

Edito

Une collaboration renforcée pour faire avancer le PQAI

Le 3^{ème} Plan sur la Qualité de l'Air Intérieur (PQAI), promu par de nombreux acteurs, comporte plusieurs actions dont l'objectif est d'améliorer les connaissances de l'incidence des petites installations industrielles (pressings, imprimeries, cabines de peinture, etc.) sur la qualité de l'air intérieur des logements contigus. L'INERIS travaille depuis plusieurs années sur cette thématique à travers notamment des études comme :

- ▣ La mesure du perchloroéthylène et l'évaluation des risques sanitaires dans les logements contigus aux installations de nettoyage à sec ainsi que la revue des technologies alternatives au perchloroéthylène⁽¹⁾,
- ▣ L'impact des imprimeries sur l'air intérieur⁽²⁾,
- ▣ La priorisation des installations de proximité à investiguer sur la base des études préliminaires déjà menées.

Dans le cadre de ces activités, l'INERIS s'est associé au Laboratoire Central de la Préfecture de Police (LCPP) pour faire avancer ces questions avec deux objectifs principaux : la hiérarchisation des activités de proximité et l'amélioration des connaissances sur les produits de substitution du perchloroéthylène et leur transfert dans l'air. Ce partenariat permet de poursuivre et d'approfondir des travaux déjà engagés par les deux organismes.

Le LCPP est la direction d'appui scientifique et technique de la Préfecture de police de Paris. Placé sous l'autorité directe du préfet de Police, ses missions recouvrent tous les domaines liés à la sécurité générale des habitants de Paris et de la Petite couronne, du déminage en milieu urbain aux questions d'environnement, tant en risque malveillant ou accidentel qu'en risque chronique, en passant notamment par le risque feu.

Dans le domaine de la qualité de l'air intérieur, le Laboratoire central apporte une expertise et une expérience de terrain qui lui confèrent un rôle de référent national notamment pour les problématiques d'émanations de monoxyde de carbone consécutives à une combustion incomplète de matières carbonées (gaz naturel, bois, charbon, butane, essence, fioul, pétrole, propane) notamment lors de l'utilisation d'appareil de chauffage défectueux ou mal installés.

Une part importante de ses activités fait suite aux signalements de nuisances olfactives liées aux activités artisanales de type pressing, atelier de manucure, garage automobile, atelier de réparation de scooter, imprimerie, restaurant etc.. Il propose une stratégie d'échantillonnage incluant des me-

sures sur site, des prélèvements et des analyses en laboratoire afin d'évaluer l'exposition des riverains à des polluants indicateurs de l'activité. Le laboratoire émet alors des avis et interprétations et propose des prescriptions de travaux.

Sur la problématique pressing, le LCPP est un acteur majeur de sensibilisation des populations et des pouvoirs publics. Ces derniers ont interdit l'utilisation du perchloroéthylène d'ici 2022 et le Haut conseil de la santé publique a mis en place des valeurs seuil de référence. Lors de ses enquêtes, le laboratoire rencontre depuis 2013 des établissements de nettoyage à sec qui utilisent des produits de substitution.

Le LCPP et l'INERIS mènent ainsi plusieurs actions communes en complétant leur domaine respectif d'expertise ; apport de données de terrain et d'intervention de la part du LCPP et expertise sur les filières et les procédés industriels côté INERIS. Actuellement, les travaux se poursuivent pour identifier d'autres activités de proximité ayant un impact sur l'air intérieur sur la base notamment des données d'intervention du LCPP. D'après les deux principaux critères retenus pour le choix de l'activité, à savoir la présence en centre-ville et l'impact potentiel sur l'air des logements attenants, les ateliers de réparation de 2 roues motorisés apparaissent ainsi comme prioritaires.

Guénaël THIAULT

Chef de section Air et Mesures,

Véronique EUDES

Responsable du pôle Environnement, LCPP



⁽¹⁾ Voir les différentes publications <http://www.ineris.fr/dossiers-thematiques-ineris/dossiers-thematiques-ineris/520/520>

⁽²⁾ DRC-15-152437-01073B, Impact des activités de proximité sur la qualité de l'air intérieur dans les logements attenants : les imprimeries, 2015

Métrologie

Comparaison en conditions contrôlées de quatre types d'échantillonneurs passifs pour la mesure de COV dans l'air intérieur

Contexte et objectifs

Les méthodes d'échantillonnage passif sont utilisées depuis de nombreuses années dans la surveillance de la qualité de l'air en milieu de travail, mais leur application à la surveillance dans l'air intérieur de composés organiques volatils (COV) venant d'une contamination souterraine nécessite des évaluations supplémentaires. Les capacités et limites des préleveurs passifs existants restent à estimer notamment dans des conditions de faibles niveaux de concentration et de longues durées d'exposition.

Cette étude, commandée par le ministère de la Défense des États-Unis, a pour objectif de comparer en atmosphères contrôlées, les performances de quatre échantillonneurs passifs candidats pour les mesures de 10 COV sélectionnés pour leur caractère préoccupant du point de vue sanitaire. Les résultats permettront d'orienter les organismes chargés de la réglementation vers des outils métrologiques appropriés et validés.

Matériels et méthodes

Quatre échantillonneurs passifs de type très différent sont évalués dans cette étude : le badge SKC Ultra II avec comme adsorbant du Carbopack X, le Radiello (membrane poreuse blanche) avec une cartouche de charbon actif, le Waterloo Membrane Sampler (WMS) doté d'une membrane à perméation et comme adsorbant de l'Anasorb 747 ou du Carbopack B et le tube Perkin Elmer (PE) avec des cartouches de Tenax TA et de Carbopack B. Les débits d'échantillonnage utilisés sont ceux donnés par les fournisseurs des échantillonneurs passifs et les analyses sont réalisées par 4 laboratoires expérimentés. Les 10 COV visés sont : le tétrachlorure de carbone, tétrachloroéthène, trichloroéthène, 1,2-dichloroéthane, 1,1,1-trichloroéthane, 1,2,4-triméthylbenzène, benzène, 2-butanone, n-hexane et le naphthalène.

Les échantillonneurs passifs sont testés dans trois chambres d'exposition identiques à des niveaux de concentration, de température et d'humidité stabilisés et contrôlés. Les concentrations sont contrôlées dans les chambres d'exposition à l'aide de prélèvements actifs sur cartouches de Tenax GC/Carbopack B et sont prises comme valeurs de référence. Les tests sont conduits à différentes températures (de 17 à 30°C), humidités (de 30 à 90%), vitesses du vent (de 0,014 à 0,41 m.s⁻¹), concentrations (de 1 à 100 ppbv) et durées d'exposition (de 1 à 7 jours) en suivant un plan d'expériences. Des essais supplémentaires sont réalisés au point central du plan d'expériences (c'est-à-dire à C = 50 ppbv, T= 22°C, HR= 63 %, vitesse du vent= 0,23 m.s⁻¹, durée = 4 jours). Les résultats permettent d'examiner la reproductibilité et la justesse des mesures, l'influence des 5 facteurs d'exposition et de réaliser une comparaison inter-laboratoires.

Résultats

Au point central du plan d'expériences, la justesse estimée à partir des ratios C_{passif}/C_{actif} montre que les écarts sont ≤ ± 25% pour 24 des 50 combinaisons préleveur passif/composé et ≤ ± 45 % pour 41 des 50 combinaisons. Des biais importants sont relevés essentiellement pour les mesures de naphthalène (cas du Radiello, et du SKC Ultra II), de la 2-butanone (cas du Radiello

et du tube PE/Carbopack B) et du n-hexane (cas du tube PE/Tenax TA). Les mesures présentent une reproductibilité inférieure à 30 % exprimée en coefficient de variation (CV), à l'exception de celle du WMS pour le n-hexane. Les mesures de Radiello et de tube PE/Tenax TA sont les plus reproductibles avec des CV inférieurs à 12% pour l'ensemble des composés. Les essais du plan d'expériences montrent que les effets des facteurs d'exposition sont variables selon la nature de l'adsorbant utilisé.

Les préleveurs dotés d'adsorbants thermodésorbables (tubes PE et SKC Ultra II) ont des débits d'échantillonnage pour les COV les plus volatils qui diminuent avec la durée d'exposition et le niveau de concentration contrairement aux préleveurs dotés d'adsorbants forts (Radiello et WMS). On constate aussi que les facteurs d'exposition provoquent des biais importants de mesure (≥ ± 45 % dans 12 cas sur 50) tout en gardant une reproductibilité satisfaisante (CV_{intra-essais} ≤ 20 % dans la majorité des cas). Les résultats de ces essais ont également permis de réviser les débits d'échantillonnage donnés par les fournisseurs et d'établir un classement des débits d'échantillonnage qui nécessitent ou pas d'être confirmés par des essais d'étalonnage sur site.

Conclusion et discussion

D'après ces résultats, les échantillonneurs passifs sont en capacité de fournir des estimations précises des concentrations moyennes à long terme, ce qui constitue un objectif de surveillance de la qualité de l'air intérieur. Les essais réalisés montrent qu'il y a des différences en termes de performances entre les préleveurs passifs selon la nature des composés visés et le type d'adsorbant utilisé.

Cette évaluation apporte de nouveaux éléments sur les capacités, les limites et les performances de cinq préleveurs passifs pour 10 COV d'intérêt. L'extension à une plus large gamme de COV nécessitera des essais supplémentaires en chambre d'exposition. D'autre part, des essais d'étalonnage sur site (comparaison avec une méthode de référence mise en parallèle) seront à mener si un haut niveau de qualité des mesures est souhaité.

Commentaires et conclusion du lecteur

L'article présente une évaluation complète des performances de cinq préleveurs passifs pour la mesure de COV. L'étude démontre que la précision de mesures réalisées à l'aide de préleveurs passifs passe par la connaissance au préalable des débits d'échantillonnage et de ses variations en fonction des conditions d'exposition.

Les écarts trouvés entre les débits d'échantillonnage estimés dans cette étude et ceux donnés par les fournisseurs montrent tout l'intérêt de mener ce type de travaux de confirmation/révision des débits. On remarque aussi que la précision des mesures des préleveurs passifs dans des conditions normales d'exposition (point central du plan d'expériences) est proche de celle d'une méthode de prélèvement actif sur cartouche.

Les résultats de cette étude pourraient également servir à estimer les incertitudes de mesure des différents préleveurs passifs. On peut regretter que le Radiello muni de la cartouche thermodésorbable de Carbograph 4 qui est très utilisée en France n'ait pas été sélectionnée pour cette étude.

Source : Mc Alary et al. (2015), Passive sampling for volatile organic compounds in indoor air-controlled laboratory comparison of four sampler types, *Environmental Science Processes & Impacts I and Analytical Methods* 17 (2015) 896-905.

Article analysé par : H. Plaisance, Affiliation : École des Mines d'Alès ; email : herve.plaisance@mines-ales.fr



Métrologie

Calibration de deux échantillonneurs d'air passifs pour la recherche de phtalates et de retardeurs de flamme bromés dans l'air intérieur

Contexte et objectifs

Devant l'accroissement de l'intérêt qui est porté à la caractérisation de l'exposition humaine via l'air intérieur, de plus en plus d'études proposent d'utiliser des échantillonneurs passifs pour répondre à cet objectif. En effet, ces derniers sont silencieux et peu coûteux, ce qui représente un avantage quand de nombreux logements sont étudiés.

Le but de cette étude est d'optimiser la technique de l'échantillonnage passif à l'aide de mousses de polyuréthane (PUF) pour mesurer des polluants organiques semi-volatils (SVOCs) dans l'air intérieur tels que des phtalates et des retardeurs de flamme bromés. Cette étude optimise en particulier la calibration de ces échantillonneurs en tenant compte non seulement de la phase gazeuse mais également de la phase particulaire comme cela est maintenant régulièrement fait par les différents utilisateurs de l'échantillonnage passif.

Matériels et méthodes

Deux types d'échantillonneurs passifs ont été utilisés ; un constitué uniquement de mousse de polyuréthane et l'autre, constitué de mousse de polyuréthane greffée avec de la poudre de résine XAD-4. Neuf de chacun de ces échantillonneurs ont été exposés entièrement recouverts de leurs abris (coupoles supérieure et inférieure) tandis que neuf autres mousses greffées ont été exposées uniquement avec la coupole supérieure.

Les échantillonneurs ont été retirés à $t = 0, 7$ (2 échantillonneurs), 14, 21, 28 et 35 jours après le déploiement. Les échantillonneurs ont été installés dans une pièce avec un sol en vinyle de l'université de Toronto (bâtiment vieux de 30 ans) au cours de l'été 2012.

Au cours de l'automne 2013, une autre campagne a été effectuée pendant 49 jours dans un autre bâtiment de l'université de Toronto (vieux de 12 ans) dans une pièce présentant un sol plastifié, des appareils électroniques (ordinateurs, ...) des chaises en mousse... (mobilier potentiellement émetteur des substances recherchées) dans le but de déterminer les taux d'absorption.

Vingt six échantillonneurs passifs ont été déployés soit entièrement recouverts de leur abris soit avec uniquement la coupole supérieure. Un de chaque a été retiré chaque semaine et des duplicats ont été effectués les jours 7, 28 et 49.

Au cours des deux campagnes, des prélèvements actifs ont également été mis en place à 1 L/min pendant toute la durée du déploiement des échantillonneurs passifs sur un pas de temps de 1 semaine. Les prélèvements actifs ont été réalisés sur filtres en

fibre de verre et à l'aide d'un sandwich mousse/XAD-4/mousse. Les filtres et adsorbants ont été extraits et analysés séparément ainsi que la dernière mousse afin de voir un perçage (=saturation) éventuel. La masse sur cette mousse était $< 10\%$ pour l'ensemble des composés étudiés.

Tous les échantillons ont été extraits par ASE⁽³⁾ et analysés dans une cellule préalablement remplie à sa base de 5 g d'alumine et 10 g de sulfate de sodium dans le but de faire une purification « online ». Les extraits ont ensuite été analysés par chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse (GC/MS).

Résultats

Sur un total de 31 composés analysés (6 phtalates, 14 PBDEs et 11 NFRs), 13 composés (4 phtalates, 7 PBDEs et 2 NFRs) ont été correctement détectés (4 phtalates, 7 PBDEs et 2 NFRs) avec une fréquence de détection entre 80 et 100 % dans les échantillons actifs et passifs. Les 18 autres composés ont été détectés soit très faiblement soit avec une fréquence $< 80\%$ que ce soit dans les échantillons actifs ou passifs et ne seront pas inclus dans la discussion de l'étude.

Les phtalates représentent les plus fortes concentrations (de $17 \pm 2,4$ à 85 ± 14 ng m⁻³) et ceci est cohérents avec des mesures précédentes dans des logements américains où les phtalates ont été observés à des concentrations deux à trois fois supérieures aux autres COVs.

Les retardeurs de flamme présentent quant à eux des concentrations trois fois inférieures aux phtalates. Les niveaux de ces composés ont été observés comme relativement stables et ne varient donc pas significativement entre 35 et 49 jours d'exposition respectivement en 2012 et 2013.

Parmi les phtalates, le pourcentage mesuré dans la phase gazeuse varie entre 2 et 98 %, le diéthyl-phtalate (DEP) étant le plus volatil et le DEHP étant le moins volatil (98% en phase particulaire).

En ce qui concerne les retardeurs de flamme, 74 à 100 % d'entre eux ont été trouvés en phase gazeuse à l'exception du BDE-153 qui est seulement à 30% en phase gazeuse.

Pour les échantillonneurs greffés avec la poudre d'AXD-4 et entièrement abrités, une accumulation linéaire de phtalates est observée. L'équilibre est par contre plus rapidement atteint pour les échantillonneurs partiellement abrités. Ces derniers ont également permis d'accumuler trois fois plus de phtalates et l'échantillonnage de la phase particulaire est clair puisque du DEHP a été quantifié.

Pour les mousses de polyuréthane simples, aucune tendance n'a pu être mise en évidence pour les phtalates. Ceci montre bien l'importance de greffage pour ces composés. Pour les retardeurs de flamme, par contre, une accumulation linéaire a été observée et celle-ci est meilleure, en termes de masse accumulée pour les échantillonneurs partiellement abrités.

Les débits d'échantillonnage ont été calculés avec l'aide des résultats de l'échantillonnage actif. Pour les phtalates, ces débits varient pour les échantillonneurs greffés partiellement et totalement abrités respectivement entre 2,1 et 5,9 et entre 0,8 et 1,2 m³/jour.

⁽³⁾ Accelerated Solvent Extraction

Pour les retardeurs de flamme, ces débits varient pour les échantillonneurs partiellement et totalement abrités, respectivement, de 2,7 à 4,3 et de 0,6 à 1,9 m³/jour.

Conclusion et discussion

Les échantillonneurs passifs à base de mousse de polyuréthane greffés avec la poudre de résine XAD-4 sont efficaces pour collecter des phtalates y compris ceux qui sont présents essentiellement en phase particulaire comme le DEHP.

Les échantillonneurs simples (mousse de polyuréthane uniquement) sont quant à eux très efficaces pour collecter les retardeurs de flamme volatils. Les auteurs recommandent également de tenir compte de la fraction totale, c'est-à-dire la somme des concentrations en phases gazeuse et particulaire lors du calcul des débits d'échantillonnage.

Les échantillonneurs partiellement abrités (coupole inférieure retirée) sont plus efficaces pour l'échantillonnage et le « design » des abris est un facteur capital dans l'échantillonnage des polluants de l'air intérieur à l'aide de mousses greffées ou non. Les auteurs recommandent donc l'utilisation de mousses greffées et d'abris partiels puisque dans cette configuration, les débits d'échantillonnage sont de 2,5 à 4 fois supérieurs.

Concentrations environnementales et expositions

Les relations entre les facteurs socio-économiques et habitudes de vie et la qualité de l'air intérieur dans les foyers français

La qualité de l'air intérieur a fait l'objet de nombreuses campagnes de mesures, que ce soit dans les habitations, les écoles, les bureaux. Des études internationales et de l'OMS montrent que la qualité de l'air intérieur est un indicateur important du bien-être et du style de vie. Néanmoins, les relations entre les facteurs socioéconomiques, l'exposition à l'environnement intérieur et la santé sont complexes. Ces facteurs sont en effet déterminés par les pratiques sociales et culturelles, par le niveau d'étude, les revenus et les activités.

De 2003 à 2005, en France, l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) a réalisé une campagne nationale de mesure de la qualité de l'air intérieur dans 567 habitations représentatives des 24 millions d'habitations principales en France métropolitaine. Les données ainsi collectées ont permis de construire la première base de données de référence en qualité de l'air intérieur (QAI).

Cette base est constituée des mesures de polluants sur 7 jours :

- ▣ 4 aldéhydes, 16 composés organiques volatils, par échantillonneurs passifs Radiello, dans la chambre principale ;
- ▣ particules fines (PM₁₀) et très fines (PM_{2,5}) dans le salon, par minipartisols, pendant les heures de présence dans les logements (week-end et de 17 h à 8 h en semaine) ;
- ▣ moisissures dans la chambre principale pour déterminer la présence / absence via l'indice de contamination fongique.

Ces mesures ont été complétées par des données de confort : température, humidité relative, dioxyde de carbone. Sont associées à ces données physico-chimiques, des informations socioéconomiques notamment sur les occupants (nombre, nationalité, âge et sexe), le statut professionnel, la possession d'une voiture, d'un logement, travail qualifié ou non, le niveau d'éducation, la présence d'animaux, les habitudes de vie (cuisine, tabac, bougies, encens...). Ces informations ont été obtenues via des questionnaires en face-à-face ou des questionnaires remplis par le technicien ayant réalisé les mesures.

L'ensemble des données obtenues a fait l'objet d'analyses statistiques de sorte à sélectionner un nombre limité de polluants mesurés jugés représentatifs de l'ensemble des mesures.

L'analyse de la base de données montre que près de 64 % des chefs de foyer ont un emploi, 27 sont à la retraite et 9 % ne travaillent pas. 20 % des chefs de foyer sont allés à l'école plus de 13 ans ou moins de 4 ans. Environ 90 % des chefs de foyers exercent un travail qualifié. Un dixième des foyers a un taux d'occupation élevé (moins d'une pièce par personne) tandis qu'un tiers a un taux d'occupation bas (plus de deux pièces par personne). 57 % des foyers sont non fumeurs, et 11 % des fumeurs ne fument jamais à l'intérieur de leur logement. 63 % des occupants sont propriétaires de leurs logements. 19 % des logements ont un garage attenant et environ 90 % des habitants sont propriétaires de leur véhicule. La localisation des lo-

Commentaires et conclusion du lecteur

Cette étude a montré plusieurs aspects importants de l'échantillonnage passif de polluants organiques semi-volatils dans l'air intérieur.

En premier lieu, pour des molécules assez polaires comme les phtalates avec une distribution entre les phases gazeuse et particulaire très variable d'une molécule à l'autre, il est important de greffer la mousse de polyuréthane avec de la poudre d'XAD-4 et de ne pas mettre la coupole inférieure. Ainsi, grâce à cette configuration, il est possible d'obtenir un échantillonnage efficace à la fois des phases gazeuse et particulaire avec de simples échantillonneurs passifs.

En second lieu, il apparaît nécessaire de considérer les concentrations en phases particulaire et gazeuse des prélèvements actifs lorsqu'on calcule des débits d'échantillonnage.

Enfin, cette étude montre les limites des mousses de polyuréthane dès lors que l'on s'intéresse à des molécules polaires. Cette étude devrait être étendue à d'autres polluants tels que certains pesticides ou d'autres retardeurs de flammes organophosphorés par exemple.

Source : Saini A., Okeme J.O., Goosey E., Diamond M.L. 2015. Calibration of two passive air samplers for monitoring phthalates and brominated flame-retardants in indoor air. *Chemosphere* 137, 168-175.

Article analysé par : Maurice MILLET, Université de Strasbourg/CNRS ; mmillet@unistra.fr

gements est la suivante : 39 % en environnement urbain, 33 % en zone périurbaine, et 28 % en zone rurale. Ces résultats sont en accord avec les statistiques nationales.

Pour chaque polluant, une analyse détaille ses liens avec les facteurs socioéconomiques, l'occupation des logements ou son environnement. Cette analyse montre des résultats variables selon les polluants et les facteurs pris en compte. L'ensemble des données a ensuite alimenté un modèle à régression pour déterminer pour chaque paramètre étudié les facteurs les plus influents.

Il en ressort que les facteurs socioéconomiques semblent influencer les niveaux en aldéhydes et COV mais pas ou peu les niveaux en poussières et en contamination fongique. Plusieurs variables socioéconomiques sont liées à la concentration en air intérieur du formaldéhyde et de l'acétaldéhyde, sans que cela puisse être clairement expliqué. Les concentrations en perchloroéthylène sont plus élevées dans les logements où les revenus sont plus élevés. Cela a été observé dans de précédentes études et la capacité de ces foyers à plus haut revenus à utiliser les services de blanchisserie est une très probable raison de ce constat. Comme dans d'autres études, il a été montré ici que les concentrations en BTEX sont plus élevées dans les logements à fort taux d'occupation. Les facteurs socioéconomiques ne figurent pas parmi les variables prédictives des niveaux de poussières $PM_{2,5}$ et de la contamination fongique.

Finalement, le niveau d'étude ne semble pas influencer les concentrations en polluants dans l'air intérieur, en accord avec des études internationales. Néanmoins, d'autres études internationales montrent un impact potentiel de ce facteur sur la qualité de l'air intérieur, mais en association avec le comportement des habitants du logement en termes d'aménagement et de ventilation. Il semble donc difficile de discriminer les facteurs socioéconomiques des activités des occupants et des caractéristiques du bâtiment, ces trois paramètres étant très certainement liés.

Conclusion et discussion

Cette étude met en exergue les facteurs ayant un impact significatif et déterminant sur la qualité de l'air intérieur. Dans l'ordre décroissant, on notera (i) la ventilation (formaldéhyde, acétaldéhyde, perchloroéthylène, BTEX⁽⁴⁾, contamination fongique), (ii) le tabagisme (acétaldéhyde, $PM_{2,5}$ et contamination fongique), (iii) l'utilisation d'un service de blanchisserie dans les 4 semaines précédant les campagnes de mesure (perchloroéthylène), (iv) le chauffage allumé pendant les mesures (BTEX et $PM_{2,5}$), mais cela est aussi représentatif de la saisonnalité (ventilation moins importante en hiver), (v) l'âge du bâtiment (formaldéhyde), (vi) la présence d'un garage attenant au logement (BTEX), (vii) le taux d'humidité relative et la température intérieure du logement (contamination fongique). Les occupations des habitants du logement ne sont pas des variables prédictives déterminantes pour les niveaux de $PM_{2,5}$, même si une influence du nombre d'utilisation de l'aspirateur par semaine a pu être montrée. Ces constats sont globalement en accord avec les études réalisées au niveau international.

Selon les auteurs, la grande force de cette étude réside dans la taille et la représentativité de l'échantillon de logements étudiés. La base de données ainsi constituée est importante et permet une analyse fine des facteurs déterminants pour les concentrations en polluants. Néanmoins, il est encore difficile de mettre en évidence des relations, directes ou indirectes, entre facteurs

socioéconomiques et qualité de l'air intérieur, car un grand nombre de paramètres liés aux bâtiments ou aux comportements des occupants sont, potentiellement, directement liés à ces facteurs socioéconomiques (tabagisme à l'intérieur du logement, ventilation). De plus, une seule pièce a été instrumentée pendant les campagnes de mesure, ce qui peut également biaiser la représentativité du logement dans son intégralité, même si les résultats montrent que les concentrations entre la chambre et la cuisine sont proches et que la chambre a été choisie au vu du temps passé. Enfin, les mesures collectées sont des données moyennes sur 7 jours : aucune étude n'a pu être menée pour montrer d'éventuelles influences des activités sur les concentrations en polluants entre la semaine et le week-end.

Commentaires et conclusion du lecteur

Cette étude s'inscrit dans une dynamique de meilleure connaissance de la qualité de l'air intérieur à laquelle nous sommes exposés via l'étude des facteurs socioéconomiques et des habitudes de vie. Après des mesures de qualité de l'air ambiant et de qualité de l'air intérieur dans les bureaux, les écoles, les logements, les analyses de l'ensemble de ces données permettent d'approfondir les relations entre air intérieur et habitudes de vie et facteurs socioéconomiques. Il s'agit de la première étude d'envergure de ce genre en France ; elle ouvre la perspective à de nouvelles études pouvant approfondir l'influence de notre comportement dans un objectif lointain de modification de nos habitudes individuelles et collectives..

Source : Terry Brown, ClaireDassonville, MickaelDerbez, Olivier-Ramalho, SeverineKirchner, Derrick Crump, Corinne Mandin. Relationships between socioeconomic and lifestyle factors and indoor air quality in French dwellings. Environmental Research 140 (2015) 385–396.

Article analysé par : Edwige REVELAT, BURGEAP, e.revelat@burgeap.fr



Effet de la ventilation sur l'exposition aux composés organiques semi-volatils dans les environnements intérieurs

Contexte et objectifs

De par leurs caractéristiques physico-chimiques, les composés organiques semi-volatils (COSV) ont un temps de séjour dans les environnements intérieurs qui peut être relativement long. En effet, une fois introduits dans un espace, les COSV se partagent entre différents compartiments : gaz, particules en suspension, poussières sédimentées et surfaces disponibles.

Dès lors, comment réduire de manière efficace l'exposition aux COSV dans les environnements intérieurs ? La ventilation est-elle aussi efficace pour les COSV qu'elle l'est pour les composés organiques volatils (COV) ? Les auteurs sino-américains ont cherché à répondre à cette question en développant un modèle mécanistique permettant de quantifier l'influence du renouvellement d'air sur l'exposition intérieure aux COSV en tenant compte de l'inhalation, l'ingestion et la voie cutanée.

⁽⁴⁾ Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylène

Le modèle tient compte de l'influence de la ventilation sur la concentration massique de particules, sur le transfert de masse au niveau de la surface de la source ou du puits et du rôle amplificateur de la présence de particules sur ce transfert de masse. Il a été développé pour évaluer l'effet de la ventilation sur des concentrations stationnaires de COSV et non dynamiques.

Le modèle comporte quatre équations liées entre elles : l'évolution du débit d'émission de COSV en phase gazeuse à partir d'un matériau surfacique, du taux de sorption du COSV sur une surface donnée, de la concentration en phase gazeuse du COSV dans un volume homogène et de la relation qui relie la concentration du COSV en phase particulaire à sa concentration en phase gazeuse et à la concentration massique de particules. Les « surfaces puits » prises en compte dans le modèle sont les murs et plafonds, les surfaces vitrées et le mobilier. Différentes hypothèses soutenues par des références bibliographiques permettent de simplifier le modèle et de le rendre adimensionnel. Aucun apport de COSV extérieur n'est pris en compte. L'influence du renouvellement d'air a été étudiée entre 0,2 et 1,8 h⁻¹.

Lorsque le renouvellement d'air augmente de 0,6 à 1,8 h⁻¹, la concentration stationnaire de COSV dans l'air (gaz + particules) diminue de 60 % et ce pour une large gamme de COSV. Comparativement, dans les mêmes conditions, la concentration d'un COV léger décroît de 70 %. L'effet de la ventilation ne varie pratiquement pas en fonction du coefficient de partage octanol/air (log K_{oa} de 9 à 13). L'augmentation du renouvellement d'air conduit à une diminution des concentrations en phase gazeuse plus faible que prévue.

En effet, cette augmentation s'accompagne d'un apport de particules provenant de l'extérieur (et donc plus de surface disponible) qui vient amplifier le débit d'émission de la source de COSV, la vitesse d'air au niveau de la surface d'émission ne variant que très peu en fonction de la ventilation (20 % pour une augmentation de 300 %).

De la même façon, la diminution de la concentration en COSV en phase particulaire est compensée par l'augmentation de la concentration massique de particules. A l'inverse, lorsque le renouvellement d'air diminue de 0,6 à 0,2 h⁻¹, la concentration de COSV en phase gazeuse et en phase particulaire augmente respectivement de 120 % et de 70 %.

L'effet relatif de la ventilation sur l'exposition d'un enfant de 3 ans aux COSV a également été estimé en prenant un renouvellement d'air de 0,6 h⁻¹ comme référence. Lorsque celui-ci diminue ou augmente d'un facteur 3, l'exposition par inhalation varie entre 57 % et 90 % et l'exposition cutanée ou par ingestion entre 59 % et 116 %. A faible renouvellement d'air, c'est surtout la vitesse de dépôt des particules qui va jouer sur l'exposition par inhalation des COSV associés à un K_{oa} très élevé.

Les auteurs ont transposé leurs résultats à une situation de pollution particulaire extrême ayant été observée à Pékin début 2013. Ils concluent que le confinement des occupants dans le logement pour se protéger des particules extérieures en maintenant un faible renouvellement d'air conduit à une augmentation significative de la concentration en COSV, notamment en phase particulaire, alors que dans le même temps la concentration de particules a légèrement diminué.

Conclusion et discussion

Pour conclure, la ventilation influence la concentration en phase gazeuse et particulaire des COSV et donc indirectement la concentration dans les poussières. Elle n'affecte pas directement l'émission surfacique de COSV, mais en modifiant la concentration de particules dans l'air, elle modifie leur rôle amplificateur.

Dans des conditions dynamiques, le renouvellement d'air joue sur le temps de résidence des particules et donc sur le partage gaz/particules des COSVs. De la même façon, les surfaces de sorption chargées de COSV préalablement adsorbés peuvent venir contrebalancer l'effet de dilution apporté par la ventilation en réémettant des COSV dans l'air.

Commentaires et conclusion du lecteur

Les auteurs ont cherché à comprendre d'un point de vue mécanistique l'influence de la ventilation sur les concentrations intérieures de COSV. Ils ont procédé avec méthode en appuyant chacune de leurs hypothèses de références bibliographiques. Cette première approche a surtout le mérite de souligner à quel point cette notion est incomparablement plus délicate à manipuler pour les COV.

Conscients des limites de leurs travaux basés sur une représentation idéalisée d'un environnement intérieur réel, les auteurs soulignent les points qui mériteraient plus d'attention : l'effet du renouvellement d'air sur les facteurs de transfert à l'homme (supposé nul ici), sur l'âge et la composition de la poussière, sur la concentration en masse des particules, la prise en compte du contact direct dans l'exposition totale. Les variations de température induites par celles du renouvellement d'air et leurs effets sur l'émission et la sorption de COSV sont également à considérer.

Par ailleurs, les auteurs ont négligé les émissions ponctuelles de particules liées par exemple aux événements de cuisson et de fumée de tabac. Bien que ponctuelles, ces émissions sont néanmoins le plus souvent régulières et les particules émises peuvent persister longtemps dans l'air. tout en modifiant l'équilibre des concentrations en COSV.

De la même façon, l'équilibre gaz/particules est supposé être atteint instantanément, dans le cadre de l'étude. Malheureusement, cette hypothèse n'est ni justifiée ni discutée. Enfin, la concentration extérieure d'un COSV ne peut pas toujours être négligée et dans ces conditions le bénéfice d'une augmentation de la ventilation est encore bien plus délicat à estimer.

Cette étude solide montre néanmoins un effet de la ventilation sur l'exposition aux COSV d'origine intérieure, pas facile à quantifier et avec vraisemblablement un impact moindre que pour les autres polluants gazeux. Les solutions pratiques de gestion pour limiter notre exposition aux COSV dans les espaces intérieurs restent à définir.

Source : Liu C, Zhang Y, Benning JL, Little JC (2015), The effect of ventilation on indoor exposure to semivolatile organic compounds, *Indoor Air*, 25 : 285-296

Article analysé par : Olivier RAMALHO, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Direction Santé Confort, olivier.ramalho@cstb.fr



Risque et impact sur la santé

Exposition au moisissures visibles ou à l'humidité en habitation et problèmes de sommeil chez les enfants : Résultats de l'étude LISApplus⁽⁵⁾

Contexte et objectifs

Environ 20% des bâtiments occupés sont caractérisés par des signes d'humidité⁽⁶⁾. Plusieurs études ont d'ores et déjà montré que l'exposition à des moisissures ou à de l'humidité à l'intérieur des habitations pouvait être associée à l'augmentation des pathologies respiratoires, au développement de l'eczéma, à la diminution des fonctions cognitives et à l'apparition de perturbations du sommeil. L'étude allemande menée par Tiesler et al s'intéresse à l'association entre l'exposition à des moisissures ou à de l'humidité à l'intérieur des habitations et la qualité du sommeil chez les enfants.

Matériel et méthodes

La population d'étude comprend 1719 enfants âgés de 10 ans issus de la cohorte allemande « Lisapplus » qui consiste à suivre l'état de santé de 3097 enfants nés en Allemagne au cours de la période 1997-99. A l'âge de 10 ans, la présence de moisissures ou d'humidité à l'intérieur des habitations ainsi que les problèmes relatifs au sommeil de l'enfant ont été évalués par questionnaire parental.

La présence de moisissures ou d'humidité était évaluée pour la chambre de l'enfant et pour l'habitation dans son ensemble. La variable d'intérêt était classée en quatre catégories : présence de problèmes liés au sommeil (toutes causes), problèmes liés à l'endormissement, problèmes liés au fait de ne pas dormir de manière continue pendant la nuit, et enfin une durée de sommeil inférieure à 9 h.

L'association entre l'exposition et le risque a été évaluée grâce à une régression logistique avec ajustement sur le centre, sur l'âge, le sexe, le niveau d'éducation parental. Des analyses de sensibilité ont été réalisées afin de prendre en compte le fait de partager la chambre à coucher et la présence d'allergies telles que l'asthme, l'eczéma et la rhino-conjonctivite.

Résultats

Parmi les 1719 enfants inclus dans l'étude, une majorité des enfants (52,6 %) habitent Munich et ont des parents de haut niveau d'éducation (72,2 %). 82 % des enfants ne partagent pas leur chambre à coucher et 87% n'ont aucun problème de sommeil.

Au total, 203 enfants (13 %) ont des problèmes liés au sommeil : 203 (11,9 %) ont des problèmes liés à l'endormissement, 50 enfants (2,9 %) ont des problèmes pour dormir sans discontinuité la nuit et 163 enfants (9,5 %) dorment moins de 9h. Concernant l'exposition, 13 % des parents ont déclaré résider dans une habitation humide ou présentant des moisissures.

Les auteurs observent une association statistiquement significative entre la présence de moisissures ou d'humidité à l'intérieur des habitations et les problèmes relatifs au sommeil de l'enfant. L'odds ratio est de 1,77 (intervalle de confiance à 95%= 1,21-2,60) pour toutes causes de perturbation du sommeil confondues ; de 1,48 (0,97-2,23) pour les problèmes liés à l'en-

dormissement, de 2,52 (1,57-5,00) pour le fait de ne pas dormir de manière continue pendant la nuit et de 1,68 (1,09-2,61) pour la durée de sommeil inférieure à 9 h.

Les résultats restent similaires après ajustement sur le fait de partager sa chambre ou après exclusion des enfants avec asthme ou avec un eczéma. Pour les enfants sans rhino-conjonctivite, seule l'association avec une faible durée de sommeil est observée.

Conclusion et discussion

Les auteurs concluent que la présence de moisissures ou d'humidité dans l'habitation peut entraîner des problèmes de sommeil chez l'enfant que ce soit au moment de son initiation (endormissement) ou de son maintien tout au long de la nuit.

Cette association avait déjà été observée chez les adultes (Parker, 1994 ; Janson, 2005). Plusieurs mécanismes biologiques sous-jacents ont été suggérés notamment le développement d'espèces microbiennes qui se développeraient dans les atmosphères humides et qui libèreraient des composés organiques volatils microbiens. Cependant, en raison du design de l'étude (analyse transversale), la causalité de l'association ne peut pas être testée.

Commentaires et conclusion du lecteur

Cette étude montre une association positive entre la présence de moisissures ou d'humidité dans l'habitation et les problèmes de sommeil chez l'enfant. Cette association avait déjà été investiguée chez l'adulte, mais aucune étude n'avait été menée chez l'enfant. L'étude porte sur un effectif large puisque 1719 enfants ont été inclus.

Des données ont été collectées à la fois sur l'exposition, sur la qualité du sommeil mais aussi sur les facteurs de confusion potentiels tels que la présence d'allergie (asthme, eczéma, rhino-conjonctivite) et le fait de partager la chambre à coucher.

Cependant, le fait que les données aient été collectées par questionnaire parental a pu introduire un biais de déclaration. Il est à noter par ailleurs l'absence de recueil de données qualitatives concernant la variable d'intérêt (indicateur de fréquence des problèmes de sommeil, mesure des paramètres de sommeil) et concernant la variable d'exposition (taux d'humidité, pourcentage de la zone d'habitation affectée par les moisissures).

Cette étude est difficilement généralisable puisque ce sont uniquement des enfants de 10 ans, habitant majoritairement en zone urbaine qui ont été inclus dans l'étude. Seuls 13 % d'entre eux (soit 230 enfants) ont déclaré avoir des troubles du sommeil.

Source : Tiesler C. Exposure to visible mould or dampness at home and sleep problems in children: Results from the LISApplus study, *Environmental Research*, 137 (2015): 357-63

Article analysé par : Hélène Baysson, IRSN;
helene.baysson@irsn.fr

⁽⁵⁾ Population étudiée de 1719 enfants allemands de 10 ans : <https://www.helmholtz-muenchen.de/en/epi1/research/research-units/research-unit-1-environmental-epidemiology/projects/lisa-plus/index.html>

⁽⁶⁾ WHO, 2009. *Who Guidelines for Indoor Air Quality : Dampness and mould. Regional Office for Europe.*



Risque et impact sur la santé

Liens entre des paramètres de qualité d'air intérieur et de confort et la santé respiratoire de personnes âgées vivant dans des maisons de retraite en Europe

Contexte et objectifs

Les auteurs des différents pays affirment en introduction que la population européenne des personnes âgées (en particulier celle des plus de 80 ans) est en forte augmentation en Europe et qu'il convient de se soucier de la santé de cette tranche de la population dont les défenses immunitaires sont plus faibles.

Dans cette optique, il s'agit en particulier de mieux comprendre les conséquences sur la santé de l'exposition à la pollution de l'air intérieur. Aussi l'objectif de l'étude (étude GERIE, EU health program 2008-2013 : http://epar.iplesp.upmc.fr/site_epar/index.php/2014-05-16-13-41-18/etude-gerie) était d'étudier s'il existe des liens entre des paramètres de l'environnement intérieur (concentrations en polluants et paramètres de confort) et la santé de personnes âgées vivant de manière permanente en maison de retraite. L'étude s'est déroulée dans 7 pays européens dont la France.

Matériel et méthodes

Les données ont été collectées entre février 2009 et octobre 2011 dans 50 maisons de retraite réparties dans 7 pays différents (Belgique, Danemark, France, Grèce, Italie, Pologne, Suède), avec au total 600 personnes âgées de plus de 65 ans participant à l'étude.

Le programme de l'étude concernait la mesure de concentrations en PM_{10} (pendant 22 à 26 heures), $PM_{0,1}$ (pendant 5 à 7 heures), formaldéhyde (pendant 1 semaine), NO_2 , O_3 et CO_2 (pendant 22 à 26 heures) pour les paramètres de qualité de l'air intérieur, température et humidité relative de l'air pour les paramètres de confort. Les mesures ont été effectuées successivement sur les différents sites avec la même méthode et les mêmes équipements par la même équipe, (dans les salles communes de maisons de retraite).

Des mesures ont également été effectuées à l'extérieur (concentrations en PM_{10} (pendant 1 heure), $PM_{0,1}$ (pendant 1 heure), formaldéhyde (pendant 1 semaine), NO_2 , O_3 et CO_2 (pendant 22 à 26 heures), température et humidité relative de l'air (pendant 22 à 26 heures).

Simultanément aux mesures, les participants à l'étude ont subi une visite médicale et des tests cliniques ; par ailleurs, la réalisation d'entretiens a permis de renseigner des questionnaires sur leur état de santé. Enfin, le directeur de chaque maison de retraite a informé sur le niveau de la ventilation suivant que le débit d'air était inférieur ou supérieur à la valeur recommandée par l'ASHRAE : 15 l/s/100 m² + 3,5 l/s/pers. Une analyse statistique des résultats a été effectuée.

Résultats

Les résultats des mesures montrent que 17,5 % des maisons de retraite étaient correctement ventilées (débit d'air supérieur à la valeur limite), que les concentrations en CO_2 étaient inférieures à 1000 ppm dans toutes les maisons de retraite et que les concentrations moyennes en PM_{10} , $PM_{0,1}$ et NO_2 étaient similaires à l'intérieur et à l'extérieur.

Des associations significatives ont été identifiées entre l'exposition à des concentrations élevées en PM_{10} , NO_2 et CO_2 et des essoufflements et de la toux, entre l'exposition à des concentrations élevées en $PM_{0,1}$ et des sifflements respiratoires, entre l'exposition à des concentrations élevées en formaldéhyde et de la broncho-pneumopathie obstructive chronique.

Par ailleurs, l'obstruction des voies respiratoires est positivement associée aux concentrations en $PM_{0,1}$ et NO_2 . Il y a une relation significative entre la capacité vitale forcée (CVF) et le CO exhalé et la concentration en formaldéhyde. Contrairement à ce qui a pu être déjà observé dans d'autres études, une relation inverse a été identifiée entre une humidité relative élevée et les essoufflements ; des températures élevées semblent en revanche protéger contre les essoufflements.

D'une manière générale, les personnes âgées de plus de 80 ans sont plus affectées que les autres par des problèmes respiratoires. Lorsque la ventilation est médiocre, les effets de certains paramètres de qualité de l'air et de confort sur les symptômes respiratoires sont davantage prononcés.

Conclusion et discussion

Il y a des effets de la qualité de l'air intérieur sur la santé des personnes âgées même si les concentrations moyennes en polluants (29,8 µg/m³ pour PM_{10} , 12907 particules/cm³ pour $PM_{0,1}$, 7,21 µg/m³ pour formaldéhyde, 20,1 µg/m³ pour NO_2 et 21,1 µg/m³ pour O_3) sont généralement inférieures aux valeurs limites internationales et nationales. Par ailleurs, la fragilité des personnes âgées, caractérisée par une augmentation des symptômes, augmente avec l'âge et les personnes les plus âgées sont susceptibles de passer plus de temps à l'intérieur que les autres.

Les auteurs indiquent qu'une des limites de leur étude est que les mesures de qualité d'air ont été effectuées sur une courte période (moins d'une semaine) ; une autre limite est que les personnes présentant des symptômes de démence n'ont pas été retenues pour l'étude.

Aussi les personnes choisies sont possiblement en meilleure santé que la moyenne. Les auteurs concluent quant à la nécessité d'effectuer des études plus poussées, afin de mieux comprendre les causes qui fragilisent les personnes âgées dans les maisons de retraite.

Commentaires et conclusion du lecteur

L'étude met bien en évidence que plus les personnes sont âgées et plus elles sont sensibles au climat intérieur représenté ici par les concentrations en certains polluants, la température et l'humidité relative de l'air.

De faibles concentrations en polluants, en comparaison aux valeurs de références et aux valeurs typiquement rencontrées dans les environnements intérieurs, ont des effets négatifs sur la santé se traduisant notamment par des symptômes respiratoires.

Ce constat conduit à s'interroger sur la pertinence de normes de qualité d'air intérieur pour l'ensemble de la population et à leur possible adaptation suivant les différentes tranches de la population, en particulier les plus vulnérables : les plus âgées et les plus jeunes.

Le contenu de l'article ne permet pas de savoir si les débits d'air ont été effectivement mesurés (et si oui comment) ou s'il a seulement été rapporté l'absence ou la présence d'un système de ventilation.

Les mesures ont été effectuées sur de courtes durées (moins d'une semaine) et à des périodes différentes (été, hiver, etc.), et les questionnaires concernent des symptômes passés (12 derniers mois), ce qui peut affecter les résultats et conclusions.

Source : Bentayeb M., Norback D., Bednarek M., Bernard A., Cai G., Cerrai S., Kostas Eleftheriou K., Gratziou C., Juel Holst G., Lavaud F., Nasilowski J., Sestini P., Sarno G., Sigsgaard T., Wieslander G., Zielinski J., Viegi G., Annesi-Maesano I., indoor air quality, ventilation and respiratory health in elderly residents living in nursing homes in europe, european respiratory journal, vol. 45, no. 5, p. 1228 – 1238, may 2015.

Article analysé par : Alain GINESTET, CETIAT ; alain.ginestet@cetiat.fr



Gestion Technique / Divers

Efficacité et innocuité d'épurateurs d'air domestiques photocatalytiques : tests normalisés en chambre environnementale et émission de nanoparticules

Contexte et objectifs

L'article présente une étude expérimentale réalisée par l'IPREM de Pau. L'objectif était de caractériser la performance et l'innocuité de 8 épurateurs d'air domestiques commerciaux dans des conditions de fonctionnement représentatives d'environnements intérieurs réels.

La performance des appareils a été évaluée par le calcul des débits d'air épurés de 4 COV en mélange, à deux niveaux de concentration différents. L'innocuité a pour sa part été caractérisée à partir du suivi dans le temps des concentrations en sous-produits de dégradation des COV primaires injectés dans la chambre, de la minéralisation de ces COV primaires (concentration en CO₂), et des émissions de nanoparticules dans l'air.

Matériel et méthodes

Les essais des épurateurs ont été conduits dans une chambre environnementale étanche de 1,2 m³ conformément au protocole expérimental défini par la norme NF XP B44-013 (2009). Après injection des 4 COV modèles (acétaldéhyde, n-heptane, acétone et toluène), le débit d'air épuré des appareils, qui traduit leur capacité à éliminer les polluants contenus dans l'air d'une pièce, a été déterminé pour chacun des COV à partir des décroissances de concentrations mesurées par GC-FID/PID.

Au cours de chacun des essais, qui ont duré jusqu'à 24 h, des prélèvements sur tube Tenax (COV) et sur cartouches de DNPH (aldéhydes) ont été réalisés à intervalles de temps réguliers pour quantifier l'éventuelle production de sous-produits de dégradation toxiques par les épurateurs. Le taux de minéralisation, (fractionnement en CO₂ et H₂O des COV primaires) a été évalué par l'enregistrement des concentrations en CO₂ dans la chambre. Enfin, l'émission de nanoparticules dans l'air par le média photocatalytique a été caractérisée par le suivi des concentrations en particules en suspension dans l'air de la chambre ; un impacteur en cascade basse pression (ELPI, 13 canaux entre 7 nm et 10 µm) a été utilisé pour ce faire.

Résultats

Pour une même concentration initiale pour les 4 polluants primaires, le débit d'air épuré peut varier d'un facteur 10 entre l'appareil le plus efficace et celui qui l'est le moins. Pour un même appareil, et quel que soit le polluant considéré, le débit d'air épuré est par ailleurs systématiquement plus élevé à la concentration la plus faible.

Concernant l'efficacité de conversion, les mesures de concentration en composés secondaires dans l'air de la chambre sont cohérentes avec les données concernant le taux de minéralisation.

Pour 4 appareils, auxquels il faut ajouter l'appareil témoin D0, la minéralisation est quasi-complète, sauf au cours des premiers temps (30 à 60 minutes) qui suivent leur mise en marche ; pendant cette période initiale, il y a production de composés secondaires, et notamment de formaldéhyde.

Pour 3 appareils, les émissions de formaldéhyde perdurent dans le temps et s'accompagnent de l'émission d'autres substances : éthanol, t-butanol, butanal, acétate d'éthyle, benzène, o- et p-xylène, éthylhexanol, ... Aucun appareil ne semble en revanche émettre de nanoparticules dans l'air.

L'épurateur pour lequel les effets du vieillissement ont été étudiés se caractérise par un débit d'air épuré qui diminue à chaque répétition d'essai, sans que les auteurs de l'étude ne puissent en identifier précisément la cause.

Conclusion et discussion

L'échantillon d'épurateurs domestiques sélectionné incluait 4 appareils n'utilisant que la photocatalyse comme procédé d'épuration et 4 appareils pour lesquels soit un ioniseur, soit un filtre moléculaire est associé au réacteur photocatalytique. Pour cette deuxième série d'appareils, les résultats sont globalement plus difficiles à interpréter.

Sur la base de l'ensemble des résultats, les auteurs de l'étude ont classé les épurateurs en deux groupes : le premier regroupe les appareils jugés efficaces et le second ceux jugés inefficaces et dangereux pour la santé. De manière plus générale, ils soulignent l'intérêt et l'importance de procéder à des essais systématiques des épurateurs commercialisés sur le territoire européen.

Commentaires et conclusion du lecteur

Dans la lignée de l'atelier public organisé le 12 Juin 2012 par l'OOQAI, l'étude aborde tous les aspects du sujet parfois polémique qu'est l'épuration de l'air intérieur par photocatalyse. La classification des systèmes testés en un groupe de systèmes performants et un groupe de systèmes inefficaces et dangereux est sans doute un peu rapide et simpliste.

En effet, bien que très variables d'un appareil à l'autre, les débits d'air épurés mesurés sont tous faibles dans l'absolu (le plus souvent inférieurs à 10 m³/h), ce qui tend à indiquer qu'aucun épurateur n'améliorerait de manière significative la qualité de l'air dans une pièce de taille moyenne.

Par ailleurs, le danger résultant de la production de composés secondaires est apprécié sur la base des concentrations mesurées dans la chambre de 1,2 m³, qui n'est en rien représentative de ce qu'elle serait dans une pièce réelle. La démonstration de

l'absence d'émission de nanoparticules de dioxyde de titane (classées cancérigène possible par le CIRC en 2007) dans l'air est en revanche une information à la fois nouvelle et rassurante.

Source : Costarramone N., B. Kartheuser, C. Pecheyran, T. Pigot, S. Lacombe. Efficiency and harmfulness of air-purifying photocatalytic commercial devices: From standardized chamber tests to nanoparticles release. *Catalysis today* 252 (2015) : 35–40

Article analysé par : Patrice BLONDEAU, LaSIE/Université de La Rochelle ; patrice.blondeau@univ-lr.fr

Actualités

Prochain atelier de l'OQAI

Le 23 mars 2017, de 16h45 à 19h00 au CSTB - Paris

Il portera sur la qualité de l'air et le confort dans les bâtiments performants en énergie. Les résultats les plus récents du programme OQAI-BPE seront présentés. Programme prochainement en ligne.

Inscription sur : http://www.oqai.fr/userdata/documents/507_Atelier_OQAI_2017_Bulletin_Inscription.pdf

Healthy building europe 2017

Du 2 au 5 juillet 2017, à Lublin en Pologne

La conférence régionale « Healthy Buildings », organisée par l'ISIAQ (International Society of Indoor Air Quality and Climate) réunit tous les deux ans des acteurs de la thématique air intérieur de nombreux pays. Cette année, les grands thèmes abordés sont entre autres : pollution intérieure vs pollution extérieure, santé humaine et environnement intérieur, nouvelles technologies et leur challenge,...

Pour plus d'informations : <http://hb2017-europe.org/>

Sixième édition des Défis Bâtiment Santé

Le 15 juin 2017 à Paris

Le thème de cette année est : « La santé, un moteur d'innovations du bâtiment » avec des sujets comme L'Homme au cœur des innovations du bâtiment ou Les évolutions de l'évaluation et du suivi de la qualité de l'air intérieur (QAI). Organisation aussi des « Trophées Innovations Bâtiment Santé », candidature possible jusqu'au 17 mars 2017.

Consulter le programme, en savoir plus : <https://www.defisbatimentsante.fr/>

Nouveau plan national d'action radon

L'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) vient de publier le plan national d'action 2016-2019 pour la gestion du risque lié au radon, qui s'inscrit dans la lignée du précédent plan 2011-2015. Le bilan du plan 2011-2015 a également été publié.

En savoir plus, télécharger le plan 2016-2019 : <https://www.asn.fr/Informer/Dossiers-pedagogiques/Le-radon/Plans-nationaux-d-action-pour-la-gestion-du-risque-lie-au-radon/Plan-national-d-action-2016-2019-pour-la-gestion-du-risque-lie-au-radon>

Bilan du plan 2011-2015 : <https://www.asn.fr/Informer/Dossiers-pedagogiques/Le-radon/Plans-nationaux-d-action-pour-la-gestion-du-risque-lie-au-radon/Plan-national-d-action-2011-2015-pour-la-gestion-du-risque-lie-au-radon-bilan>

Appel à projet ADEME : Aide à l'action des collectivités territoriales et locales en faveur de l'air - AACT-AIR Edition 2017

Afin de soutenir les collectivités territoriales et locales souhaitant améliorer la qualité de l'air intérieur et extérieur, l'Ademe lance une nouvelle édition de son appel à projets AACT-AIR AACT-AIR pour des actions en faveur de la qualité de l'air dans les territoires. Clôture le 21 mars 2017

Pour en savoir plus : <https://appelsaprojets.ademe.fr/aap/AACT-AIR2016-102>

Campagne nationale sur la qualité de l'air intérieur dans les logements

Baptisée CNL2, cette nouvelle campagne de mesures a pour objectif de dresser un état des lieux de l'exposition des occupants de logements aux polluants de l'air intérieur. Elle sera menée par l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) afin de réactualiser les résultats de la première étude de 2003-2005. Les travaux préparatoires de la CNL2 débutent en janvier 2017.

Pour en savoir plus : <http://www.logement.gouv.fr/une-nouvelle-campagne-nationale-sur-la-qualite-de-l-air-interieur-dans-les-logements>

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

Directeur de la publication : Raymond Cointe
Directeur de la rédaction : Philippe Hubert

Comité de rédaction :

O. Ramalho, M-A. Kerautret, H. Baysson, E. Revelat, C. Nicollet, L. Mosqueron, V. Nedellec, I. Annesi-Maesano, S. Bouallala, G. Boulanger, M.T. Guillam, G. Guillosou, M. Keirsbulck, M. Millet, C.Segala, C. Schadkowski, L. Le Coq, R. Robichon, C. Marchand, J. Dalvai.

Maquette : Patrick Bodu

Mise en page : Olivier Peron

Coordination et contact :

Julien Dalvai - julien.dalvai@ineris.fr
INERIS, Parc Technologique ALATA,
BP 2, 60550 Verneuil-en-Halatte, France
ISSN1760-5407

Le réseau RSEIN, en relation avec l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur, est constitué de représentants des structures suivantes :

Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie, Association pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique et ses comités régionaux Nord-Pas de Calais et PACA-Marseille, ATMO PACA représentant les Associations Agréées pour la Surveillance de la Qualité de l'Air, Bureau Véritas, BURGEAP, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Complexe de Recherche Interprofessionnel en Aérothermochimie, École des Hautes Études en Santé Publique, Faculté de Pharmacie de Marseille, Faculté de Pharmacie de Paris V, Hôpitaux de Marseille, Hôpitaux de Rouen, Hôpitaux de Strasbourg, Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale, Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques, Institut Technologique Forêt, Cellulose, Bois et Ameublement, Institut de Veille Sanitaire, Laboratoire Central de la Préfecture de Police de Paris, Laboratoire d'Étude des Phénomènes de Transfert et de l'Instantanéité : Agro-industrie et Bâtiment, Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris, Laboratoire du Génie de l'Environnement Industriel – antenne de Pau de l'École des Mines d'Alès, MEDIECO, Observatoire Régional de Santé d'Ile-de-France, SEPIA-Santé, Service des Études Médicales de EDF, Université Bordeaux II – Équipe EA 3672 Santé Travail Environnement, Université de Caen, Véolia Environnement, Vincent Nedellec Conseils.

Pour tout abonnement à la version électronique du bulletin, adressez vos coordonnées par email à : julien.dalvai@ineris.fr

ou inscrivez vous à partir du site internet : <http://rsein.ineris.fr/bullinfo/abonnement.html>