal exposure concentrations are higher than in cities of Central Europe.

Valeurs Guides de qualité d'Air Intérieur
Protocole d'évaluation des émissions de produits de construction :
contributions aux actions du Plan National Santé Environnement

Christophe ROUSSELLE, Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (AFSSET), christophe.rouselle@afsset.fr

Pour faire face à l'enjeu sanitaire que représente la qualité de l'air intérieur et apporter aux pouvoirs publics des éclairages utiles à la gestion de ce risque, l'Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail (AFSSET) s'est autosaisie sur cette thématique. Cette volonté d'approfondissement des connaissances dans ce domaine s'est également inscrite dans le cadre du Plan National Santé Environnement (PNSE). En effet, l'une des douze actions prioritaires visant à répondre à l'un des trois objectifs majeurs du plan, « garantir un air et une eau de bonne qualité », est de « mieux connaître les déterminants de la qualité de l'air intérieur » (voir action 14 du PNSE).

A l'échelle internationale, des valeurs de recommandations sont proposées dans certains pays et par quelques organismes reconnus, parmi lesquelles les valeurs guides pour la qualité de l'air (OMS, Air quality guidelines for Europe, second edition European series n°91, 2000) et plus récemment celles issues du projet européen INDEX (« Critical Appraisal of the Setting and Implementation on Indoor Exposure Limits in Europe Union »).

La campagne nationale sur les logements (2003/2005) conduite par l'OQAI a confirmé les lacunes concernant l'existence de valeurs guides permettant éventuellement d'asseoir une réglementation dans ce domaine. Il est ainsi difficile de situer les niveaux de concentrations mesurés dans les environnements clos et d'instaurer des mesures de réduction des émissions proportionnées notamment au risque potentiel encouru. L'AFSSET a proposé la mise en place d'un groupe de travail afin d'élaborer des Valeurs Guides pour la qualité de l'Air Intérieur (VGAI) en France, fondées exclusivement sur des critères sanitaires.

Afin de définir une méthodologie d'élaboration de VGAI dans le cadre d'une expertise collective, un groupe de travail pluridisciplinaire, rattaché au Comité d'Experts Spécialisés de l'Agence «Évaluations des risques liés aux milieux aériens », a été créé en janvier 2005. Le groupe de travail a depuis élaboré une méthode de choix de VGAI et a proposé une liste de substances à étudier de façon prioritaire. Des VGAI ont d'ores et déjà été proposées pour le Formaldéhyde et le Monoxyde de Carbone.

La qualité de l'air intérieur dépend aussi largement des émissions en COV à partir des matériaux présents dans le logement. Les VGAI adoptées par l'AFSSET sont également celles retenues pour évaluer les émissions de COV à partir des matériaux de construction solide selon un protocole proposé en décembre 2006 par l'AFSSET. Ce protocole a été élaboré en partenariat avec le CSTB et en s'appuyant sur un groupe de travail associant l'OQAI, le CTBA et l'INRS. Il contribue à une meilleure connaissance des déterminants de la qualité de l'air intérieur et devrait permettre d'aboutir à la qualification des produits de construction solides et à leur étiquetage, afin de mieux informer leurs utilisateurs. Le protocole vise à mesurer les émissions de COV générés par des échantillons de produits de construction solides (revêtements de sols, murs et plafonds notamment) et de les comparer à des critères sanitaires préalablement établis. L'application de cette méthode, déjà testée sur divers produits, permet d'identifier les matériaux de construction jugés faiblement émetteurs de COV et de formaldéhyde, et d'envisager ainsi un étiquetage, selon des critères sanitaires, des matériaux de construction solides.

Rôle des diagnostics, évolution de la réglementation

Joëlle CARMÈS, Direction Générale de la Santé, joelle.carmes@sante.gouv.fr
et Richard CAYRE, Direction Générale de l'Urbanisme, de l'Habitat et de la Construction,
richard.cayre@equipement.gouv.fr

L'émergence ces dernières années de problématiques sanitaires liées aux bâtiments a conduit à une approche analytique et sectorielle de la qualité de l'air intérieur, par type de risque.

Certains risques bien identifiés ont fait l'objet dès le début des années 1960 (monoxyde de carbone) ou 1970 (amiante) de réglementations qui vont dans les mois à venir être vraisemblablement revues. En effet, la loi de juillet 2003 prévoit, par la prise d'un décret, un renforcement de la prévention des intoxications par le monoxyde de carbone dans les constructions, par des appareils de chauffage ou de production d'eau chaude sanitaire. En matière d'amiante, les propositions formulées en 2006 par les parlementaires amèneront éventuellement le Gouvernement à réviser les mesures établies en matière de gestion de ce risque. Des réglementations plus récentes ont été publiées dans les domaines du tabac (textes datant de 1992 modifiés en 2006) ou du radon (2004). Les règles en matière de tabac seront évaluées et celles concernant le radon révisées conformément au plan interministériel "Radon" 2005-2008.

En parallèle à ce processus de réduction des expositions à ces risques sanitaires - dont certains font partie des objectifs de la loi du 9 août 2004 relative à la politique de santé publique repris dans le Plan National Santé-Environnement (PNSE) - les pouvoirs publics ont orienté leurs actions vers une démarche globale de prévention sanitaire concernant la qualité de l'air intérieur au travers des travaux menés par l'OQAI (afin d'identifier les principales de sources de polluants de l'air intérieur), ceux de l'AFSSET et du CSTB concernant notamment l'élaboration de valeurs guide, la mise en place de protocoles d'évaluation des émissions de composés organiques volatils par les produits et les équipements. Ces travaux permettront de déterminer quels sont les polluants les plus rencontrés, ceux les plus dangereux et les situations les plus à risque. Il sera décisif de comprendre quelles sont les sources de ces polluants afin d'en limiter l'apport. L'étiquetage des produits (de construction, d'entretien, de mobilier...) permettra d'informer les utilisateurs professionnels ou les simples consommateurs des polluants auxquels ils sont susceptibles d'être exposés. Les réflexions concernant la mise en place d'un étiquetage des caractéristiques sanitaires et environnementales des matériaux de construction contribuent à la mise en place de cette démarche. En tout état de cause, il appartiendra aux différents ministères concernés de réfléchir aux suites à donner à l'ensemble de ces travaux (recommandations, sensibilisation du public et des professionnels, ...).

L'aération - ventilation dont le rôle premier est de prévenir la présence d'humidité dans les constructions et ainsi d'en limiter les dégradations, permet de diluer en partie les polluants de l'air intérieur. Il serait toutefois illusoire de penser qu'à elle seule, elle apportera une solution complète aux problèmes liés à la qualité de l'air intérieur. Les quelques exemples que sont le tabac, le radon ou l'amiante le montrent bien.

Au delà de la problématique « qualité de l'air intérieur », d'autres préoccupations liées à la santé des occupants ou à la sécurité de la construction ont conduit le Gouvernement à la création progressive d'obligations d'états ou de diagnostics techniques lors des ventes de biens immobiliers. L'ordonnance du 8 juin 2005 et ses textes d'application ont permis de regrouper l'ensemble de ces diagnostics dans un seul dossier (dossier de diagnostic technique) ainsi que de renforcer les critères de compétence, de garanties et d'indépendance des diagnostiqueurs. Ce dispositif, une fois évalué, sera susceptible d'évoluer.