

Edito

Qualité de l'air dans les habitacles de transport en déplacement : présentation du projet QABINE⁽¹⁾

Selon une étude du ministère du travail parue en 2015⁽²⁾, le temps de transport des Français entre le domicile et le travail est en moyenne de 50 minutes par jour avec 74 % des actifs en emploi qui utilisent leur voiture. A ces trajets quotidiens, s'ajoutent tous les autres trajets de « loisirs ».

Des premières études sur la qualité de l'air dans les habitacles de transport ont montré que ces environnements peuvent être des zones où les concentrations en particules sont plus importantes et de natures différentes de celles mesurées sur d'autres zones (salle d'attente, quai, couloir, ou même à l'air libre). Mais les données de la littérature ne permettent pas de caractériser précisément l'exposition des populations aux particules lors des phases de déplacement, notamment car les études recensées mettent en œuvre des techniques indicatives (compteur optique). Peu de données existent également sur la nature physico-chimique de particules rencontrées dans ces environnements.

Dans ce contexte, le projet **QABINE** (Qualité de l'Air dans les haBItacles eN déplacEment) lancé en 2016 suite à l'appel à projet CORTEA⁽³⁾ de l'ADEME a pour objectif d'améliorer les connaissances sur la nature (taille, forme) et la concentration massique en particules (PM₁₀, PM_{2,5} et PM₁)⁽⁴⁾ dans des habitacles de véhicules routiers en roulage.

La première étape du projet a consisté à identifier des systèmes de prélèvement in-situ de particules pouvant être embarqués dans différents modes de transport. Ces systèmes devaient également être capables de mesurer simultanément les trois tailles de particules prédéfinies sur des durées suffisamment longues et permettre d'obtenir une concentration d'exposition moyenne comparable aux valeurs de référence. Après une étude bibliographique et un recensement des préleveurs existant sur le marché, un seul répondait à tous les critères du projet : un impacteur de particules.

Ainsi à la suite d'une étude de faisabilité du protocole de mesures, 17 mesures de particules à l'intérieur de l'habitacle d'un véhicule routier en roulage ont été réalisés en avril 2016, principalement en Ile-de-France.

Les résultats de mesures montrent qu'à l'exception de 2 mesures sur les 17 réalisées, les niveaux de concentration sont supérieurs ou égaux aux valeurs repères du Haut Conseil de Santé publique⁽⁵⁾ d'un facteur 1 (en zone rurale) à 4,5 (en zone urbaine). Pour l'ensemble des essais, on constate que la majorité des particules collectées sont des particules fines.

En effet, la part des PM₁ est très importante par rapport aux autres fractions granulométriques (supérieure à 80 %). L'analyse élémentaire des particules collectées sur grille-MET a mis en évidence la présence de particules de carbone, d'agglomérats de suies, de silice, d'imbrûlés de combustion, de calcium et de fer. Les éléments détectés sont très similaires pour les parcours urbains ; la répartition des éléments obtenue pour le parcours rural est quant à elle très différente des autres.

Ce projet a également permis d'engager une réflexion et des premiers tests de faisabilité sur des mesures de particules en parallèle à l'intérieur et à l'extérieur de l'habitacle en roulage, qui fait l'objet d'un autre projet, **QABINE2**.

Le couplage des mesures intérieures/extérieures permettra d'aller plus loin dans la compréhension des variations des niveaux de particules lors des trajets et d'évaluer l'efficacité des filtres des habitacles en conditions réelles de roulage.

Jessica Queron / Julien Dalvai
INERIS



⁽¹⁾ Projet cofinancé par l'ADEME et coordonné par l'INERIS en partenariat avec un industriel, contact : jessica.queron@ineris.fr, laurent.gagnepain@ademe.fr, souad.bouallala@ademe.fr

⁽²⁾ DARES analyse, Direction de l'animation de la recherche, des études et des statistiques, Ministère du travail, de l'emploi, de la formation professionnelle et du dialogue social, novembre 2015.

⁽³⁾ CORTEA : Connaissance et réduction des émissions de polluants dans l'air

⁽⁴⁾ PM₁₀, PM_{2,5} et PM₁ : Particules dont le diamètre aérodynamique est inférieur respectivement à 10, 2,5 et 1 micromètres.

⁽⁵⁾ Valeurs repères d'aide à la gestion dans l'air des espaces clos : les particules. <http://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=371>

Métrologie

Développements récents d'échantillonneurs passifs pour mesurer des taux d'émission de matériaux : vers des outils simples pour aider à l'amélioration de la qualité de l'air intérieur

Résumé de l'article

Une étude, réalisée au sein de l'« Institut Mines-Télécom (IMT) » de Douai en France, propose de recourir aux échantillonneurs passifs, outils simples et peu coûteux, pour mesurer les émissions de Composés Organiques Volatils (COVs) à partir de mobiliers ou de matériaux de construction. Ces échantillonneurs ont été développés pour identifier des émetteurs forts y compris des hydrocarbures et des COVs oxygénés, ce qui est d'un grand intérêt lorsqu'on veut définir des stratégies efficaces pour améliorer la qualité de l'air intérieur.

Les échantillonneurs passifs de flux de COVs (PFS) sont constitués d'un abri permettant de récupérer les émissions des matériaux tout en isolant la surface d'échantillonnage de l'air ambiant. Ces PFS sont exposés pendant 6 heures, ce qui représente le temps nécessaire pour atteindre les limites de détection appropriées pour le contrôle de l'air intérieur. Les composés recherchés diffusent à l'intérieur de l'échantillonneur et sont captés au fond de celui-ci par un substrat comme un adsorbant ou par diffusion d'un réactif chimique imprégné sur un filtre. En l'occurrence, ces réactifs chimiques sont de la DNPH imprégnée sur un filtre en quartz pour l'échantillonnage des COVs carbonylés, un matériau mésoporeux imprégné de Fluoral-P pour l'échantillonnage spécifique du formaldéhyde et un tube de thermo-désorption à base de Carbograph-4 pour l'échantillonnage des hydrocarbures et des aromatiques (benzène, toluène, xylènes).

Trois échantillonneurs passifs de mesure de flux ont été développés afin d'étudier la répartition des sources de formaldéhyde, d'acétaldéhyde, d'hydrocarbures aromatiques (benzène, toluène, xylènes) ainsi que des composés à plus haut poids moléculaire.

Sur une durée d'exposition de 6 heures, ces PFS montrent des réponses linéaires et des limites de détection de quelques $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$, ce qui est assez sensible pour quantifier les émissions à partir des matériaux et effectuer des études sur l'origine des sources d'émissions.

Les trois PFS ont été utilisés pour le diagnostic des sources d'émissions et l'identification des plus gros émetteurs dans trois configurations différentes ; des chambres d'étudiant, des écoles et des appartements. Il a ainsi pu être mis en évidence, grâce à ces échantillonneurs, que le formaldéhyde représente plus de 50% des émissions de COVs dans 5 des 8 classes étudiées et que c'est le plafond qui est le plus gros émetteur de formaldéhyde, contrairement à ce qui était attendu au vu des matériaux utilisés pour les plafonds qui ne sont pas connus pour être des émetteurs de formaldéhyde. C'est la résine utilisée qui pourrait être à l'origine de ces émissions.

Les échantillonneurs passifs sont des dispositifs peu coûteux et faciles à utiliser pour caractériser les sources d'émissions de COVs dans l'air intérieur. Ceci est un prérequis important pour aborder la notion de qualité de l'air intérieur. Même si d'autres

échantillonneurs sont décrits dans la littérature pour mesurer les taux d'émissions des hydrocarbures et des COVs oxygénés, leurs performances n'ont pas été entièrement validées et il y a un manque de mesures « in situ » pour évaluer leur utilité.

Les résultats des expérimentations de laboratoire et les applications « in situ » des trois échantillonneurs passifs développés ici confirment leur robustesse pour les mesures des émissions de formaldéhyde et de composés aromatiques à des niveaux bas (quelques $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$) et leur potentiel à identifier les forts émetteurs.

Cette publication souligne le potentiel de ces nouveaux échantillonneurs passifs comme outil d'analyse simple pour caractériser les émissions des matériaux de construction et du mobilier.

Commentaires et conclusion du lecteur

Cet article décrit le développement de nouveaux échantillonneurs passifs destinés à quantifier les flux d'émissions de COV à partir de mobilier ou de matériaux de construction. Ils sont, comme beaucoup d'échantillonneurs passifs, simples de conception et faciles à utiliser. En plus de leur simplicité, ils se sont montrés efficaces, en termes de sensibilité de détection, pour détecter et identifier l'origine de certains COVs comme le formaldéhyde. Ils sont de plus applicables à une gamme élargie de COVs allant des hydrocarbures, aux composés aromatiques et aux COV oxygénés.

Leur fiabilité est d'autant plus intéressante qu'ils ont été validés à la fois en laboratoire et sur le terrain lors de campagnes dans des lieux très différents allant de la simple chambre d'étudiant, à l'appartement en passant par des salles de classes.

Ils devraient être des outils importants de diagnostic rapide et précis des sources d'émission dans l'air intérieur ce qui constitue la première étape importante dans la mise en œuvre d'une réflexion sur l'amélioration de la qualité de l'air intérieur.

Source : G. Poulhet, S. Dusanter, S. Crunaire, N. Locoge, P. Kaluzny, P. Coddeville (2015) Recent developments of passive samplers for measuring material emission rates: Toward simple tools to help improving indoor air quality. *Building and Environment* 93,106-114.

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

Métrologie

Détection d'*Acinetobacter baumannii* résistant/sensible aux antibiotiques dans l'air intérieur par PMA (Propidium monoacide)-qPCR

Résumé de l'article

L'utilisation généralisée d'antibiotiques a entraîné une augmentation du nombre de souches bactériennes résistantes aux antibiotiques. Ces espèces se diffusent aux seins des structures de soins, notamment par la voie « aérosol ». Il existe un besoin immédiat de programmes de surveillance de l'air pour promouvoir une sensibilisation précoce et la prévention vis-à-vis des souches bactériennes résistantes aux antibiotiques ou

virulentes, telles que les CRAB (Colistine Resistant *Acinetobacter baumannii*). Dans cette étude réalisée à Taiwan, les auteurs ont utilisé la PMA-qPCR (propidium monoazide quantitative polymerase chain reaction), qui est une technique de détection des cellules viables, pour évaluer la faisabilité de la détection d'*Acinetobacter baumannii* en aérosol.

La préparation des suspensions pour l'aérosolisation et l'optimisation de la PMA-qPCR ont été réalisées à partir d'une souche de référence, chauffée à 85°C pendant 10 minutes pour obtenir des suspensions ayant des taux de cultivabilité variables (0%, 25%, 50%, 75% et 100% de cultivabilité). Une optimisation de la PMA-qPCR a été effectuée. Une concentration de 10 µg/ml de PMA et d'un temps d'exposition aux UV de 3 min ont été choisis pour protocole dans l'ensemble des essais de l'étude. L'extraction de l'ADN a été effectuée à l'aide du kit Chemagic DNA Bacteria kit (PerkinElmer). La PCR quantitative et la PMA-qPCR ont ciblé le gène Oxa-51, qui est un gène à copie unique. Un nébuliseur de type Collision (BGI Collision Nebulizer) a été mis en œuvre pour l'aérosolisation en chambre d'essai, et trois échantillonneurs ont été comparés pour la collecte : un AGI-30 Impinger (Ace Glass Inc), un BioSampler (SKC Inc.), un filtre (Nuclepore). La préparation d'*A. baumannii* résistant à la colistine a été effectuée et l'essai en chambre d'aérosolisation a été réalisé uniquement avec une collecte par Biosampler. Pour tous les essais, les mesures de concentrations ont été effectuées par culture, PCRq et PMA-qPCR.

Les résultats des essais d'optimisation de la PMA-qPCR montrent que cette optimisation est dépendante de l'espèce et doit être réalisée avant toute mesure in situ. Par conséquent, une concentration en PMA de 10 µg/ml et une exposition à la lumière UV de 3 min ont été choisies pour des expériences ultérieures. Les résultats de l'étude ont montré que le rapport cultivable d'*A. baumannii* mesuré en utilisant la méthode de culture était significativement corrélé avec le rapport viable mesuré en utilisant la PMA-qPCR, mais n'était pas significativement corrélé avec les résultats de qPCR.

La quantification par PMA-qPCR consistait également à mesurer les cellules *A. baumannii* sensibles à la colistine. Les résultats de cet essai ont montré qu'une concentration de 2 µg/ml de colistine dans le milieu de collecte du BioSampler incubé pendant 5 min permettaient l'élimination des cellules d'*A. baumannii* sensibles mesurées par PMA-qPCR. Les résultats ont montré également que la PMA-qPCR peut ne pas mesurer la concentration des bactéries inactivées, si les mécanismes d'inactivation ne ciblent pas directement la membrane cellulaire, libérant ainsi l'ADN.

Les résultats de cette étude permettent de disposer d'un protocole d'essai pour évaluer la sensibilité à la colistine d'*A. baumannii* en aérosol, en utilisant la PMA-qPCR. Les résultats montrent que le protocole doit être optimisé pour chaque espèce étudiée. L'application d'un traitement à la colistine avant la quantification d'*A. baumannii* en suspension dans l'air contribuerait à perturber la membrane cellulaire et à permettre de distinguer les cellules résistantes à la colistine des cellules sensibles.

Cependant, la PMA-qPCR peut ne pas être capable d'identifier tous les types de bactéries résistantes aux antibiotiques si l'antibiotique n'affecte pas directement la perméabilité de la membrane.

Commentaires et conclusion du lecteur

Les outils moléculaires sont sensibles, rapides et indépendants de la cultivabilité des microorganismes. Cependant, la limitation majeure de leur utilisation dans un contexte réglementaire réside dans la détection de l'ADN extra-cellulaire, pouvant résulter des lyses cellulaires et être attribuée à des cellules mortes.

Aujourd'hui, plusieurs méthodes basées sur l'ARN des microorganismes ou la quantification par PMA-qPCR permettent de s'affranchir de cette limitation. Cette étude montre la pertinence de développer les protocoles de PMA-qPCR notamment dans un contexte de compréhension de la diffusion des bactéries multi-résistantes dans l'environnement.

De nouveaux outils de quantification tels que la droplet-digital PCR peuvent également être associés pour diminuer fortement les seuils de détection.

Source : Tseng C.-C., Hsiao P.-K., Chang K.-C., Cheng C.-C., Yiin L.-M., Hsieh C.-J. (2015). Detection of viable antibiotic-resistant/sensitive *Acinetobacter baumannii* in indoor air by propidium monoazide quantitative polymerase chain reaction. *Indoor Air* 25, 475-487.

Article analysé par : Moletta-Denat Marina, INRA Transfert ; marina.moletta-denat@inra.fr



Concentrations environnementales et expositions

Émissions de COV par plusieurs types de granulés de bois et concentrations dans l'air intérieur

Résumé de l'article

Le stockage de granulés de bois (« pellets ») en vrac et en grande quantité dans des espaces confinés (comme les sous-sols) peut entraîner le dégagement de gaz (CO, CO₂, CH₄) mais aussi d'une grande variété de COV, qui peuvent s'accumuler dans l'air, et atteindre des concentrations entraînant de l'inconfort (odeur) jusqu'à des risques pour la santé des occupants (irritations des yeux et des muqueuses). Cet article décrit les résultats d'essais de laboratoire et de terrain (Nord-est des États Unis) pour évaluer les niveaux d'émission en COV de granulés de bois.

Les essais de laboratoire ont consisté à conditionner des granulés de bois dans des bidons en inox à différentes températures (6-8, 22 et 30°C) durant 31 jours. Différents types de granulés ont été testés (100% feuillu « HW », 100% résineux « SW », mélange 60% feuillu / 40% résineux « blended »). Les échantillons d'air ont été collectés toutes les 24 heures par prélèvement dans des canisters. Ils ont été analysés par GC/FID (quantification) et GC/MS (identification des pics majoritaires).

Les essais de terrain ont consisté à prélever l'air de pièces situées juste à proximité de zones de stockage de granulés de bois récents ou anciens (2 sous-sols d'habitation et 4 sous-sols de bureaux). Les capacités de stockage ont varié de 2 à 30 tonnes,

sous différents conditionnements (sac, remorque ou caisse en bois). Au total, 69 prélèvements ont été réalisés à l'aide de canisters durant la période de chauffage (novembre-mars). Les prélèvements de terrain ont été analysés par GC/FID (chromatographie en phase gaz couplée à un détecteur à ionisation de flamme) après étape de pré-concentration.

Les principales substances émises par les granulés de bois sont le méthanol, le pentane, le pentanal et l'hexanal pour les essences feuillues, l'acétaldéhyde, le méthanol, l'acétone, l'isopropanol, le pentane, l'hexanal, l'octane, la 2-heptanone, l'alpha-pinène et le bêta-pinène pour les essences résineuses. Les résultats montrent que la somme des concentrations moyennées sur 31 jours pour 4 substances majoritaires (méthanol, pentane, pentanal, hexanal) est significativement plus élevée pour les granulés issus d'essences résineuses (SW : 412 ± 25 ppb, « blended » : 203 ± 4 ppb, HW : 99 ± 8 ppb). Leur accumulation dans les bidons suit une fonction exponentielle croissante.

Ces 4 substances majoritaires sont liées à la décomposition du bois qui suit une cinétique d'ordre 1. Leurs taux d'émission varient de 10^{-1} à 10^{-5} mg/kg/jour, selon le type d'essence et la température de stockage.

Les données provenant des essais in situ ont permis d'évaluer les concentrations en COV dans l'air provenant des émissions de granulés de bois neufs ou anciens (4 semaines à 3 mois). Globalement, les valeurs mesurées sont plus faibles que celles recensées dans d'autres études réalisées aux États Unis. Elles ne dépassent pas les valeurs limites définies par l'ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) (concentrations mesurées de 67 ± 8 à 5000 ± 3000 ppb pour la somme des 4 substances majoritaires). Par contre, des odeurs et une irritation sensorielle dans une habitation ont été reliées à la concentration en hexanal.

Les résultats de laboratoire ont montré que le stockage de granulés en bois produisait des émissions de COV (principalement méthanol, pentane, pentanal, hexanal). La présence de pentane n'a pas été référencée dans d'autres études sur des granulés de bois. Les niveaux et les cinétiques d'émission dépendent de l'essence de bois (plus fortes émissions retrouvées dans les granulés en bois résineux) et de la surface spécifique des granulés (capacité de l'oxygène à pénétrer le granulé). La température et l'âge des granulés sont considérés comme des facteurs pouvant réduire les niveaux d'émission.

Les études de terrain n'ont jamais dépassé les valeurs de référence retenues par les auteurs (Threshold Limit Value : TLV-ACGIH). Par contre, les fortes odeurs liées aux aldéhydes ont démontré la nécessité d'augmenter les taux de ventilation des sous-sols.

Cependant, l'étude s'est orientée sur des substances majoritaires surtout représentées dans un type de granulé (HW). D'autres substances d'intérêt auraient pu être retenues, en particulier l'acétaldéhyde, l'acide acétique, les monoterpènes (résineux uniquement) ou le furfural. Même si la littérature démontre une très faible oxydation des hémicelluloses du bois en formaldéhyde, une mesure de cette substance aurait aussi pu être envisagée. Enfin, la dégradation des granulés de bois en pentane aurait mérité une interprétation.

Les auteurs ont su coupler les résultats de laboratoire à une étude de terrain (6 typologies de bâtiment). Par contre, une caractérisation des granulés entreposés aurait permis de confirmer les plus forts niveaux d'émission liés aux résineux (SW). D'autre part, l'impact sanitaire est seulement discuté selon des valeurs de référence définies pour le milieu professionnel (TLV-ACGIH), bien que des habitations soient concernées par les émissions de COV à partir de granulés de bois.

Source : G. Soto-Garcia L., Ashley W.J., Bregg S., Walier D., LeBouf R., Hopke P.K., and Rossner A. (2015). VOCs Emissions from Multiple Wood Pellet Types and Concentrations in Indoor Air. *Energy Fuels* 29 (10). doi:10.1021/acs.energyfuels.5b01398

Article analysé par : Christophe Yrieix, FCBA ; christophe.yrieix@fcba.fr



Risque et impact sur la santé

Exposition au radon domestique et incidence de cancer de la peau dans une cohorte prospective au Danemark

Résumé de l'article

De nombreuses études épidémiologiques menées en milieu professionnel (chez les mineurs d'uranium) et en population générale ont permis de montrer que le principal risque pour la santé associé à l'exposition au radon est le développement d'un cancer du poumon. Cependant des questions restent en suspens par rapport à l'existence d'autres risques pour la santé liés à l'exposition au radon. L'article de Braüner et al présente les résultats d'une étude danoise évaluant le risque de cancer de la peau lié à l'exposition domestique au radon.

Cette étude porte sur les données issues de la cohorte prospective nationale « Alimentation, cancer et santé ». Cette cohorte, est constituée de 57 053 participants, âgés de 50 à 64 ans et inclus sur la période 1993-1997. Un questionnaire auto-administré permet de collecter des données relatives à la santé, au mode de vie et au niveau d'éducation des participants. Des questions concernant la présence de grains de beauté et de taches de rousseur sont également posées.

Les adresses présentes et passées des participants sur la période 1971-2011 sont obtenues grâce au système d'enregistrement civil danois. Les concentrations de radon dans chacune des habitations occupées sont estimées à l'aide d'un modèle statistique prédictif basé sur la localisation géographique, la géologie et

Commentaires et conclusion du lecteur

Cette étude apporte des informations très intéressantes sur la capacité des granulés de bois à s'oxyder et à émettre des composés volatils sur une période significative. Les auteurs ont fait varier différents paramètres (essence de bois, température, âge des granulés). Les résultats sont détaillés et discutés selon les connaissances bibliographiques liées à la dégradation oxydative des essences de bois.

les caractéristiques du logement. Pour chacune des habitations occupées, l'exposition solaire aux ultraviolets est également prise en compte à partir des données de l'institut météorologique danois qui fournit pour chacune des 8 régions du pays un nombre moyen d'heures d'ensoleillement par jour pour chaque mois. Les cas de cancer incidents de la peau sont obtenus via le registre de cancer national sur la période 1978-2011.

Sur la base des éléments recueillis, l'analyse statistique a porté sur 51 445 participants, suivis pendant 13,6 années en moyenne. L'âge moyen à l'inclusion est de 56,3 ans. Les femmes représentent 52,6% de la population étudiée. La médiane des concentrations de radon prédites est de 38,3 Bq/m³. Au cours de l'étude, 3 243 cas de BCC (carcinome basocellulaire), 317 cas de SCC (carcinome épidermoïde) et 329 cas de MM (mélanome malin) ont été diagnostiqués. Après ajustement, les risques relatifs pour une augmentation de 100 Bq/m³ de l'exposition au radon s'élevaient à 1,14 (Intervalle de confiance à 95% = [1,03 ; 1,27]), de 0,90 (IC à 95% = [0,70 ; 1,37]) et 1,08 (IC à 95% = [0,77 ; 1,50]) respectivement pour l'incidence de BCC, SCC et MM.

La relation entre l'exposition au radon et l'incidence de BCC était plus marquée pour les femmes comparativement aux hommes, pour les personnes résidant dans des zones géographiques de niveau socio-économique plus élevé (RR=1,31, IC à 95% = [1,15 ; 1,48]) comparativement aux personnes résidant dans des zones géographiques de niveau socio-économique moins élevé (RR=1,09, IC à 95% = [0,98 ; 1,22]) et pour les personnes résidant dans des appartements (RR=1,86, IC à 95% = [1,54 ; 2,26]) par rapport à celles résidant dans des maisons individuelles (RR=1,05, IC à 95% = [0,91 ; 1,20]).

Les auteurs concluent que leurs résultats sont en faveur d'une relation statistiquement significative entre le risque de BCC et l'exposition au radon. Une des forces de l'étude danoise est de croiser des données issues de recensement nationaux permettant de retracer l'historique résidentiel des participants, d'évaluer leur exposition au radon et aux ultraviolets et enfin de connaître l'incidence de cancers dans la population suivie. L'évaluation rétrospective de l'exposition aux ultraviolets est cependant peu précise.

Les auteurs ne peuvent pas écarter la possibilité d'un biais de confusion résiduel relatif à l'exposition solaire ni conclure à une relation causale entre l'exposition au radon et l'incidence de BCC. Il est en effet attendu que les niveaux de concentrations de radon soient moins élevés dans les appartements que dans les maisons individuelles. D'autres études seront nécessaires pour consolider les résultats obtenus.

Cependant, il n'y a pas eu dans cette étude de mesures directes de la concentration de radon dans les habitations présentes et passées des participants. L'évaluation rétrospective de l'exposition aux ultraviolets est également peu précise. Il est d'ailleurs à noter que cette étude de cohorte n'était pas spécifiquement conçue pour étudier l'association entre exposition domestique au radon et risque de cancer de la peau puisqu'elle fait partie d'un projet de recherche plus large sur le thème « Alimentation, cancer et santé ». Le nombre élevé de relations statistiques étudiées a pu aboutir à une association fortuite.

Source : Braüner EV, Loft S, Sorensen M et al. Residential radon exposure and skin cancer incidence in a prospective Danish cohort. Plos One 2015; 10(8):e0135642. doi: 10.1371/journal.pone.0135642. eCollection 2015

Article analysé par : Hélène BAYSSON, email : hbaysson@ch-annecygenevois.fr

Métrologie

**Article proposé « hors série » OQAI
(Université Paris-Est et CSTB)**

Microplastiques dans l'environnement intérieur : premières données françaises

Les microplastiques désignent des objets de taille inférieure à 5 mm, pouvant être des fibres, des fragments ou des sphérules. Ils ont été fortement médiatisés ces dernières années et sont devenus un sujet de préoccupation environnementale d'ampleur internationale, tant au sein de la communauté scientifique que du grand public.

Les études conduites à ce jour pour caractériser la contamination environnementale par les microplastiques l'ont été principalement en milieu marin, et dans une moindre mesure dans les eaux continentales. Aucune étude ne s'est en revanche intéressée à la présence de microplastiques dans l'air intérieur et extérieur et les poussières déposées sur les surfaces. Dans ce contexte, le projet Plastic'Air, soutenu par le Pôle Santé-Société de l'Université Paris-Est, visait à acquérir de premières données sur les microplastiques dans l'air et les poussières de différents lieux de vie.

Trois types de prélèvement ont été réalisés : des prélèvements d'air, de poussières déposées au sol et de dépôts de poussières sédimentables. Deux logements et un bureau situés en proche banlieue parisienne ont été instrumentés aux différentes saisons, en février, mai, juillet et octobre 2015. En intérieur, l'air a été prélevé à 1,2 m du sol au moyen d'une pompe sur des filtres en fibres de quartz à un débit de 8 L/min, exclusivement en présence des occupants, soit pendant 4 à 7 heures.

Trois échantillons de poussières de sac d'aspirateur ont été prélevés dans les logements. Enfin, des collecteurs passifs en fibres de quartz ont permis de collecter les poussières sédimentables pendant une durée de 4 à 15 jours. En parallèle, des prélèvements d'air intérieur et d'air extérieur ont été réalisés.

Commentaires et conclusion du lecteur

Les auteurs montrent une association statistiquement significative entre l'exposition domestique au radon et l'incidence de BCC (carcinome basocellulaire). Auparavant, seules des études de type écologique avaient observé une association entre exposition domestique au radon et risque de NMSC (cancers de la peau non mélanomes). Cette relation serait plausible puisque des études dosimétriques indiquent qu'une part de la dose due au radon et à ses descendants radioactifs peut être délivrée en dehors des poumons, en particulier à la moelle osseuse et à la peau (Kendal, 2002).

Le comptage des fibres de 50 µm à 5 mm a été réalisé au stéréomicroscope. Avant observation, les poussières collectées dans les sacs d'aspirateur étaient tamisées à 2,5 mm pour éliminer les plus gros éléments (miettes, cheveux, etc.). La caractérisation chimique d'un échantillon aléatoire de 28 fibres intérieures a ensuite été réalisée par spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier.

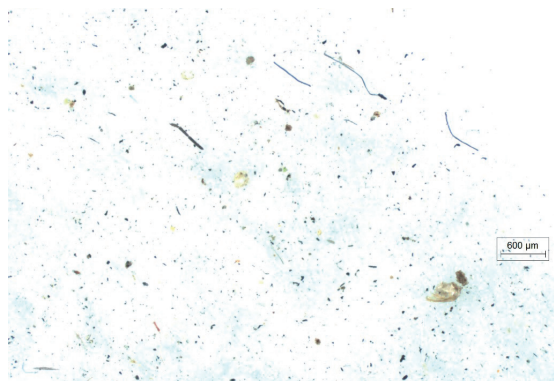
Tous les prélèvements d'air intérieur contenaient des fibres en concentration allant de 1 à 60 fibres par m³ (médiane : 5,4 fibres/m³). Les concentrations extérieures étaient plus faibles et variaient de 0,3 à 1,5 fibres par m³ (médiane : 0,9 fibres/m³). Les concentrations dans les poussières au sol variaient de 190 à 670 fibres par mg de poussières et étaient en cohérence avec les dépôts mesurés allant de 1 600 à 11 000 fibres/jour.m² (considérant un dépôt moyen de poussières de 11 mg/jour.m² dans les logements). Les concentrations en fibres dans l'air intérieur n'étaient pas statistiquement différentes entre les saisons. En revanche, elles étaient significativement plus faibles dans l'un des appartements en comparaison du second appartement et du bureau, qui eux ne présentaient pas de concentrations statistiquement différentes.

L'analyse chimique du sous-échantillon de fibres intérieures a montré que 33 % d'entre elles étaient d'origine pétrochimique, autrement dit étaient des microplastiques. Les autres fibres (67 %) étaient principalement des fibres de cellulose.

Cette étude est la première sur les microplastiques dans l'environnement intérieur. Elle montre leur présence systématique et à des concentrations supérieures dans l'air intérieur par rapport à l'air extérieur. Leur présence dans les poussières déposées au sol peut contribuer à une exposition par ingestion, en particulier des jeunes enfants dont les contacts main-sol et main-bouche sont fréquents.

Ces résultats tout à fait originaux incitent à la poursuite des travaux dans un échantillon élargi de bâtiments, incluant également des écoles et crèches. Des questionnaires détaillés sur les matériaux, le mobilier et les objets en plastique et les habitudes des occupants des locaux permettraient la recherche des déterminants des concentrations observées.

La caractérisation chimique des substances présentes dans ces microplastiques (phtalates, alkylphénols, par exemple) serait également utile à l'évaluation des expositions et des risques pour la santé. Enfin, la contribution du renouvellement d'air des bâtiments à la contamination environnementale en microplastiques reste un sujet de questionnement. Les recherches à mener pour approfondir les connaissances relatives aux microplastiques en air intérieur restent nombreuses.



Observation des fibres au microscope (source LEESU/UPEC)

Pour en savoir plus : Dris et al. A first overview of textile fibers, including microplastics, in indoor and outdoor environments. *Environmental Pollution* 2017, 221, 453–458. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2016.12.013>

Source :

- Rachid Dris, Johnny Gasperi (Contact : gasperi@u-pec.fr), Cécile Mirande, Bruno Tassin : Université Paris-Est, LEESU (laboratoire eau environnement et systèmes urbains), 61 avenue du Général de Gaulle, 94010 Créteil Cedex, France
- Corinne Mandin : Université Paris-Est, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), 77447 Marne-La-Vallée, France.
- Valérie Langlois : Institut de Chimie et des Matériaux Paris Est, CNRS-UPEC-UMR7182, 2-8, rue Henri Dunant, 94320 Thiais, France.



Actualités

Dispositif réglementaire de surveillance de la qualité de l'air dans les établissements recevant du public

A partir du 1^{er} janvier 2018, mise en application de ce nouveau dispositif pour les écoles maternelles, élémentaires et les crèches.

Pour en savoir plus

<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/qualite-lair-interieur>

Smart ventilation for buildings, 39^{ème} conférence de l'AIVC

Les 18 et 19 Septembre 2018 à Antibes

Cette conférence est organisée par l'AIVC (Air Infiltration and Ventilation Centre) en partenariat avec le CETIAT, l'ADEME et l'INIVE (International Network for Information on Ventilation and Energy Performance). Elle traite de toutes les composantes de la ventilation des bâtiments et notamment des relations avec la qualité de l'air intérieur et la santé.

Pour plus d'informations, le site web de la conférence

<http://aivc2018conference.org/>

INDOOR AIR 2018

Du 22 au 27 juillet 2018 à Philadelphie, USA

La 15^{ème} conférence «Indoor Air» organisée par l'ISIAQ «International Society for Indoor Air Quality and Climate» aura lieu du 22 au 27 juillet 2018 à Philadelphie, USA.

Pour plus d'informations, le site web de la conférence

<http://www.indoorair2018.org/>

Parution du rapport CSTB/INERIS sur les émissions des bougies et encens dans les environnements intérieurs

Pour accéder au résumé et télécharger le rapport :

sur le site de l'INERIS

<https://www.ineris.fr/fr/exposition-aux-polluants-emis-par-les-bougies-et-les-encens-dans-les-environnements-interieurs-0>

sur le site de l'ADEME

http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/exposition-polluants-bougies-encens-environnements-interieurs_2017_rapport_v2.pdf

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

Directeur de la publication : Raymond Cointe

Directeur de la rédaction : Philippe Hubert

Comité de rédaction :

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

Maquette : Patrick Bodu

Mise en page : Olivier Peron

Coordination et contact :

Anis AMARA - anis.amara@ineris.fr

INERIS, Parc Technologique ALATA,

BP 2, 60550 Verneuil-en-Halatte, France

ISSN1760-5407

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

Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie, Association pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique et ses comités régionaux Nord-Pas de Calais et PACA-Marseille, ATMO PACA représentant les Associations Agréées pour la Surveillance de la Qualité de l'Air, Bureau Véritas, BURGEAP, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Complexe de Recherche Interprofessionnel en Aérothermochimie, École des Hautes Études en Santé Publique, Faculté de Pharmacie de Marseille, Faculté de Pharmacie de Paris V, Hôpitaux de Marseille, Hôpitaux de Rouen, Hôpitaux de Strasbourg, Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale, Institut de Radioprotection et de 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'Ile-de-France, SEPIA-Santé, Service des Études Médicales de EDF, Université Bordeaux II – Équipe EA 3672 Santé Travail Environnement, Université de Caen, Véolia Environnement, Vincent Nedellec Conseils.

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

ou inscrivez vous à partir du site internet :

<https://rsein.ineris.fr/bulletins.html>