

Edito

Enjeux et défis humains de l'action préventive en santé environnementale : le projet Nesting

L'impact des polluants chimiques et physiques les plus courants dans l'air intérieur de nos habitations (formaldéhyde, benzène, retardateurs de flammes, insecticides, rayonnements électromagnétiques ...), mais aussi des polluants présents dans les produits de consommation courante et dans notre alimentation (phtalates, Bisphénol A, additifs alimentaires, pesticides, métaux lourds...) dépasse de loin ce que les premières études avaient pu laisser imaginer. Ces agents chimiques et physiques agissent en effet de façon synergique sur l'organisme (effet « cocktail »), parfois même à des doses infimes considérées jusqu'alors comme non dangereuses (courbes d'efficacité « en cloche »).

Nombre de ces substances viennent perturber de façon irréversible le bon développement des systèmes nerveux, endocrinien et immunitaire des organismes en pleine croissance : on les appelle des « perturbateurs endocriniens ». Certaines étapes du développement fœtal constituent des fenêtres d'extrême vulnérabilité.

Comment faire face à un tel enjeu de santé public ? Certains experts¹ préconisent une démarche de prévention immédiate afin de réduire l'exposition aux polluants pendant les périodes clés du développement de l'enfant, et ce dès la grossesse. De telles mesures, ainsi qu'une réglementation adaptée nous paraissent essentielles. Aujourd'hui, les plus grands défis de la santé-environnementale ne sont pas uniquement scientifiques. Ils sont surtout humains. Les sociologues ont démontré qu'« informer ne suffisait pas à faire changer » et que la prise en compte des freins et moteurs aux changements de comportements était bien plus complexe². Dans le cas des polluants de l'air intérieur, on touche aux habitudes familiales, un domaine où les freins et moteurs au changement sont très forts et différents entre les individus.

Le principal défi de l'action préventive en santé environnementale réside donc dans la capacité des acteurs de terrain (associations, pouvoirs publics...) à aller vers l'accompagnement au changement des pratiques. Le réseau européen WECF (<http://www.wecf.eu>) possède plus de 15 ans d'expérience de terrain en santé-environnementale. Depuis 2008, WECF France a lancé le

projet Nesting (projet européen développé dans 8 pays) destiné à aider les (futurs) parents et les professionnels de la petite enfance à créer un environnement intérieur sain.

Des ateliers de proximité, conçus pour être particulièrement interactifs, permettent aux (futurs) parents de prendre conscience de ces questions, et de découvrir des solutions concrètes et locales, adaptées à leur besoin. Les animatrices de ces ateliers Nesting sont spécifiquement formées par WECF.

WECF travaille actuellement à une étude auprès de ses animatrices pour répondre de façon qualitative aux questions suivantes³ : La « fenêtre temporelle de changement » qui entoure l'arrivée du bébé facilite-t-elle l'adoption de nouveaux comportements ? Quels sont les freins et les moteurs au changement spécifiquement liés à cette situation ? En quoi la pédagogie développée dans les ateliers Nesting prend-elle en compte ces aspects pour dépasser le stade de l'information et stimuler le changement des habitudes ?

La perception des questions de santé-environnementale par le grand public, et tout particulièrement par les jeunes (futurs) parents est cruciale pour assurer un passage efficace à l'action préventive. Comment adapter nos messages ? Comment aider nos publics à passer de l'angoisse ou du déni à une volonté individuelle et collective de prendre en main l'avenir et la santé de nos enfants ? Bien des choses sont possibles, dès aujourd'hui, si nous nous en donnons les moyens... humains.

Auteurs : Lara Mang-Joubert, animatrice Nesting / Elisabeth Ruffinengo, Anne Barre, WECF France

Pour en savoir plus : <http://www.projetnesting.fr/>

¹Dr Annie J. Sasco, Pr Dominique Belpomme, Pr Charles Sultan, Pr Alain Grandjean, Dr Geneviève Barbier, etc.

²Source: Prochaska JO et DiClemente C.C (1982), Transtheoretical therapy : toward a more integrative model of change, in *Psychotherapy : theory, research and practice*, 19 : 276-288.

³Etude menée par Nita Chaudhuri et Lara Mang-Joubert, qui sera présentée le 9 juin 2011 au 4ème colloque ARPenV de Psychologie Environnementale

Sommaire

Métrologie : p 2 ; Caractérisation / exposition : p 4 ; Risques sanitaires : p 6 ; Gestion technique / Divers : p 12 ; News : p 14 ; Publications : p 14 ; Manifestations : p16.

Le présent bulletin rassemble les analyses faites par les experts du réseau RSEIN, de travaux scientifiques récents sélectionnés pour leur intérêt scientifique. Le lecteur est invité à se reporter à la liste de tous les articles recueillis pour l'élaboration de ce numéro disponible sur le site Internet du réseau RSEIN : <http://rsein.ineris.fr>

Le lecteur est également invité à consulter le texte intégral de chaque article analysé.

Météorologie

Peut-on prédire les concentrations en composés organiques semi-volatils dans les poussières déposées au sol à partir de leurs concentrations dans l'air intérieur ?

Les composés organiques semi-volatils (COSV) sont devenus depuis quelques années une classe majeure de polluants de l'environnement intérieur compte-tenu des multi-expositions associées et des effets sanitaires suspectés de certains d'entre eux (reprotoxicité, neurotoxicité par exemple). Afin de mieux caractériser ces expositions à des fins épidémiologiques ou d'évaluation des risques sanitaires, il est important de déterminer leur répartition dans les différentes phases où ils sont susceptibles d'être présents : phase gazeuse dans l'air, phase particulaire dans l'air et poussières déposées au sol principalement. Des essais de modélisation des équilibres en présence ont été proposés par plusieurs auteurs, notamment Weschler et Nazaroff. Ces derniers, après un premier exercice de modélisation réalisée en 2008 à partir des concentrations en phtalates mesurées dans 30 appartements berlinois, se sont intéressés à un jeu de données nettement plus important en compilant l'ensemble des publications rapportant des concentrations en COSV mesurées simultanément dans l'air et dans les poussières, dans au moins 100 bâtiments à chaque fois.

Dix-neuf publications ont été recensées, représentant un total de 66 COSV. Les études inventoriées ont été conduites principalement aux États-Unis et en grande majorité dans des logements (seules deux concernent des crèches). Dans une précédente publication, les auteurs avaient établi la relation entre la concentration dans les poussières (C_{dust}) et celle dans la phase gazeuse (C_g) comme étant la suivante : $C_{dust} = (f_{om_dust} \times K_{oa} \times C_g) / r_{dust}$ avec f_{om_dust} la fraction volumique de matière organique dans les poussières déposées, K_{oa} le coefficient de partage octanol-air (gaz) et r_{dust} la densité des poussières déposées. Ils ont appliqué cette équation aux concentrations médianes dans l'air pour chaque COSV dans chaque étude, en considérant que $f_{om_dust} = 0,2$ et $r_{dust} = 2000 \text{ kg/m}^3$. Les K_{oa} de chaque COSV ont été calculés au moyen du logiciel SPARC. Chaque concentration modélisée dans les poussières a été comparée à la médiane des concentrations mesurées (par COSV et par étude). Dans la plupart des publications, ce n'est cependant pas la concentration en phase gazeuse qui était mesurée, mais soit la concentration en phase particulaire (C_p), soit la concentration totale dans l'air ($C_p + C_g$). Dans de tels cas, les auteurs ont préalablement calculé la concentration en phase gazeuse, en considérant respectivement que $C_g = C_p / (TSP \times K_p)$ ou $C_g = (C_p + C_g) / [1 + (TSP \times K_p)]$, où TSP représente la concentration en particules totales en suspension dans l'air, prise égale par défaut à $20 \mu\text{g/m}^3$ et K_p le coefficient de partage particules-gaz dans l'air. $K_p = (f_{om_part} \times K_{oa}) / r_{part}$ avec f_{om_part} la fraction volumique de matière organique dans les particules en suspension, considérée égale à 0,4, et r_{part} la densité des particules en suspension, prise égale à 1000 kg/m^3 .

La relation entre concentration modélisée et concentration mesurée est jugée correcte par les auteurs : $\log C_{dust\text{-modélisée}} = 0,98 \times \log C_{dust\text{-mesurée}} + 0,54$; $r^2 = 0,76$, la concentration modélisée étant toutefois en moyenne 3,5 fois plus élevée que la concentration mesurée ($10^{0,54}$). La prédiction se dégrade quand le K_{oa} augmente ; autrement dit,

pour les COSV les plus volatils, l'équilibre entre les phases serait plus difficilement atteint. Les auteurs discutent précisément leurs hypothèses et identifient les paramètres les plus sensibles pour le calcul de la concentration dans les poussières, en l'occurrence K_{oa} et C_g (la concentration C_g dépend d'ailleurs de K_{oa} lorsqu'elle doit être calculée). De plus, si cette concentration modélisée est assortie de nombreuses incertitudes, les auteurs soulignent parallèlement l'hétérogénéité des méthodes de mesure utilisées pour déterminer les concentrations dans les poussières (dont certaines susceptibles de perturber l'équilibre des phases lors du prélèvement par aspiration), et donc la variabilité des concentrations mesurées. De même, ils estiment que les concentrations gazeuses mesurées par prélèvement actif ne sont pas nécessairement représentatives d'une concentration moyenne à l'équilibre, fragilisant dès lors l'obtention d'une bonne cohérence mesure-modélisation. Le fait de travailler sur des valeurs médianes limite toutefois la dispersion des valeurs et conduit les auteurs à conclure que le modèle proposé est globalement satisfaisant pour prédire, à l'échelle d'un échantillon de bâtiments, une tendance centrale des concentrations en COSV dans les poussières (ou à l'inverse en phase gazeuse).

Commentaires et conclusion du lecteur

Ce travail est très intéressant, car il propose, pour la première fois, la modélisation de la répartition des concentrations dans les différentes phases pour un grand nombre de COSV, qui jusqu'alors n'avait été réalisée que pour quelques familles de COSV (phtalates, hydrocarbures aromatiques polycycliques et polychlorobiphényles). Il montre toute la complexité du sujet et la difficulté à établir un modèle prédictif satisfaisant. Une des limites majeures, clairement soulignée par les auteurs, réside dans le fait que le modèle ne peut être utilisé au cas par cas, pour un bâtiment donné, ce qui demeure pourtant l'objectif visé. Il est ainsi difficile de cerner l'utilité pratique de l'outil pour l'instant. Par ailleurs, une des valeurs de paramètres retenue par défaut, à savoir la concentration en particules totales en suspension, n'est pas discutée par les auteurs. En effet, elle est prise égale à $20 \mu\text{g/m}^3$, ce qui semble peu élevé, la médiane des concentrations en PM_{10} dans les logements français étant déjà supérieure (égale à $31,3 \mu\text{g/m}^3$; source : Observatoire de la qualité de l'air intérieur). En tout état de cause, compte tenu de la préoccupation actuelle vis-à-vis des expositions aux COSV et des possibles effets sanitaires associés, ce travail est très utile et incite à la poursuite des travaux.

Source : Weschler and Nazaroff (2010) - SVOC partitioning between the gas phase and settled dust indoors. *Atmospheric Environment*. 44 (30): 3609-3620.
Article analysé par : Corinne MANDIN, Centre scientifique et technique du bâtiment - CSTB ; corinne.mandin@cstb.fr

Autres articles d'intérêt :

- Abb, Breuer et al. (2010) - Analysis of pesticides and PCBs in waste wood and house dust. *Chemosphere*. 81 (4): 488-493.
- Han, Zhang et al. (2010) - Determination of material emission signatures by PTR-MS and their correlations with odor assessments by human subjects. *Indoor Air*. 20 (4): 341-354.
- Hospodsky, Yamamoto et al. (2010) - Accuracy, Precision, and Method Detection Limits of Quantitative PCR for Airborne Bacteria and Fungi. *Applied and Environmental Microbiology*. 76 (21): 7004-7012.
- LeBouf, Schuckers et al. (2010) - Preliminary assessment of a model to predict mold contamination based on microbial volatile organic compound profiles. *Science of the Total Environment*. 408 (17): 3648-3653.
- Halios and Helmis (2010) - Temporal evolution of the main processes that control indoor pollution in an office microenvironment: a case study. *Environmental Monitoring and Assessment*. 167 (1-4): 199-217.

Métrologie

Suivi des concentrations particulaires ambiantes au moyen d'un capteur passif : application à la ville de Thessalonique.

Les réseaux de surveillance de la qualité de l'air des villes européennes n'ont généralement pas suffisamment de points de mesure pour représenter complètement les phénomènes dans leur dimension spatiale. Les études épidémiologiques basées sur ces données intègrent donc une incertitude sur la mesure des expositions. L'objectif de cette étude était de tester d'abord en laboratoire puis sur le terrain la validité et l'intérêt des mesures particulières par capteur passif (faible coût) pour augmenter le maillage spatial du réseau de mesure à Thessalonique.

Parmi les méthodes disponibles (séparation électrostatique, déposition sur plaque), les auteurs ont choisi la précipitation gravitationnelle sur plaque en verre (diamètre 1 cm) et lecture par microscope. A partir du dénombrement de particules, de la vitesse du vent, de la durée d'exposition et d'autres paramètres (diamètre et densité des particules, viscosité de l'air, etc.), un modèle à 7 équations permet d'estimer la concentration atmosphérique en particules. Conçu pour l'air intérieur, le système a dû être adapté aux contraintes de la mesure en extérieur : protéger la surface de collecte contre la pluie, ne pas interférer dans le processus de déposition, permettre l'inclusion d'un enregistreur de température et d'humidité, être petit et facile à fixer n'importe où. Plusieurs formes de boîtier ont été testées en chambre afin de retenir celle qui interfère le moins dans la collecte des particules. Il s'agit d'un tube de diamètre 6 cm, d'une longueur de 10 cm, sur lequel est posée la plaque de déposition entourée d'un grillage de 3 cm de haut, surmonté d'un couvercle. Le tube accueille l'enregistreur de température et d'hygrométrie. Les autres paramètres météorologiques (vitesse et direction du vent, pluviométrie) du calcul des concentrations sont obtenus via un réseau privé de mesure météorologique¹. Une étude de calibrage, en chambre puis à l'extérieur, en comparant mesures passives et mesures actives (méthode de référence), a permis d'estimer un facteur empirique de correction pour la mesure passive (influence du boîtier). Enfin, une campagne de mesure de terrain consistait à placer 20 capteurs passifs dans la ville et sa banlieue, un à côté de chacune des 6 stations de mesures actives, le reste étant réparti de manière à représenter les zones résidentielles, les zones de fort trafic, les sites industriels et le bruit de fond extra-urbain. L'article présente les résultats des 3 premiers mois de mesure : septembre, octobre et décembre (une semaine par mois).

En comparaison avec un boîtier sans couvercle anti-pluie, le boîtier choisi recueille 60 à 80 % des particules selon la vitesse de déplacement d'air (respectivement à 1 et 0,3 m/s), ce qui est bien supérieur aux autres formes testées. Le facteur empirique de correction est de 1 pour les $PM < 1,63 \mu m$ et de $0,0027Re_p - 0,539$ pour les autres PM^2 . L'agrément entre les mesures actives et passives à l'extérieur est dans le pire des cas de $\pm 15 \mu g/m^3$. Il est meilleur pour les faibles concentrations ($\pm 5 \mu g/m^3$). Les résultats de la campagne de terrain sont

présentés graphiquement. Les mesures passives sont bien corrélées aux mesures du réseau de surveillance. Les profils des concentrations restent similaires d'un mois à l'autre.

Les valeurs de concentrations plus basses en décembre s'expliquent par un vent et une pluviométrie supérieurs. La plupart des résultats sur les 20 sites atteint ou dépasse le seuil de $50 \mu g/m^3$ en moyenne sur une semaine à l'exception du site témoin à l'est de la ville.

Le système de mesure passive des particules atmosphériques construit pour cette étude montre un bon agrément avec les résultats du réseau de mesure dynamique officiel implanté à Thessalonique. Les résultats démontrent que les hauts niveaux de particules ne sont pas uniquement observés près des sites industriels mais également dans le centre historique de la ville. Ils montrent également que les travaux de construction du métro sont clairement responsables des fortes concentrations de particules observées dans les rues concernées. Les enjeux sanitaires liés aux particules dans l'air sont une raison supplémentaire pour continuer la surveillance avec les capteurs passifs.

Commentaires et conclusion du lecteur

Le lien entre cette étude et l'environnement intérieur tient uniquement au fait que les auteurs utilisent des tubes à diffusion passive développés pour l'air intérieur. Cette étude aborde une problématique récurrente et d'intérêt majeur : la représentativité spatiale d'un réseau de surveillance de la qualité de l'air. Elle propose une solution rarement envisagée : la mesure des PM par capteur passif. Au niveau technique, les informations données sont très intéressantes et semblent de bonne qualité. On regrettera néanmoins l'absence de rigueur scientifique tant sur la forme que sur le fond concernant la validation des résultats obtenus. Aucun test statistique ne valide l'agrément entre mesures passives et mesures actives. On ne sait pas quelle est la fraction particulaire concernée par cet agrément « visuel » : PM_{10} , $PM_{2,5}$, $PM_{10-2,5}$? La discussion n'aborde pas les incertitudes de la méthode ni la comparaison avec d'autres études similaires. Les conclusions des auteurs sont sans rapport direct avec les objectifs de l'étude. En raison de ces faiblesses, il est difficile de se prononcer sur l'intérêt et sur la validité de cette méthode ailleurs qu'à Thessalonique. Elle reste néanmoins une alternative intéressante entre la mesure collective (surveillance de la qualité de l'air) et la mesure individuelle des expositions qui mériterait d'être testée dans les études épidémiologiques.

Source : M.J. Assael, D. Melas, K.E. Kakosimos. Monitoring Particulate Matter Concentrations with Passive Samplers: Application to the Greater Thessaloniki Area. *Water Air Soil Pollut* (2010) 211:395–408. DOI 10.1007/s11270-009-0308-1

Article analysé par : Vincent Nedellec, VNC, vincent.nedellec@vnc-sante.fr

¹ <http://www.meteorologia.gr/>

² Re_p = diamètre de la particule (m) * viscosité cinématique (m^2/s) * vitesse de friction (m/s)

Caractérisation / exposition dans les lieux de vie

Taux de renouvellement d'air dans 500 chambres d'enfants danois.

Connaître le taux de renouvellement d'air (TRA) dans un environnement clos, c'est avoir une idée de son potentiel d'accumulation de polluants provenant de sources intérieures. Plusieurs études ont associé un faible TRA à des effets sanitaires, ainsi qu'à un risque accru de problèmes de condensation, de moisissures et d'acariens.

La méthode la moins coûteuse se base sur l'analyse de la concentration de CO₂ d'origine métabolique directement généré par les occupants. C'est la méthode retenue par les auteurs pour caractériser le TRA nocturne (de 21h00 à 07h00) dans les chambres de deux populations d'enfants entre 3 et 5 ans de la ville d'Odense (troisième ville du Danemark) de mars à mai 2008. Le premier groupe comprend 200 enfants présentant des symptômes d'asthme et/ou d'allergie, le second compte 300 enfants choisis aléatoirement. Ces 500 logements couvrent des appartements, des maisons individuelles et des maisons mitoyennes de différents âges.

Les enregistrements ont été réalisés toutes les 5 min pendant un minimum de 2 jours et 2 nuits dans la chambre des enfants et à l'extérieur à l'aide de capteurs à infrarouge non dispersif. Les parents renseignaient le nombre d'occupants, leur taille et leur poids, le volume de la chambre ainsi que l'état d'ouverture des fenêtres et portes. Le TRA est alors calculé en ajustant la fonction de croissance, intégrant le taux de production de CO₂ déterminé à partir des éléments renseignés, aux concentrations mesurées.

Les niveaux moyens de CO₂ mesurés pendant la nuit (moyennes glissantes sur 20 min) étaient en valeur médiane de l'ordre de 1200 ppm dans les 500 logements dont 32 % présentaient des niveaux moyens inférieurs à 1000 ppm. Dans respectivement 23 % et 6 % des logements, le maximum dépassait 2000 et 3000 ppm. Les TRA calculés à partir de ces données suivent une loi log-normale avec une moyenne géométrique de 0,46 h⁻¹ sans différence entre les deux groupes d'enfants (écart-type géométrique de 2,09 et 2,13 respectivement). Plus le nombre d'occupants de la chambre augmente, plus le TRA en moyenne augmente, du fait que les fenêtres sont plus souvent ouvertes. Par contre, il ne varie pas selon la température extérieure (entre -0,1 et 21 °C). Dans 80 % des chambres, les fenêtres restaient fermées avec un TRA moyen de 0,41 h⁻¹. Pour 19 % des chambres, les fenêtres étaient entrouvertes avec un TRA moyen de 0,76 h⁻¹. Seuls 34 chambres (6,8 %) maintenaient à la fois fenêtres et portes fermées. Le TRA moyen n'était alors que de 0,24 h⁻¹.

Le calcul du TRA se base sur un modèle monozone, qui suppose que la concentration dans les pièces adjacentes est la même qu'à l'extérieur. De ce fait, la méthode utilisée fournit une estimation du TRA global incluant non seulement la part d'air neuf d'origine extérieure mais aussi l'apport des espaces adjacents. Afin d'estimer l'erreur commise, les auteurs ont comparé leurs résultats à ceux fournis par un modèle multi-zone (Contam) pour deux situations selon que la chambre des enfants communique directement ou indirectement avec celle

des parents. L'erreur réalisée sur le calcul du TRA global est en moyenne inférieure à 30 % (mais peut atteindre 120 %). L'écart relatif entre les valeurs calculées et le TRA extérieur réel reste en moyenne inférieur à 25 % lorsque la pièce adjacente à la chambre des enfants était inoccupée. Lorsque la concentration de CO₂ dans les pièces adjacentes est identique à celle de la chambre des enfants, alors le TRA global représente le TRA extérieur.

Les auteurs concluent que les logements sont insuffisamment ventilés. Seuls 43 % répondent à l'exigence d'un TRA minimum de 0,5 h⁻¹ dans les logements au Danemark. Aucune différence n'a été observée entre le TRA dans les chambres des enfants présentant des symptômes d'asthme et/ou d'allergie et dans celles des enfants témoins.

Commentaires et conclusion du lecteur

Cette étude d'envergure montre toute la difficulté de déterminer le taux de renouvellement d'air dans les environnements intérieurs. Toutefois, les simulations réalisées ont permis de déterminer l'erreur commise avec les hypothèses prises en compte, ce qui vient renforcer le poids de l'étude. On peut toutefois regretter que ces mesures ne représentent que la période printanière et ne couvrent pas les différentes saisons. Les données de l'étude restent néanmoins représentatives des niveaux retrouvés en France lors de la campagne nationale logements de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) qui couvre les différentes saisons entre 2003 et 2005. Ainsi, la moyenne glissante horaire des niveaux de CO₂ nocturne est de 1160 ppm dans la chambre des parents (n = 503 logements français), très proche de ce qui est retrouvé dans cette étude. De même, la moyenne géométrique du taux de renouvellement d'air nocturne est de 0,43 h⁻¹ (écart-type géométrique de 2,35 ; n = 450) estimée de la même façon en prenant également en compte des hypothèses de calcul. Les conditions de ventilation des chambres dans cette étude sont donc finalement très proches de celles rencontrées en France, ce qui caractérise sans doute des modes de construction proches mais aussi des comportements semblables.

Source : Bekö G, Lund T, Nors F, Toftum J, and Clausen G (2010), Ventilation rates in the bedrooms of 500 Danish children, *Building and Environment*, 45, 2289-2295.

Article analysé par : Olivier Ramalho, CSTB; Olivier.ramalho@cstb.fr

Caractérisation / exposition dans les lieux de vie

Régression quantile des concentrations de l'air intérieur en composés organiques volatiles.

La présente étude est dédiée à la compréhension de l'origine des concentrations en composés organiques volatiles (COV) rencontrés dans l'air intérieur de plusieurs appartements allemands. Elle est motivée par l'importance de fournir des estimations statistiques fiables pour la prévision des niveaux de COV liés aux différentes conditions de vie dans ces ambiances intérieures. Ainsi, les auteurs rappellent que les concentrations de COV ne suivent pas une distribution gaussienne et qu'une

analyse statistique adaptée doit être mise en œuvre pour éviter les effets des valeurs extrêmes souvent d'origines locales et qui peuvent conduire à des résultats trompeurs voire aberrants.

Pour cela, les auteurs emploient la méthode dite de « régression quantile » appliquée aux mesures de concentrations de 25 COV cibles relevées dans un peu plus de 600 appartements de Leipzig au cours des années 2004 et 2005 pendant une période minimale de 4 semaines. Les mesures qui concernent la salle de séjour et la chambre d'enfant sont accompagnées d'informations additionnelles nécessaires à la caractérisation de l'environnement intérieur (surface, revêtement, étage, présence de fumeurs). L'étude vise à évaluer la relation entre ces paramètres et les concentrations en COV. Dans un premier temps, l'obtention de données équilibrées par traitement statistique est expliquée afin de pouvoir procéder aux inter-comparaisons entre les différents appartements. Puis, divers paramètres (moyenne arithmétique, écart-type, médiane, quartiles et maximum) sont calculés pour chaque polluant. Plusieurs méthodes statistiques sont alors employées pour déterminer l'effet des divers paramètres sur les concentrations des COV cibles.

L'évaluation par les différentes méthodes statistiques, équilibrées ou non, a permis de dégager les tendances suivantes. Tout d'abord, la proximité du trafic urbain, la présence de parquet et de meubles récents ont montrés une élévation claire et considérable des COV directement issus de ces sources. Ensuite, l'effet de la ventilation a été indirectement mis en relief d'une part, par la variabilité en fonction de la saison (une ventilation plus importante en été impliquant une diminution des concentrations) et, de manière plus surprenante, par la présence de fumeurs qui selon les auteurs ont l'habitude de ventiler plus fréquemment leur lieu de vie et induisent ainsi une diminution notable des concentrations en COV. Dans une moindre mesure, l'effet de la rénovation, de l'humidité de l'ambiance et du niveau d'éducation des personnes a été relevé. Enfin, aucun effet n'a pu être clairement interprété concernant la localisation de l'appartement (étage), la surface au sol, la présence de moisissures et l'année au cours de laquelle les mesures ont été effectuées.

Cette étude contribue à l'élaboration de nouvelles méthodes pour l'évaluation intégrée des risques pour la santé qui permet l'analyse des conditions de la présence de concentrations élevées en COV dans les ambiances intérieures. La méthode développée dans cet article peut ainsi servir de base de réflexion sur les différents mécanismes qui peuvent déclencher l'augmentation des concentrations en COV dans les lieux de vie et ainsi permettre de focaliser les efforts de recherche sur les causes prépondérantes de pollution intérieure.

Commentaires et conclusion du lecteur

La présente étude a le mérite de procéder à une analyse multicritères des facteurs potentiellement responsables de la présence de concentrations élevées en COV et de ne pas se limiter aux simples valeurs moyennées de l'ensemble des mesures disponibles. Cependant, on regrettera que les coefficients de détermination des régressions soient très faibles. Ainsi, les effets des différents facteurs restent difficiles à séparer si bien que seules de faibles tendances sont détectées pour

quelques polluants cibles. De plus, les résultats de cette étude ne font que confirmer les connaissances actuelles sur l'effet des sources des COV (matériaux et activité des occupants) et de l'environnement (ventilation et pollution externe) sur les concentrations à l'intérieur des lieux de vie. On regrettera enfin que l'étude ne s'accompagne pas d'une analyse complémentaire visant à traiter les résultats par rapport aux effets sur la santé par comparaison avec les valeurs toxicologiques de référence par exemple.

Source : Schlink, Thiem et al. (2010) - Quantile regression of indoor air concentrations of volatile organic compounds (VOC). *Science of the Total Environment*. 408 (18): 3840-3851.
Article analysé par : Marc ABADIE, Laboratoire d'étude des phénomènes de transfert et de l'instantanéité : Agro-industrie et bâtiment - LEPTIAB, Université de La Rochelle ; marc.abadie@univ-lr.fr

Autres articles d'intérêt

Heroux, Clark et al. (2010) - Predictors of Indoor Air Concentrations in Smoking and Non-Smoking Residences. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 7 (8): 3080-3099.

Hazrati, Harrad et al. (2010) - Passive Air Sampling Survey of Polybrominated Diphenyl Ether in Private Cars: Implications for Sources and Human Exposure. *Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering*. 7 (2): 157-164.



Risques sanitaires

Produits chimiques à usage domestique et risques allergiques chez le jeune enfant (3 à 8 ans).

Le risque de l'exposition intérieure aux composés organiques volatils (COV) sur le développement de maladies allergiques chez l'enfant reste encore inconnu. Le facteur héréditaire ne peut à lui seul expliquer l'augmentation de la prévalence des maladies allergiques. La compilation des études épidémiologiques met en avant le rôle possible des produits chimiques issus, dans l'habitat, du bois aggloméré, des peintures, des produits de nettoyage sur la survenue de symptômes allergiques. Dans la présente étude, les auteurs évaluent le lien entre les concentrations intérieures de 8 classes de COV et le risque de maladies allergiques et de sensibilisation des immunoglobulines E (IgE) chez des enfants en Suède. Cette étude fait partie intégrante de l'étude « Humidité dans les bâtiments et santé » (DBH), de plus grande envergure, lancée en Suède en 2000. Cette étude cas-contrôle a retenu 198 enfants avec au moins 2 symptômes d'asthme, rhinite ou eczéma, observés dans l'année précédent l'envoi du questionnaire initial et 1,5 ans après, ainsi que 202 enfants sains (enfants de 2 à 8 ans).

Le statut médical des enfants a été déterminé à partir des questionnaires envoyés aux parents, d'un avis médical et de prélèvements sanguins qui ont été réalisés afin de tester la sensibilité des IgE vis-à-vis de 10 allergènes. Les mesures de concentration en COV dans l'habitat ont été réalisées sur des échantillons d'air et de particules prélevés dans les chambres des enfants. Les COV mesurés sont regroupés en 8 classes : hydrocarbures aromatiques, alcanes, acides organiques, aldéhydes, méthyl-alcanes, propylène glycol et éthers de glycol (PGE), diméthyl-alcanes et Texanol A+B. Dans chaque échantillon, les 50 composés avec les concentrations les plus élevées sont exprimés en Équivalent Toluène.

Dans les 381 maisons contrôlées (cas et contrôle), les hydrocarbures aromatiques sont les composés les plus représentés avec les concentrations moyennes les plus élevées. Seul le groupe des propylènes glycols et des éthers de glycols (PEGs) présente des concentrations moyennes significativement plus élevées dans la chambre des enfants « cas » que dans celle des enfants contrôlés. Une augmentation de la concentration des PEGs dans la gamme 3,43 - 15,65 µg/m³, est associée à un risque accru d'être atteint (asthme, rhinite et eczéma) et ce également après ajustement sur le sexe, la fumée de tabac environnementale, les antécédents familiaux, les produits chimiques de nettoyage, l'âge de construction du bâtiment, la présence de limonène ou de phtalates. En ce qui concerne la réaction de sensibilité des IgE, la moyenne des concentrations en PEGs dans les chambres est plus élevée chez les cas IgE + que chez les cas IgE - ; aucune relation n'a été mise en évidence dans les autres classes de composés.

En tenant compte des facteurs de confusion telles que la fréquence des opérations de nettoyage, la présence de limonène et de phtalates, les résultats sont similaires. Les auteurs concluent que dans l'échantillon d'enfants étudié, seule la classe des PEGs augmente significativement le risque des symptômes ou des maladies allergiques ainsi que la sensibilité des IgE. Les auteurs valident alors leurs résultats par un certain nombre d'observations permettant d'exclure des biais à l'étude comme la prise en compte des facteurs de confusion (la fréquence de nettoyage, des travaux récents de rénovation), l'effet de plusieurs composés et non du seul propylène glycol.

L'effet sur la santé des éthers de glycol et du propylène glycol est ensuite discuté en précisant que les mécanismes d'action toxique ne sont pas encore élucidés. Les auteurs mettent également en avant le rôle connu en tant que perturbateurs endocriniens des éthers de glycol.

Les limites de l'étude tiennent au fait en premier lieu que l'exposition au COV n'est pas connue, les prélèvements étant réalisés en une seule fois sur un temps court (60-90 min). La fréquence d'utilisation de lotion ou de produits cosmétiques sur la peau des enfants n'est également pas renseignée, cet usage pouvant être une source d'exposition aux PEGs.

Commentaires et conclusion du lecteur

L'étude est bien construite (fiabilité et robustesse de l'étude) avec de nombreux regards critiques dans l'article sur les biais possibles et la prise en compte de nombreux facteurs de confusion. Sur le plan analytique, l'étude correspond au consensus, bien qu'il n'existe pas de méthode normalisée pour des groupes de COV. Sur le plan de l'échantillonnage, un seul prélèvement de 60 à 90 min ne paraît pas représentatif des concentrations d'exposition. Sur le nombre de sujets inclus, en écartant les échantillons exclus, l'échantillon des cas atteints est réduit ce qui diminue la validité de l'interprétation statistique. Les auteurs ont néanmoins mis en avant le groupe du propylène glycol et des Éthers de glycol comme facteurs de risque d'apparition de maladies allergiques telles asthme, rhinite et eczéma.

Source : Common Household Chemicals and the Allergy Risks in Pre-School Age Children Hyunok Choi, Norbert Schmidbauer, Jan Sundell, Mikael Hasselgren, John Spengler, Carl-Gustaf Bornehag PLoS ONE, 2010, Vol 5, Issue 10, 1-10p
Article analysé par : Frédérique GRIMALDI, Faculté de Pharmacie, Marseille ; frederique.grimaldi@univmed.fr



Risques sanitaires

Émissions des peintures à l'eau et effets oculaires et nasaux chez des peintres professionnels.

L'utilisation des peintures en phase aqueuse (ou peintures à l'eau) s'est largement développée depuis les années 1970 au détriment des peintures en phase solvant du fait de leur plus faible dangerosité vis-à-vis de la santé et de plus faibles émissions de COV. Ces peintures riches en eau (60-80 %) contiennent néanmoins des pourcentages variables de solvants et d'autres produits (biocides, facteurs anticorrosion,...). Malgré les biocides, il existe des risques de croissance microbienne et donc potentiellement d'émission de COV microbiens (MCOV). Les travaux sur les risques sanitaires associés à ce type de peinture ont surtout porté sur les risques d'asthme. L'étude présentée s'est intéressée aux effets irritatifs et inflammatoires nasaux et oculaires chez des peintres d'intérieur travaillant avec des peintures à l'eau.

31 peintres non asthmatiques de 3 entreprises suédoises travaillant à temps plein ont été comparés à 20 concierges d'immeuble (non asthmatiques et n'ayant jamais été peintres). Les mesures cliniques et d'exposition ont été réalisées le même jour lors d'applications de peinture à l'eau (au pinceau ou au rouleau, plus rarement au pistolet), sachant que des travaux de peinture en phase solvant et de ponçage n'avaient pas été menés durant les 7 jours précédents. Les mesures cliniques réalisées ont été : temps de rupture du film lacrymal, rhinométrie acoustique, lavage nasal avec mesure de biomarqueurs (ECP (eosinophil cationic protein), MPO (myeloperoxidase) et lysozyme). Les symptômes oculaires et nasals sur les 7 derniers jours ont été recueillis par questionnaire administré par un médecin.

Les mesures d'exposition (COV, MCOV) ont été réalisées chez 17 des 31 peintres pendant 8 h à l'aide de capteurs personnels (prélèvements par aspiration sur cartouche absorbante, respectivement, XAD-7 et SKC226-95). L'identification des COV a été réalisée par chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse et par spectrométrie en mode de détection d'ions sélectionnés (SIM) pour les MCOV.

Les différences de caractéristiques entre les peintres et les concierges ont été analysées à l'aide des tests de Khi2 et t-test. Les relations entre COV et effets sanitaires ont été réalisées à l'aide des tests non paramétriques (corrélation de Kendall pour les variables continues et test de Mann-Whitney pour les variables catégorielles).

Les peintres et les concierges sont comparables sur leurs caractéristiques individuelles (tabac, symptômes respiratoires, etc.) excepté pour l'âge : les peintres étant en moyenne 6 ans plus jeunes.

Significativement plus de peintres que de concierges ont ressenti des symptômes oculaires la semaine avant l'étude (+25 %). Deux résultats sont significativement différents entre peintres et témoins : le temps de rupture lacrymal, en moyenne 15 secondes de moins chez les peintres et la concentration en lysozyme est augmentée. Chez les peintres, le temps de rupture lacrymal diminue significativement avec le nombre d'heures par semaine en présence de peinture à l'eau, l'ancienneté et l'âge.

La concentration en lysozyme augmente elle aussi significativement avec l'ancienneté.

Les concentrations totales en COV sont faibles par rapport aux limites permises en Suède. Les plus présents sont le propylène glycol (PG), des diglycol éthers (DEGEE, DEGBE) et le Texanol (tableau 1).

Tableau 1 : Concentrations moyennes d'exposition aux butanols, éthers de glycol, Texanol et TXIB chez les peintres d'intérieur (n=17).

	AM (µg/m³)	GM (GSD) (µg/m³)	Min-Max (µg/m³)
n-butanol	35	24 (2,4)	9-147
iso-butanol	56	34 (2,5)	10-293
PG	2038	899 (4,3)	66-7620
DEGEE	458	54 (23,0)	<2-2100
DEGBE	145	40 (9,81)	<2-546
Texanol	404	101 (9,4)	<2-1880
TXIB	7	6 (1,8)	2-14

AM : moyenne arithmétique ; GM : moyenne géométrique ; GSD : déviation standard géométrique

Des COV ne sont retrouvés que dans certains des 17 échantillons (ex : DEGME, DPGME, 2-phenoxyéthanol, DEGBE-Ac etc.). Les concentrations en MCOV sont présentées dans le tableau 2. Les concentrations en 1-Octen-3-ol sont significativement corrélées à celles correspondant à la somme des éthers de glycol.

Tableau 2 : Exposition des peintres d'intérieur au COV potentiellement d'origine microbienne.

	AM (ng/m³)	Médiane (IQR) (ng/m³)	Min-Max (ng/m³)
3-méthylfurane	56	27 (17-32)	11-460
Diméthyldisulfide	16	14 (10-22)	<1-56
2-Hexanone	1,37	280 (160-2,905)	110-5,380
2-Heptanone	288	220 (88-630)	110-5,380
1-Octen-3-ol	1,362	600 (255-1,220)	220-8,040
3-Octanone	2	<1 (<1-<1)	0-29
Éthyl-2-méthylbutyrate	11	10 (1-18)	<1-33
2-pentylfurane	1,386	400 (180-690)	160-7,400
Isobutylacétate	402	350 (225-560)	130-850
2-pentanol	345	340 (77-450)	35-1,120
Ethylisobutyrate	164	<1 (<1-340)	<1-780
Total MVOCa	3,4	2,58 (1,490-4,865)	560-12,300

Des corrélations significatives sont observées entre : la somme des éthers de glycols et MPO, 1-Octen-3-ol et MPO, propylène glycol et ECP et 2-phenoxyéthanol et rupture du film lacrymal.

Selon les auteurs, les peintres d'intérieur présentent des risques au niveau des muqueuses oculaires et nasales avec diminution

du temps de rupture lacrymal et inflammation nasale. L'exposition à des composés issus des peintures à l'eau pourrait être responsable de ces effets, les MCOV pourraient par ailleurs contribuer à cette inflammation.

Dans leur discussion, ils soulignent l'intérêt du lysozyme en tant que marqueur des effets des polluants de l'air intérieur. Concernant l'exposition, ils précisent qu'ils mettent en évidence une exposition des peintres aux MCOV.

Par ailleurs, leurs résultats suggèrent des effets sanitaires chroniques pour le temps de rupture lacrymal et inflammatoire, du fait de leur association avec l'ancienneté dans la profession. Cependant, l'âge et l'ancienneté étant étroitement liés (les peintres commençant leur carrière très tôt), cela pourrait résulter aussi d'un effet de l'âge.

Commentaires et conclusion du lecteur

Cette étude, menée avec des effectifs limités, a l'intérêt de pointer le fait que l'utilisation des peintures à l'eau n'est pas sans risque. Bien que réalisée en milieu professionnel, elle est intéressante pour la population générale : celle exposée à des peintures récemment appliquées (on pense particulièrement aux enfants et femmes enceintes) et celle des bricoleurs (si les mêmes produits sont disponibles pour le grand public).

Elle documente à la fois les expositions potentielles (COV et MCOV), et les risques sanitaires nasals et oculaires (sachant quand même que les effets mesurés chez les professionnels pourraient être liés à leur ancienneté dans la profession). On note cependant que les examens ont eu lieu au bout de 1 à 6 heures de travail, et non systématiquement en fin de journée comme classiquement dans ce type d'étude, de même le jour de la semaine n'est pas précisé. Une autre limite tient au design transversal de l'étude, avec possibilité que des employés aient quitté leur emploi du fait des troubles. Les résultats des liens entre effets sanitaires et concentrations en polluant sont issus de simples études de corrélation (les coefficients étant plutôt faibles, < 0,5), et aucune analyse multivariée n'a été réalisée.

Peu de données existent sur les liens entre santé et MCOV ; on peut remarquer que le 1-Octen-3-ol étant corrélé aux éthers de glycol, son lien avec les effets sanitaires reste à confirmer.

Les mesures d'exposition sont elles intéressantes, ce type de données est plutôt rare ; celles-ci traitent notamment des éthers de glycols. Parmi les éthers de glycol détectés ici, seul le DEGME est classé toxique par l'Union européenne (soit, toxique pour la reproduction de catégorie 3). Il a été détecté dans 5 des 17 échantillons avec une concentration maximale de 2,68 mg/m³. Le DEGEE, présent dans tous les échantillons, n'a pas été classé mais son classement est actuellement discuté par l'Union européenne (max=2,1 mg/m³). Le DEGBE est lui classé comme irritant.

Source : Ocular symptoms, tear film stability, nasal potency, and biomarkers in nasal lavage in indoor painters in relation to emissions from water-based paint. Wieslander G. and Norbäck D. Int Arch Occup Environ Health (2010) 83 : 733-741.

Article analysé par : Marie-Thérèse Guillam , SEPIA-Santé ;
mtguillam_sepia@orange.fr



Risques sanitaires

Exposition aux phtalates : associations avec la fonction thyroïdienne, le facteur de croissance analogue à l'insuline et la croissance.

Les phtalates sont des produits chimiques largement utilisés qui ont été étudiés surtout pour leurs effets reprotoxiques. Des travaux antérieurs ont montré des liens entre certains métabolites urinaires de phtalates et la fonction thyroïdienne chez les hommes adultes et les femmes enceintes. Dans la mesure où l'exposition des enfants rapportés au poids corporel est sans doute plus élevée que celle des adultes, ce travail a été réalisé afin d'évaluer les concentrations des métabolites de phtalates dans des échantillons d'urine d'enfants danois et d'étudier leurs relations avec la fonction thyroïdienne, le facteur de croissance analogue à l'insuline et d'autres indicateurs de croissance.

Une cohorte avait inclus 1953 femmes enceintes dans 3 hôpitaux danois, les enfants étant examinés à plusieurs occasions : naissance, 3, 18 et 36 mois. Parmi les 902 ayant accepté le suivi au-delà de 3 ans, les concentrations urinaires de 12 métabolites de phtalates et les concentrations sanguines de TSH, des hormones thyroïdiennes (T3, T4) et du facteur IGF-I^β ont été mesurées chez 845 enfants de 4 à 9 ans. En plus du recueil d'urines (comprenant également le statut en iode et la mesure de la créatinine) et de sang, ont été collectés : taille, poids, signes de puberté, examen par ultrason de la thyroïde et un questionnaire parental sur la santé et les habitudes de vie. Ont été exclus des analyses les enfants pubères et ceux souffrant de maladies affectant la croissance et les glandes endocrines (n=26).

Les données anthropométriques ont été standardisées sur des données de référence nationale et les analyses ont porté sur le logarithme des concentrations de phtalates, TSH, IGF-I et taille de la thyroïde. Les analyses ont porté uniquement sur les métabolites urinaires de phtalates présents chez au moins 50 % des enfants, soit DEP (diethyl phtalate), DBP (di-n-butyl phtalate), DEHP (di(2ethylhexy) phtalate) et DiNP (diisononyl phtalate). Les relations entre l'ensemble des variables ont été analysées à l'aide de corrélations et t-tests, puis des analyses multivariées ont testé les relations des concentrations urinaires de phtalates, avec les hormones thyroïdiennes ajustées sur âge et sexe d'une part, et avec les indicateurs de croissance, ajustées sur âge, sexe, taille à la naissance et moyenne de la taille des deux parents. Toutes ces analyses ont été effectuées avec et sans correction par la créatinine urinaire.

Des métabolites de phtalates ont été détectés dans tous les échantillons urinaires ; parmi eux, le MBP (phtalate monobutyle) était celui présent aux plus fortes concentrations. La plupart de métabolites des phtalates sont négativement associés avec la taille, le poids, la surface corporelle et le gain de poids dans les deux sexes et à l'âge (après correction pour la créatinine).

Les métabolites de phtalates sont liés négativement aux niveaux sanguins de T3 libre et totale, de façon significative uniquement chez les filles. Les métabolites du DEHP et DiNP sont négativement associés au facteur IGF-I chez les garçons.

Le plus souvent, ces associations diminuent voire disparaissent après correction sur la créatinine. Aucune relation n'est trouvée avec TSH, T4 et le volume de la thyroïde.

Tableau 1 : Associations entre phtalates, T3 libre et totale et IGF-1 chez les enfants danois pré-puberts : résultats des modèles de régression linéaire (ajustés sur l'âge et le sexe)

	Analyse sommaire						Analyse corrigée sur la créatinine					
	Tous		Garçons		Filles		Tous		Garçons		Filles	
	B	p-Value	B	p-Value	B	p-Value	B	p-Value	B	p-Value	B	p-Value
T3 Tot												
MEP	-0,06	0,015*	-0,01	0,829	-0,12	0,001*	-0,02	0,605	0,05	0,262	-0,11	0,026*
MBP	-0,09	0,005*	-0,06	0,143	-0,14	0,007*	-0,01	0,873	-0,01	0,875	-0,02	0,780
MBzP	-0,05	0,016*	-0,04	0,150	-0,06	0,041*	-0,03	0,266	-0,03	0,412	-0,03	0,436
MCIOP	-0,07	0,017*	-0,07	0,060	-0,06	0,142	-0,01	0,837	-0,04	0,347	0,06	0,345
SDEHP	-0,04	0,170	0,00	0,950	-0,10	0,022*	0,06	0,153	0,09	0,082	0,00	0,965
Phtalates totaux	-0,01	0,018*	0,00	0,518	-0,01	0,003*	0,00	0,769	0,00	0,630	0,00	0,773
T3 libre												
MEP	-0,13	0,013*	-0,08	0,253	-0,18	0,013*	0,00	0,986	0,10	0,310	-0,14	0,179
MBP	-0,21	0,002*	-0,26	0,004*	-0,15	0,141	0,03	0,785	-0,09	0,517	0,15	0,325
MBzP	-0,08	0,032*	-0,08	0,137	-0,09	0,120	-0,02	0,710	-0,01	0,883	-0,03	0,643
MCIOP	-0,18	0,002*	-0,21	0,005*	-0,12	0,144	-0,04	0,580	-0,09	0,300	0,06	0,648
SDEHP	-0,15	0,011*	-0,13	0,107	-0,19	0,030*	0,04	0,626	0,08	0,460	-0,05	0,689
Phtalates totaux	-0,01	0,006*	-0,01	0,061	-0,02	0,038*	0,00	0,562	0,00	0,844	0,00	0,662
IGF-I												
MEP	-0,01	0,213	-0,01	0,479	-0,02	0,292	-0,01	0,559	0,00	0,921	-0,02	0,309
MBP	-0,01	0,671	-0,01	0,536	0,00	0,961	0,02	0,336	0,02	0,574	0,03	0,427
MBzP	-0,01	0,383	-0,02	0,170	0,00	0,796	0,00	0,737	-0,01	0,321	0,01	0,510
MCIOP	-0,04	0,003*	-0,04	0,006*	-0,03	0,153	-0,04	0,006*	-0,05	0,020*	-0,04	0,137
SDEHP	-0,03	0,014*	-0,05	0,002*	0,00	0,816	-0,04	0,034*	-0,07	0,003*	0,01	0,798
Phtalates totaux	0,00	0,027*	0,00	0,011*	0,00	0,639	0,00	0,307	0,00	0,106	0,00	0,769

Des analyses de sensibilité ont été menées : après exclusion des urines diluées, exclusion d'enfants prématurés, de petit poids de naissance, malades ou avec les plus fortes concentrations urinaires en métabolites de phtalates, les relations vont dans le même sens d'après les auteurs (résultats non présentés). Enfin, la modification par le sexe des relations observées est non significative.

Les auteurs discutent de la cohérence des concentrations mises en évidence par rapport aux autres données disponibles, à l'exception des concentrations de MEP plus faibles et de MBP plus importantes que dans d'autres pays. Les associations négatives entre les concentrations urinaires de phtalates et les hormones thyroïdiennes ont déjà été mises en évidence chez les adultes. La relation avec le facteur IGF-I témoigne de mécanismes d'action complexes qui peuvent peut-être expliquer les différences observées par sexe. La relation négative observée entre la présence de métabolites de phtalates et les paramètres anthropométriques va dans le même sens que certaines études animales. Les auteurs signalent que du fait de la multiplicité des tests, ils s'en tiennent à la cohérence de l'ensemble des résultats et non aux résultats individuels. Ils discutent également de la limite que constitue un prélèvement unique d'urine au lieu d'un recueil sur 24 heures de celles-ci, la correction par gramme de créatinine pouvant être insuffisante chez les enfants. Malgré les limites invoquées, les auteurs concluent que bien que l'étude ne soit pas en mesure de révéler les mécanismes d'action, la cohérence des associations négatives entre les phtalates urinaires et la thyroïde et les

paramètres de croissance suggère un rôle causal négatif des phtalates sur la santé des enfants.

Commentaires et conclusion du lecteur

Cette étude danoise est intéressante car elle semble être la première étude cherchant à mettre en évidence des liens entre l'exposition aux phtalates des enfants, la fonction thyroïdienne et un déficit de croissance.

Les limites de cette étude soulignées par les auteurs et le fait que les mesures des métabolites de phtalates, d'hormones thyroïdiennes et du facteur de croissance IGF-I n'ont été réalisées qu'en une seule occasion chez des enfants âgés de 4 à 9 ans, ne permet pas d'être totalement confiant vis-à-vis des résultats observés. Il est dommage dans le cadre d'une étude de cohorte que plusieurs prélèvements au cours des années n'aient pu être réalisés. D'autres travaux pour tester cette hypothèse apparaissent nécessaires.

Source : Childhood exposure to phthalates: associations with thyroid function, insulin-like growth factor I, and growth. Boas M., frederiksen H, Fedt-Rasmussen U, et al. Environ Health Perspect (2010) 118 : 1458-1464.

Article analysé par : Claire Ségala , SEPIA-Santé; csegala_sepia@orange.fr

³IGF-1 : insulin-like growth factor 1



Risques sanitaires

Une revue critique des sources et des expositions au naphtalène pertinentes dans l'air intérieur et extérieur.

Depuis une étude récente du NTP (2000) ayant montré la cancérogénicité du naphtalène chez le rat (cancer du nez) l'attention se reporte sur cet hydrocarbure aromatique polycyclique (HAP) semi volatil pratiquement ubiquitaire dans l'air intérieur et extérieur. Cet article passe en revue la littérature sur les sources et les concentrations dans l'air de naphtalène. L'objectif est d'estimer les niveaux de fond pour l'évaluation des risques et connaître les déterminants de l'exposition, pour aider à l'élaboration de politiques et de règlements visant à réduire les expositions au naphtalène.

Les articles, rapports, thèses etc. publiés depuis 1990, on été recherchés dans 5 bases de données⁴ et dans les archives de trois sociétés internationales majeures s'intéressant aux expositions humaines⁵. Les résultats exprimés en ppb sont convertis au moyen de la relation : $1 \text{ ppb} = 5,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. L'indicateur de tendance centrale retenu est la médiane. Lorsqu'elle n'est pas donnée, elle est estimée égale à la moyenne géométrique, laquelle est dérivée, si besoin, au moyen de la formule : $GM = AM\sqrt{1+CV^2}$ (CV = coefficient de variation, AM = moyenne arithmétique). Sont exclues les études dans les logements de fumeurs ou en zone rurale.

Près de 150 études sur les émissions ou rapportant des concentrations dans l'air intérieur, extérieur et personnel ont été identifiées. Bien que le naphtalène soit à la fois un composé organique semi-volatile et un HAP⁶, les concentrations et les

expositions sont mal caractérisées en comparaison à d'autres polluants. La première source intérieure est la combustion (feu ouvert, tabagisme, encens). Viennent ensuite les boules anti-mite et la présence d'un garage attenant au logement (évaporation des carburants : l'essence contient environ 0,18 % de naphtalène et le diesel environ 0,26 %). Parmi les 150 publications, 21 études correspondent aux critères de sélections (USA, Canada, Europe), les concentrations médianes varient de 0,18 à 1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dans les logements non-fumeur (max = 144 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et de 0,02 à 0,31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à l'extérieur dans les zones urbaines. Mesurées uniquement dans trois études européennes, les expositions personnelles sont comparables aux concentrations dans les logements, confirmant le rôle dominant de l'air intérieur pour l'exposition au naphtalène. Alors que les médianes se situent bien en dessous des effets aigus sur la santé, plusieurs études ont signalé des concentrations maximales supérieures à 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Si l'on utilise l'ERU de l'USEPA⁷ de $1 \cdot 10^{-4} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ l'estimation des risques de cancer se situe autour de 10^{-4} faisant du naphtalène un porteur d'enjeux sanitaires majeurs de l'air intérieur. Néanmoins, la plupart des résultats restent en dessous de la valeur toxicologique de référence non cancérigène respiratoire chronique (hyperplasie et métaplasie des épithéliums respiratoire et olfactif respectivement) de l'USEPA à 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Plusieurs facteurs influencent les concentrations intérieures, mais les études disponibles n'ont pas réussi à quantifier leur importance. Le nombre de mesures est généralement faible (10 à 100) et insuffisant pour capter l'étendue des concentrations possibles. En comparaison à des travaux récents des auteurs (non publiés) les valeurs maximales seraient sous estimées. Il n'y a pas de méthode standardisée aux USA pour la mesure du naphtalène. Les études ne discutent pas la validité et la qualité des mesures effectuées (contamination, reproductibilité et limite de détection). La mesure standardisée des HAP en phase vapeur utilise un fort volume d'air aspiré (255 L/min) sur une mousse au polyuréthane. Elle n'est pas recommandée pour le naphtalène en raison d'un faible taux de récupération, de stockage et un fort taux de fuite. Par ailleurs, les tubes Radiolo et OVM n'ont pas été configurés pour la mesure du naphtalène. Enfin, à cause de concentrations allant de 1 à 2 ordres de grandeur au-dessus des autres HAP, le naphtalène est souvent exclu des analyses. Des études plus approfondies sont donc nécessaires pour mieux caractériser les sources de naphtalène et les expositions, en particulier pour les mesures à l'intérieur et personnelles.

Commentaires et conclusion du lecteur

Cette étude fait le point des connaissances sur les expositions au naphtalène intérieur et extérieur ainsi que sur les sources d'émissions et les autres facteurs ayant une influence sur les concentrations. Nous avons concentré notre attention sur l'air intérieur. Les informations présentées attirent l'attention sur ce polluant dont l'importance sanitaire pourrait bien avoir été sous-estimée jusqu'à présent notamment en France où nous n'avons pas de données. L'OMS⁸ en 2010 donne une valeur guide de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ identique à celle proposée par l'Afsset en 2009⁹. Si les résultats des études chez l'animal étaient confirmés pour l'homme, alors la valeur guide correspondrait à un excès de risques de cancer de l'épithélium nasal de 10^{-3}

pour une exposition vie entière et un ratio de danger de 3,3 pour l'hyperplasie et la métaplasie des épithéliums respiratoire et olfactif. L'US-EPA¹⁰ a classé le naphthalène comme traceur du risque de cancer dans l'air ambiant, c'est-à-dire qu'il produit un excès de risques supérieur à 10⁻⁵. Au Michigan, il est classé comme 2^{ème} polluant le plus préoccupant pour l'air intérieur. De même, l'étude sur la hiérarchisation des polluants de l'air intérieur¹¹ avait attiré l'attention sur le naphthalène qui n'était pas identifié par l'OQAI comme polluant d'intérêt pour l'air intérieur. Il semble donc nécessaire de mieux connaître la situation en France vis à vis du naphthalène dans l'environnement intérieur même si ce composé est désormais interdit d'usage comme biocide. Il faudra également procéder à une révision de la valeur guide de l'ANSES lorsque l'ERU de l'US-EPA sera définitif (2011-2012).

Source : Jia and Batterman (2010) - A Critical Review of Naphthalene Sources and Exposures Relevant to Indoor and Outdoor Air. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 7 (7): 2903-2939.

Article analysé par : Nedellec Vincent, VNC, vincent.nedellec@vnc-sante.fr

⁴Science citation index expanded, Conference proceedings citation index, ScienceDirect, Medline, ProQuest.

⁵Air and Waste Management Association, Indoor Air, International Society of Exposure Science.

⁶hydrocarbure aromatique polycyclique

⁷Version provisoire de l'actualisation du profil toxicologique du naphthalène : <http://cfpub.epa.gov/ncea/cfm/recordisplay.cfm?deid=84403>.

Soumis à commentaires publics depuis 2004, version finale sous IRIS prévu au milieu de l'année 2011

⁸WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. World Health Organization regional office for Europe: 2010;484p. Available online: http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0009/128169/e94535.pdf (consulté le 12 avril 2011).

⁹AFSSET. Valeurs guides de qualité d'air intérieur. Le naphthalène. Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail : 2009; 83p. Disponible à : http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/268386155410564858309119060234/VGAI_naphtalene_afsset_2009.pdf (consulté le 12 avril 2011).

¹⁰US EPA. Summary of Results for the 2002 National-Scale Assessment. Available online: <http://www.epa.gov/ttn/atw/nata2002/risksum.html> (consulté le 12 avril 2011)

¹¹Mosqueron L., Nedellec V., Blanchard O., Cabanes P-A., Cochet C, Deblay F., Derbez M., Dor F., Gauvin S., Golliot F., Kirschner S., Lieuter-Colas F., Pasquier N. Hiérarchisation sanitaires des paramètres mesurées dans les bâtiments par l'Observatoire de la Qualité de l'air Intérieur. VNC pour OQAI Novembre 2002; 98p. disponible sur Internet : http://www.air-interieur.org/userdata/documents/Document_14.pdf



Risques sanitaires

Relations entre les concentrations en Polybromodiphényléthers (PBDEs) dans les poussières de maison et dans le sérum.

Les Polybromodiphényléthers (PBDEs) sont des retardateurs de flamme contenus dans de nombreux produits de consommation (mobilier, appareils électroniques...). Les formulations commerciales sont des mélanges des penta, octa et deca-BDEs. En 2004, les penta et octa ont été interdits en Europe, et leur production a cessé aux États-Unis.

Le BDE 209 (deca BDE au sens strict et congénère majoritaire

de la formulation commerciale deca) verra certainement ses productions et imports baisser pour la plupart des usages aux États-Unis en 2012. Les expositions vont cependant perdurer du fait de l'émission par les produits en place et de leur persistance dans l'environnement. Additifs non chimiquement liés aux produits, ils sont en effet retrouvés dans l'air et les poussières intérieurs. Les expositions se font par inhalation, ingestion, et contact. L'ingestion comprend le régime alimentaire (surtout viande et produits laitiers) mais aussi les poussières de maison, notamment en Amérique du Nord. Les PBDEs sont des perturbateurs endocriniens chez l'animal. Le peu d'études disponibles chez l'homme rapporte des associations entre l'exposition (notamment évaluée par la concentration de PBDE en poussière de maison) et des niveaux d'hormone. L'objectif de cette étude est de tester une relation entre les concentrations en PBDEs dans les poussières de maison et dans le sérum. L'intérêt est d'identifier la poussière comme source d'exposition et de valider son utilisation comme indicateur d'exposition dans les études épidémiologiques.

Les participants (n=24) sont des couples (n=12) traités pour infertilité (masculine, féminine ou les deux). 5 mL de sérum ont été collectés et analysés par chromatographie en phase gazeuse selon une méthode décrite dans un autre article. Les poussières de maisons de ces couples ont été collectées au même moment, dans des sacs aspirateurs, puis conditionnées en sacs plastiques, conservées à -20 °C, tamisées à 150 µm, puis analysées par chromatographie en phase gazeuse selon une méthode décrite dans un autre article. Des poussières (n=50 en tout, y compris les domiciles des couples) ont également été collectées dans d'autres maisons. Les descripteurs statistiques des concentrations ont été calculés pour les congénères avec au moins 50 % de détection. La moitié de la limite de détection (LD) a été utilisée en guise de concentration pour les non détectés. Les associations ont été évaluées par les coefficients de corrélation de Spearman.

Concernant les poussières, les concentrations sont similaires entre celles prélevées chez les couples étudiés (n=12) et les autres. Le BDE 209, prédominant dans les formulations commerciales deca, est le PBDE majoritaire en masse (43 %) ; les BDE 47 et 99 en représentent respectivement 16 et 22 %. Dans le sérum, le BDE 209 n'a été mesuré au-delà de sa LD -la plus élevée des BDE mesurés- que dans 2 sérums sur 24. Beaucoup d'autres composés ont été détectés dans moins de 30 % des échantillons. Les plus fréquemment détectés (28, 47, 99, 100 et 153) sont présents dans la formulation penta et leurs concentrations sont corrélées entre elles (sauf celle du 153, présent aussi dans la formulation octa). Il y avait, à part pour le 153, une forte corrélation (r=0,35-0,89, p<0,05) entre les concentrations dans les poussières et dans les sérums pour les plus fréquemment détectés (47, 99 et 100). Il y avait une forte corrélation entre plusieurs congénères mesurés dans la poussière et des congénères d'un moindre degré de bromination mesurés dans le sérum. Par exemple, la concentration en BDE 100 dans les poussières est corrélée (r=0,79 ; p= 0,002) avec celle dans le sérum. Il y avait une forte corrélation entre les

concentrations sériques au sein d'un couple, pour la somme des penta (47, 99, 100) mais pas le 153.

Les concentrations observées sont semblables à celles d'autres études Nord-Américaines. Les corrélations observées suggèrent que la poussière est un bon indicateur d'exposition pour les congénères 47, 99 et 100. La faible détection du 209 dans le sérum peut être due à sa LD mais aussi à une débromination dans l'organisme. Les associations observées ici contrastent avec d'autres données européennes, mais pour lesquelles les concentrations en PBDE dans les poussières sont moins élevées.

Commentaires et conclusion du lecteur

Cette étude semble la première à observer aux États-Unis un lien entre poussière et sérum pour certains BDEs. Sa force est le nombre de congénères étudié. Ses limites sont le recrutement des couples (effectif et problèmes de fertilité) et le grand nombre de résultats inférieurs aux LD. Pour la poussière, on peut discuter que compte tenu du faible effectif, les auteurs n'aient pas privilégié une aspiration spécifique des poussières dans les lieux de vie les plus fréquentés plutôt que d'utiliser l'aspirateur familial. L'inconvénient est de ne pas se mettre dans les meilleures conditions pour déceler une association avec le sérum (1^{er} objectif). L'avantage est de tester ce mode de collecte, plus adapté aux études épidémiologiques (2^e objectif), de plus grande ampleur. Dans la discussion, les auteurs avancent que la courte demi vie du BDE 209 dans le sérum serait en faveur d'une mesure dans la poussière ; comme l'association n'a pu être observée ici faute de détection suffisante, cela mériterait d'être objectivé. De manière plus générale, ces observations mériteraient d'être confirmées par d'autres, sur d'avantage de personnes et avec des LD plus faibles, surtout dans le sérum.

Source : Johnson PI, Stapleton HM, Sjodin A, Meeker JD. Relationships between polybrominated diphenyl ether concentrations in house dust and serum. Environ Sci Technol 2010 Jul 15;44(14):5627-32.
Article analysé par : Philippe Glorennec, École des Hautes Études en Santé Publique, Institut de Recherche sur la Santé, l'Environnement et le Travail-Inserm U625. Philippe.Glorennec@ehesp.fr



Risques sanitaires

Activités de loisir des enfants en France dans des lieux clos : données de budget espace temps (BET) pour l'évaluation des risques de l'air intérieur.

L'évaluation des risques sanitaires des contaminants des environnements intérieurs nécessite de connaître le temps passé par la population, et notamment les plus fragiles comme les enfants, dans ces environnements. En moyenne, 22 heures sur 24 sont passées dans des lieux clos : domiciles, écoles, lieux de travail, transports etc... Un rapport de l'observatoire de la qualité de l'air intérieur a montré que peu d'études sont disponibles sur le BET des enfants et qu'aucune ne s'est intéressée aux lieux de loisirs.

L'échantillonnage a été réalisé en fonction de la taille de la ville et de la zone géographique. Il concernait des familles de France métropolitaine ayant au moins un enfant de moins de 18 ans. 22 876 numéros de téléphone ont été collectés pour un échantillon final prévu de 3 000 familles. Les renseignements étaient notés pour un seul enfant du foyer : parent isolé/couple, profession des parents, nombre d'enfants ; sexe, âge, niveau de scolarité. La fréquentation des différents lieux de loisir était renseignée pour la dernière semaine scolaire et la dernière semaine de vacances ; centre de soins, piscine et patinoire couvertes, gymnase, centre culturel, cinéma/théâtre, salle de jeux, bowling, bar/restaurant et boîte de nuit. Le temps moyen passé dans chaque lieu pendant une semaine en automne/hiver a été estimé pour tous les enfants puis par niveau scolaire. L'impact de différents facteurs (sexe, localisation géographique, taille de la ville, csp, famille mono-parentale ou non, parent actif ou non, nombre d'enfants) a été analysé par régression logistique.

2 723 questionnaires ont été analysés. Les foyers sont comparables à la population française en termes de type de famille, du nombre d'enfants par foyer et de leur distribution par âge. Il y a un peu plus de filles que de garçons (50,8 % contre 49,2 %).

Les crèches sont un peu plus fréquentées par les enfants scolarisés en école maternelle (avant ou après l'école) que par les enfants plus jeunes, mais ils y passent, évidemment, moins de temps (27,2 % ; 39 min/j contre 22,3 % ; 191 min/j).

Les gymnases sont les lieux de loisir les plus fréquentés, pendant ou hors du temps scolaire (52,3 %) et où l'on passe le plus de temps (en moyenne 19 min/j). Les activités y sont très variées : gymnastique, sports collectifs, judo ; peu d'études ont étudié la qualité de l'air des gymnases. Celle-ci paraît généralement liée à la pollution de l'air extérieur, aux équipements intérieurs et aux matériaux du bâtiment. Le pourcentage d'enfants fréquentant une piscine couverte est de 25,4 % (12 min/j). Il est significativement plus élevé pour les enfants des écoles primaires (42,1 %), dont la piscine est souvent obligatoire.

La qualité de l'air dans les piscines est mieux connue ainsi que son impact sur la sphère respiratoire et ce d'autant plus que les enfants sont jeunes. En France, 5,8 % des enfants de moins de 3 ans vont à la piscine, contre 13 % dans une étude en Belgique et 30 % en Allemagne. Seuls 5,6 % des enfants vont à la patinoire.

Le deuxième lieu le plus fréquenté par les enfants sont les bars/restaurants (46,5 % ; 9 min/j), puis les cinémas/théâtres (42,2 % ; 10 min/j)). Les enfants de moins de 3 ans, vont significativement plus dans les bars et restaurants (ils accompagnent leurs parents) et les lycéens plus au cinéma. Les autres lieux de loisir sont moins fréquentés (< 15 %), mais l'étude par classe d'âge montre que ce n'est parfois pas négligeable ; 81,6 % des plus de 16 ans vont en boîte de nuit et y passent en moyenne près de 20 min/j.

Peu de différences ont été mises en évidence entre les filles et les garçons. Les facteurs socio-économiques et géographiques interviennent davantage.

Cette étude est la première à fournir des données détaillées sur la fréquentation et le temps passé dans les différents lieux de loisir intérieurs par les enfants français. Les lieux intérieurs les plus fréquentés sont les gymnases, or ce sont aussi un des lieux les moins étudiés.

Commentaires et conclusion du lecteur

Cette étude bien construite avec un échantillon représentatif d'enfants français apporte des informations essentielles pour connaître l'impact de la qualité de l'air intérieur sur la santé des enfants, en dehors de leur logement ou des écoles étudiés par ailleurs. La qualité des données recueillies par enquête téléphonique pourrait être plus discutée, mais les avantages de ce type d'étude sont évidents : délai de réalisation et coût plus raisonnables qu'avec des entretiens en vis-à-vis. L'intérêt de l'article est aussi l'état de l'art réalisé sur la qualité de l'air intérieur des différents lieux de loisir et de leur fréquentation par des enfants. Un manque de connaissance flagrant sur les gymnases est ainsi mis en évidence. De même, les bars/ restaurants ou boîtes de nuit, très étudiés il y a quelques années du fait de la fumée de cigarette, mériteraient de nouvelles études suite à l'interdiction du tabac en 2008.

Source : Children's Indoor Leisure Activities in France : Time Budget Data for Indoor Air Risk Assessment, M-T Guillam, N Thomas, V Nedelec et al, Hum. Ecol. Risk Assess. Vol.16, N0.5, 2010, 977-988

Article analysé par : Hélène DESQUEYROUX, ADEME;
helene.desqueyroux@ademe.fr

Autres articles d'intérêt :

Kang, Choi et al. (2010) - Effect of bake-out on reducing VOC emissions and concentrations in a residential housing unit with a radiant floor heating system. Building and Environment. 45 (8): 1816-1825.

Lu, Yoshino et al. (2010) - A Study on Ventilation Systems for Removing Indoor House Dust. International Journal of Ventilation. 9 (1): 1-10.

Abdelouhab, Collignan et al. (2010) - Experimental study on passive Soil De-pressurisation System to prevent soil gaseous pollutants into building. Building and Environment. 45 (11): 2400-2406.

Hay, Obee et al. (2010) - The deactivation of photocatalytic based air purifiers by ambient siloxanes. Applied Catalysis B-Environmental. 99 (3-4) : 435-441.

Brauer and Mikkelsen (2010) - The influence of individual and contextual psychosocial work factors on the perception of the indoor environment at work: a multilevel analysis. International Archives of Occupational and Environmental Health. 83 (6): 639-651.



Gestion Technique / Divers

Efficacité de l'oxydation photocatalytique pour le traitement antimicrobien dans les bâtiments – État de l'art .

Cette étude propose un état de l'art des travaux développés sur le traitement antimicrobien par oxydation photocatalytique des microorganismes présents dans les bâtiments (air intérieur et surfaces). Une première partie porte sur les mécanismes conduisant à la dégradation des microorganismes et aux cinétiques réactionnelles associées. La deuxième partie est consacrée aux systèmes antimicrobiens développés et mettant en œuvre la photocatalyse seule ou couplée à un autre procédé de traitement pour des applications en désinfection de l'air intérieur ou de surfaces. Enfin, une dernière partie propose une synthèse des paramètres opératoires et des facteurs influençant l'efficacité de la photocatalyse vis-à-vis de la dégradation (voir de la minéralisation) des microorganismes.

La dégradation des microorganismes par oxydation photocatalytique repose sur plusieurs mécanismes réactionnels complexes. Les principaux mécanismes identifiés sont l'oxydation de la coenzyme A intracellulaire qui permet la respiration cellulaire, la dégradation de la paroi cellulaire conduisant à une désorganisation de l'équilibre pariétale puis à une augmentation de la perméabilité cellulaire permettant la perte du matériel intra-cellulaire, enfin la dégradation du matériel intra-cellulaire et de l'ADN. Pour des conditions d'oxydation photocatalytique poussées, il est observé en laboratoire une minéralisation totale des microorganismes. Les cinétiques d'inactivation des microorganismes peuvent être représentées suivant 3 parties : une diminution lente de la survie des microorganismes d'environ 2 Log, suivi d'une décroissance log-linéaire d'environ 10 Log sur une durée d'environ 1 heure, puis une stabilisation de l'inactivation.

Les systèmes de photocatalyse pour le traitement antimicrobien sont recensés suivant 2 domaines d'application : la désinfection de l'air intérieur et la désinfection de surface. La revue bibliographique recense les systèmes « multi-pass » ou « single-pass » permettant ou non la recirculation de l'air à traiter. Différents supports photocatalytiques sont présentés permettant la circulation de l'air à traiter soit en flux traversant (filtres ou mélangeurs statiques chargés en TiO_2), soit en flux léchant (plaque pleine couverte de TiO_2). Parmi les différentes études présentées, aucune n'étudie l'ensemble des 3 étapes nécessaires à la validation du procédé antimicrobien : la capture des aérosols microbiens sur les sites actifs (TiO_2), l'inactivation des microorganismes, la régénération des sites par minéralisation totale.

Enfin, les différentes conditions opératoires et facteurs influençant le rendement des réactions d'oxydation sont les mêmes que ceux identifiés en oxydation photocatalytique des COV : nature et quantité du matériau photocatalytique ; durée, intensité et longueur d'onde de l'irradiation UV ; température, humidité et débit ; type de microorganismes.

Commentaires et conclusion du lecteur

Cette étude présente un état de l'art des mécanismes de dégradations de microorganismes par oxydation photocatalytique et des différentes technologies de traitement développées reposant sur la photocatalyse.

Cependant, la synthèse des études présentées ne permet pas d'identifier clairement la part de la photolyse UV dans les différents mécanismes de dégradation. Ainsi, il n'est pas possible de quantifier le rendement de la photocatalyse dans l'efficacité globale de dégradation des micro-organismes. De plus, l'étude cinétique ne précise pas comment est mesurée la survie des microorganismes (ou leur inactivation) et ne précise pas explicitement l'influence des paramètres opératoires (illumination UV, quantité de TiO_2 , ...) sur les constantes de réactions.

Enfin, la revue bibliographique des différents systèmes de traitement est très incomplète tant vis-à-vis de références bibliographiques existantes et non citées, que du point de vue d'un manque de synthèse des différentes études présentées. Ainsi, il n'est pas possible de dégager de grandes tendances ou de conclusions générales sur les différentes technologies présentées.

Source : Photocatalytic oxydation for antimicrobial control in built environment : a brief literature overview, F. Chen, X. Yang, H.K.C Mak, D.W.T Chan, Building and Environment 2010 ; 45 : 1747-1754

Article analysé par : Laurence LE COQ École des Mines de Nantes,
laurence.le-coq@mines-nantes.fr



Gestion Technique / Divers

Effet du taux de renouvellement d'air et de la performance du filtre sur la concentration des particules intérieures et sur la consommation énergétique des ventilateurs dans un logement résidentiel.

Les auteurs ont étudié l'efficacité des filtres à particules et la consommation énergétique des ventilateurs des systèmes de ventilation mécanique contrôlée (VMC - double flux) dans l'objectif de préconiser un type de filtre pour une taille d'appartement et un taux minimal de ventilation pour obtenir une meilleure qualité de l'air intérieur.

4 types de filtres de VMC ont été analysés pour 3 tailles de particules à l'aide d'un modèle de mélange parfait et de mesures expérimentales. Le dépôt, les sources internes, le débit extérieur, l'infiltration, le recirculation des polluants par la bouche de prise d'air extérieur, l'efficacité de la ventilation, l'efficacité de la filtration, le volume de la pièce, le taux de pénétration des particules au travers des filtres et le taux de génération des particules à l'intérieur ont été pris en compte dans le modèle.

Les auteurs ne donnent aucune description du dispositif expérimental.

Les résultats de l'article sont de nature expérimentale. Ils sont confrontés aux résultats qualitatifs du modèle analytique. Pour l'analyse de performance des filtres, supposant qu'il n'y a pas de source intérieure, les auteurs ont trouvé que pour la taille 1,0 µm, le modèle sous-estime la concentration, pour la taille 0,1 µm le modèle donne des valeurs approximativement bonnes en comparant avec des mesures. Les résultats des particules de taille 10 µm n'ont pas été présentés car les valeurs de concentrations ont été largement inférieures aux deux autres tailles. Pour les filtres MERV11, 13 et 14 les auteurs donnent un taux de ventilation minimal pour obtenir les niveaux de concentration inférieure aux cas sans ventilation. L'étude de l'effet de volume de l'appartement a souligné que plus ils ont augmenté le taux de ventilation plus ils ont prélevé des particules à l'intérieur. L'étude de l'effet de l'efficacité de ventilation et de recirculation des particules a montré que plus on recycle l'air intérieur par la bouche de prise d'air extérieur (recirculation) plus on obtient un taux de concentration en particule plus basse dans l'appartement. L'étude de consommation du ventilateur rapporte que la nature de filtre utilisé n'affecte la consommation qu'à partir d'un certain taux de renouvellement d'air et que le rendement global des ventilateurs étudiés reste autour de 0,15.

L'utilisation des filtres moins performants que le MERV07 est déconseillée car cela cause une diminution de la qualité de l'air même en augmentant le taux de renouvellement d'air. Pour un

taux de renouvellement d'air de 1.0 h⁻¹ ce filtre a entraîné une augmentation de la concentration de toutes les tailles de particule étudiées. Donc ils préconisent d'utilisation d'un filtre meilleur que MERV07 dans tous les cas. L'utilisation des filtres meilleurs que MERV11 suppose une utilisation des taux de renouvellements d'air réduits. Ils ont également trouvé que pour la même quantité de polluant, un appartement d'un petit volume a besoin de plus de ventilation qu'un grand. Il a été souligné que l'utilisation des filtres MERV11 ou mieux, s'impose pour les appartements de volume de 150-300 m³ pour les polluants gazeux et particulaires également.

Commentaires et conclusion du lecteur

L'utilisation du modèle de mélange parfait a été fait d'une façon paramétrique, car les données d'entrée ont été tirées de la bibliographie, donc proviennent des études de différentes sources au lieu d'être mesurées ou obtenues par les auteurs sur le lieu des expérimentations. Il n'y a aucune présentation du dispositif expérimental ni de l'emplacement des mesures. Par conséquent on ne peut pas reproduire ces mesures et vérifier expérimentalement les résultats de cet article. Mise à part le volume de l'appartement et le type de filtre utilisé, nous n'avons aucune autre information concernant la géométrie de l'appartement étudié (par exemple il aurait fallu donner au moins un ratio surface/volume ou le type des revêtements muraux), ou sur la nature des particules utilisées lors des mesures. Il manque également le rapport de durée de chaque mesure. L'article apporte très peu de nouvelles connaissances.

Source : Kwang-Chul Noh, Jungho Hwang: The Effect of Ventilation Rate and Filter Performance on Indoor Particle Concentration and Fan Power Consumption in a Residential Housing Unit, Indoor and Built Environment, 2010, Vol. 19, pp. 444-452.
Article analysé par : Timea BEJAT, CEA LITEN INES LEB; timea.bejat@cea.fr

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

Ibanez, Le Bot et al. (2010) - House-dust metal content and bioaccessibility: a review. European Journal of Mineralogy. 22 (5): 629-637.

Pandey and Kim (2010) - A review of environmental tobacco smoke and its determination in air. Trac-Trends in Analytical Chemistry. 29 (8): 804-819. Wang, Zhao et al. (2010) - Indoor SVOC pollution in China: A review. Chinese Science Bulletin. 55 (15): 1469-1478.

Lin and Peng (2010) - Characterization of Indoor PM10, PM2.5, and Ultrafine Particles in Elementary School Classrooms: A Review. Environmental Engineering Science. 27 (11): 915-922.

Zuraimi (2010) - Is ventilation duct cleaning useful? A review of the scientific evidence. Indoor Air. 20 (6): 445-457.

Harada, Hasegawa et al. (2010) - A Review of Indoor Air Pollution and Health Problems from the Viewpoint of Environmental Hygiene: Focusing on the Studies of Indoor Air Environment in Japan Compared to Those of Foreign Countries. Journal of Health Science. 56 (5): 488-501.

Perez-Padilla, Schilman et al. (2010) - Respiratory health effects of indoor air pollution. International Journal of Tuberculosis and Lung Disease. 14 (9): 1079-1086.

Wolkoff and Nielsen (2010) - Non-cancer effects of formaldehyde and relevance for setting an indoor air guideline. Environment International. 36 (7): 788-799.

Rylander (2010) - Organic Dust Induced Pulmonary Disease – the Role of Mould Derived B-Glucan. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. 17 (1): 9-13.

Sookrung and Chaicumpa (2010) - A revisit to cockroach allergens. *Asian Pacific Journal of Allergy and Immunology*. 28 (2-3): 95-106.

Weinmayr, Romeo et al. (2010) - Short-Term Effects of PM10 and NO2 on Respiratory Health among Children with Asthma or Asthma-like Symptoms: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Environ Health Perspect*. 118 (4): 449-457.

Chen, Yang et al. (2010) - Photocatalytic oxidation for antimicrobial control in built environment: A brief literature overview. *Building and Environment*. 45 (8): 1747-1754.

Lu, Wang et al. (2010) - Study on Effects of Nano-photocatalysis and Non-thermal Plasma on the Removal of Indoor HCHO. *Mnhmt2009*, Vol 2. 235-241.

Memarzadeh, Olmsted et al. (2010) - Applications of ultraviolet germicidal irradiation disinfection in health care facilities: Effective adjunct, but not stand-alone technology. *American Journal of Infection Control*. 38 (5): S13-S24.

Paz (2010) - Application of TiO2 photocatalysis for air treatment: Patents' overview. *Applied Catalysis B-Environmental*. 99 (3-4): 448-460.

Pichat (2010) - Some views about indoor air photocatalytic treatment using TiO2: Conceptualization of humidity effects, active oxygen species, problem of C-1-C-3 carbonyl pollutants. *Applied Catalysis B-Environmental*. 99 (3-4): 428-434.

Hahn (2010) - Smokefree Legislation: A Review of Health and Economic Outcomes Research. *American Journal of Preventive Medicine*. 39 (6, Supplement 1): S66-S76.

Cabral (2010) - Can we use indoor fungi as bioindicators of indoor air quality? Historical perspectives and open questions. *Science of the Total Environment*. 408 (20): 4285-4295.

Kit d'évaluation de la qualité de l'air intérieur

Dans le cadre du deuxième Plan National Santé Environnement (PNSE2), pour la période 2009-2013, la ministre Nathalie Kosciusko-Morizet a présenté, lors de la conférence de presse du 27 janvier 2011, les priorités de l'année 2011 dont le kit d'évaluation de la qualité de l'air intérieur mis au point par l'INERIS. L'objectif du kit de prélèvement d'air intérieur est d'être facilement utilisable par toute personne souhaitant évaluer la qualité de l'air à l'intérieur de son logement. Ainsi, dans le cadre d'une phase pilote, environ 400 kits de prélèvement d'air intérieur seront distribués dans plusieurs logements via des «Conseillers en environnement intérieur/habitat santé» (CEI), afin de tester la faisabilité de ce déploiement.

<http://www.ineris.fr/fr/propos-de-lineris/actualit%C3%A9s/kit-d%E2%80%99%C3%A9valuation-de-la-qualit%C3%A9-de-l%E2%80%99air-int%C3%A9rieur/809>



Réglementation

Décret n° 2011-321 du 23 mars 2011 relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils

À partir du 1er janvier 2012 (produits sur le marché à compter du 1er janvier 2012) ou du 1er janvier 2013 (produits sur le marché avant janvier 2012), une étiquette devra être placée sur le produit ou sur son emballage. Elle indiquera les substances susceptibles d'avoir des effets nocifs sur la santé humaine émises par le produit une fois mis en œuvre dans le bâtiment.

<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEX000023759679&dateTexte=&categorieLien=id>

Publications

Air intérieur : premières pistes pour un étiquetage des produits d'entretien et des désodorisants

La loi Grenelle 1 stipule que les actions visant à améliorer la qualité de l'air doivent être poursuivies, notamment en ce qui concerne les connaissances sur le rôle des produits de grande consommation. Le ministère chargé de l'écologie a confié à l'INERIS une étude préliminaire en vue de l'étiquetage des produits de grande consommation. Le Rapport préliminaire en vue de l'étiquetage des produits de grande consommation - Classement en fonction des expositions dans l'air intérieur

News

Pesticides : lancement d'une étude sur l'exposition dans les logements des agriculteurs

Depuis le 21 mars, Atmo Nord-Pas-de-Calais mesure les pesticides dans les logements des agriculteurs. Cette étude sera menée durant deux ans dans vingt exploitations de la région.

<http://www.atmo-npdc.fr/bre.php?idNews=324>

Adoption du PRSE2 Centre 2010-2014

La consultation sur le projet de PRSE2 a été lancée en septembre 2010 et s'est déroulée jusqu'au 15 octobre 2010. Le PRSE 2 a été co-signé par le préfet, le DG de l'ARS et le Conseil régional le 17 décembre 2010. Il a été approuvé par arrêté préfectoral le 24 décembre 2010.

<https://centre.sante.gouv.fr/drass/environ/prse/pnse2.htm>

Enquête ventilation et fenêtres

Lancement d'une enquête par questionnaire en ligne. Il s'agit de comprendre comment sont conciliées les exigences d'économies d'énergie et de gestion de la qualité de l'air du logement.

<http://www.appa.asso.fr/national/Pages/article.php?art=491>

présente une synthèse des données d'émission des produits de consommation (désodorisants d'intérieur et produits d'entretien) existantes au niveau européen. Il propose également un référentiel de classification en fonction des catégories d'usage. Il souligne la nécessité de réaliser des travaux expérimentaux complémentaires permettant de confirmer les substances cibles à intégrer dans l'étiquetage selon les normes de produit disponibles par catégories et d'affiner l'indicateur de risque. Voir la présentation sur le site Internet de l'INERIS

<http://www.ineris.fr/fr/t-expertise/air-int%C3%A9rieur/968>

Gestion des sites et sols pollués : Caractérisation de la qualité de l'air ambiant intérieur en relation avec une éventuelle pollution des sols par des substances chimiques volatiles et semi-volatiles

En cas de présence dans les sols et/ou les eaux souterraines de substances volatiles et/ou semi-volatiles, la possibilité de remontées de vapeurs vers les bâtiments sus-jacents est souvent une préoccupation majeure en termes de gestion des risques. Dans ce contexte, l'INERIS a élaboré un document qui propose un support technique et formule des bonnes pratiques afin de concevoir et réaliser des prélèvements d'air intérieur potentiellement contaminé par des gaz issus du sol et/ou de la nappe. Les lieux concernés sont les habitations, les locaux recevant du public, dont les lieux scolaires et d'accueil de la petite enfance (crèches, haltes garderies, écoles maternelles, écoles primaires, collèges et lycées, centres de loisirs, etc.) et les bureaux.

<http://www.sites-pollues.developpement-durable.gouv.fr/spip.php?article2>

Surveillance des intoxications au CO en Pays-de-la-Loire

Le Bulletin de veille sanitaire (BVS) Pays-de-la-Loire n° 5 (janvier 2011) est entièrement consacré aux intoxications au monoxyde de carbone. Il comprend un bilan des intoxications au CO déclarées en 2009 ainsi qu'un article sur les intoxications professionnelles.

http://www.invs.sante.fr/publications/bvs/pays_de_la_loire/2011/BVS_PDL_2011_05.pdf

Qualité de l'air dans les modes de transport terrestres. Rapport du groupe de travail air et transports (CSHPF Section des milieux de vie)

Le rapport Qualité de l'air dans les modes de transport qui avait été élaboré par le groupe de travail interdisciplinaire Air et transports du Conseil supérieur d'hygiène publique de France (CSHPF) vient d'être publié aux éditions Lavoisier.

<http://www.lavoisier.fr/livre/notice.asp?id=3LKW2OAR2R3OWX>

Le Guide «Habitat Santé»

Entre 2007 et 2010, la DGS a soutenu un programme de travail intitulé « habitat-santé », porté par la Fédération nationale des Pact-Arim. L'idée était de contribuer à la prise en compte

de la dimension santé des occupants dans les interventions classiques de ses opérateurs départementaux : identification de risques sanitaires liés à l'habitat, amélioration de la qualité de l'air intérieur, prévention des accidents domestiques, renforcement de la fonctionnalité des logements adaptée aux besoins des occupants. Le résultat de ce programme de travail est repris dans un guide Le risque santé dans l'habitat.

http://www.pact-habitat.org/index.php?mact=News,cntnt01_detail,0&cntnt01articleid=242&cntnt01dateformat=%25d%2F%25m%2F%25Y&cntnt01returnid=159

Air Pur 78 - Air intérieur et précarité énergétique

Ce numéro propose 7 articles sur le thème « Air intérieur et précarité énergétique ». Cette notion est au cœur des questions sociétales actuelles puisque la précarité, c'est-à-dire l'incertitude et la « non durabilité » de l'approvisionnement énergétique représente une interrogation forte pour les années à venir en dépit des injonctions entendues sur le développement durable.

<http://www.appanpc.fr/Pages/article.php?art=533>

Qualité de l'air intérieur : un livre blanc pour alerter les pouvoirs publics

Dans un Livre Blanc intitulé « L'Air c'est la vie : un enjeu sanitaire majeur », initié par la FFTB (Fédération Française des Tuiles et des Briques) et le GIE Briques de France, des experts issus du monde médical et du bâtiment, des élus et des représentants du milieu associatif tirent la sonnette d'alarme.

http://www.leslivresblancs.fr/download/La_qualite_de_air_interieur.pdf

Effets sanitaires des moisissures dans l'habitat - Esmha. Pilote d'une étude épidémiologique en Île-de-France

Cette enquête pilote avait pour but d'identifier les difficultés et contraintes concernant l'adhésion des foyers à l'enquête d'une part, ainsi que la collecte des données sanitaires et environnementales d'autre part, afin d'optimiser le protocole de recueil à grande échelle. Une attention particulière a été portée au recueil des données environnementales qui a constitué le cœur de ce pilote. Différentes techniques de recueil d'indices de contamination fongique ont ainsi été mises en oeuvre (prélèvements environnementaux - air et surface - et données descriptives recueillies par questionnaire) afin de tester leur faisabilité sur le terrain ainsi que leur fiabilité.

<http://www.ors-idf.org/index.php/component/jresearch/?view=publication&task=show&id=129>

Valeurs guides spécifiques pour l'air intérieur : 9 substances chimiques

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) a publié le 15 décembre 2010 des valeurs guides de qualité de l'air intérieur pour 9 substances chimiques :

- Benzène : L'exposition permanente aux concentrations de

benzène telles que communément observées à l'intérieur des habitations des villes européennes provoque jusqu'à 10 cas supplémentaires de leucémie pour 100 000 habitants.

- Monoxyde de Carbone : Une nouvelle valeur guide de 7 mg/m³ est fixée pour une concentration moyenne de monoxyde de carbone d'une durée de 24 heures afin de prévenir les effets d'une exposition chronique.
- Formaldéhyde : Une valeur guide de 0,1 mg/m³ sur une durée de 30 minutes est recommandée pour empêcher une irritation sensorielle dans la population générale.
- Naphtalène : Une valeur guide de 0,01 mg/m³ est fixée comme moyenne annuelle afin de prévenir ces risques.
- Dioxyde d'azote : Une valeur guide annuelle moyenne de 40 µg/m³ est recommandée pour le dioxyde d'azote dans les espaces intérieurs.
- Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques : Aucun niveau sûr d'exposition ne peut être recommandé.
- Radon : Il n'existe aucun niveau sûr d'exposition.
- Trichloréthylène : En raison du risque plausible de cancer (notamment cancer du foie, du rein et des testicules ainsi que lymphome non-hodgkinien), aucun seuil ne peut être recommandé.
- Tétrachloréthylène : La valeur guide recommandée est de 0,25 mg/m³ pour une exposition d'un an.

Manifestations

Colloque : Les défis bâtiment et santé - 17 mai 2011 Angers (49) – France

Les différentes conférences souligneront la nécessité d'une approche multicritère, décloisonnée et pluridisciplinaire en amont des projets de construction et de réhabilitation. Viser la performance énergétique des bâtiments doit éviter de faire émerger des problèmes d'inconfort d'été, de dégradation de l'environnement acoustique intérieur, de manque d'homogénéité de la lumière naturelle, de mauvaise qualité de l'air intérieur et d'insatisfaction d'occupants mal informés sur les nouveaux modes constructifs, etc. Toutes ces thématiques sont déjà d'actualité

<http://www.defisbatimentsante.fr/>

«Qualité de l'air intérieur et santé dans l'habitat : enjeux et bons gestes»

Information et sensibilisation des professionnels de Seine-Saint-Denis – Montreuil : 8 et 15 juin 2011

Dans le cadre du programme de l'Agence régionale de santé d'Île-de-France, l'APPA (Association pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique) propose un atelier de formation et de sensibilisation sur la qualité de l'air intérieur à l'attention des professionnels intervenant sur le territoire de la Seine Saint-Denis.

<http://www.appa.asso.fr/national/Pages/article.php?art=551>

Indoor Air 2011 – 5 au 10 joins 2011 – Austin, Texas

Le programme complet de la conférence est disponible à l'adresse suivante :

<http://lifelong.engr.utexas.edu/2011/program.html>

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

Directeur de la publication : Vincent Lafèche

Directeur de la rédaction : André Cicolella

Comité de rédaction du N°33 : O. Ramalho, M-A. Kerautret, H. Baysson, E. Revelat, C. Nicollet, L. Mosqueron, V. Nedellec, G. Boulanger, R. Robichon, C. Marchand, J. Larbre, avec la participation de B. Festy
Maquette : Patrick Bodu

Coordination et contact : Juliette Larbre juliette.larbre@ineris.fr

ISSN1760-5407

INERIS, Parc Technologique ALATA, BP 2, 60550 Verneuil-en-Halatte, France

Le réseau RSEIN, en relation avec l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur, est constitué de représentants des structures suivantes : Agence Française de Sécurité Sanitaire 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, 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 Sécurité 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'Île-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 : juliette.larbre@ineris.fr ou inscrivez vous à partir du site internet :

<http://rsein.ineris.fr/bullinfo/abonnement.html>