

soutenue le 11 mars 2010

Évaluation des expositions humaines aux particules ultrafines dans l'environnement domestique

Xiaolin JI, xiaolin.ji@ineris.fr - Docteur en Sciences - Sciences de la vie et Santé

Directeur de thèse : Jean-Claude PAIRON - INSERM U 955 - Faculté de Médecine, 8 rue du Général Sarrail, 94010 Créteil cedex

Thèse suivie à l'INERIS par Olivier LE BIHAN ; Juliette LARBRE - Direction des Risques Chroniques / Pôle Caractérisation de l'environnement, Innovation pour la mesure ; Pôle Risques et technologies durables, Impact sanitaire et expositions

Il existe actuellement des interrogations sur les effets sur la santé de l'exposition humaine aux particules ultrafines. Ce travail visait à documenter les sources de particules ultrafines dans l'environnement domestique et à développer des outils d'estimation de l'exposition.

Deux campagnes de mesures (été, hiver) ont permis d'étudier l'impact de 13 sources dans différentes pièces d'une maison expérimentale, avec des instruments permettant la mesure de la concentration en nombre, en masse, en surface, ainsi que la granulométrie des particules (incluant la fraction ultrafine). Ces sources ont été hiérarchisées en fonction de leur importance relative en terme de concentration par rapport au bruit de fond : impact élevé (cuisson, chauffage d'appoint, grille-pain), impact modéré (encens, cigarette, bougie), impact faible (spray désodorisant, aspirateur, sèche-cheveux). Il a été mis en évidence une diffusion de la pollution émise par une source à partir d'une pièce dans les autres pièces du logement, y compris pour des sources d'impact modéré (l'encens). Un impact très positif d'une augmentation du renouvellement de l'air par ventilation mécanique continue sur la concentration en particules a été montré (diminution de 40 % de la concentration en nombre, hors pièce « source »). Avec les appareils actuellement disponibles, la comparaison des différents paramètres de mesure des particules suggère que la concentration en nombre reste la méthode la plus fiable pour le suivi des particules ultrafines.

L'évaluation de l'exposition humaine aux particules ultrafines s'est appuyée sur une démarche multi étapes : estimation de l'impact global de chaque source sur l'ensemble de la maison (calcul d'une moyenne globale spécifique, après soustraction du bruit de fond) ; calcul d'un indicateur global d'exposition, prenant en compte la fréquence d'usage des sources et les dispositifs de ventilation du logement ; construction de scénarii d'exposition selon les Budgets-Espace-Temps-Activité des individus et leur statut (opérateur mettant en œuvre les sources ou occupant passif). L'opérateur est en moyenne 1,5 fois plus exposé aux particules ultrafines que l'occupant passif, le sujet passant la majeure partie de son temps dans la pièce la plus polluée (cuisine) est soumis à des concentrations de 2 à 3 fois supérieures à l'individu qui n'active pas les sources.

Dans les limites du cadre expérimental de cette étude (une seule journée-type, nombre « limité » de sources de particules, maison expérimentale et non « environnement réel »), les outils simples proposés semblent permettre d'estimer l'exposition réelle aux particules ultrafines de façon relativement fiable, puisque la concentration estimée sur la journée diffère de moins de 20% de la concentration réellement mesurée.

Mots clés : nanoparticules, pollution dans l'air intérieur, méthodologie de l'évaluation, environnement contrôlé, environnementale exposition

Liste des publications

Revue à comité de lecture

X. Ji, O. Le Bihan, O. Ramalho, C. Mandin, B. D'Anna, L. Martinon, M. Nicolas, D. Bard, J.-C. Pairon, "Characterization of particles emitted by incense burning in an experimental house." *Indoor Air*, **20** : 147-158.

Liste des communications

C. Mandin, X. Ji, O. Ramalho, O. Le Bihan, J.-C. Pairon, L. Martinon and D. Bard. Measuring levels, assessing determinants and variabilities of nanoparticle concentrations in residential environment : The NANOP Project. Proceedings International Society for Exposure Analysis Conference 2007, p 7

X. Ji, O. Le Bihan, O. Ramalho, R. Aujay, J. Garrigue, C. Mandin, L. Martinon, D. Bard et J.-C. Pairon. Particules ultrafines dans l'environnement domestique : niveau, déterminant et variabilités-Projet NanoP 23^{ème} congrès français des aérosols (CFA), Paris, 16-17 janvier 2008

X. Ji, C. Mandin, O. Ramalho, O. Le Bihan, J.-C. Pairon, L. Martinon and D. Bard. Measuring levels, assessing determinants and variabilities of nanoparticle concentrations in residential environment, The NANOP Project 11th conference Indoor Air' 2008 of International Society for Indoor Air Quality (ISIAQ), Copenhagen, 17-22 August 2008

X. Ji, C. Mandin, O. Ramalho, O. Le Bihan, L. Martinon, D. Bard and J.-C. Pairon. Exposure to nanoparticles in residential environment, The NANOP Project. 8th conference of European Respiratory Society, Berlin, 4-8 oct 2008

X. Ji, M. Nicolas, O. Le Bihan, O. Ramalho, C. Mandin, B D'Anna, L. Martinon, D. Bard et J.-C. Pairon. Caractérisation des particules générées par la combustion d'encens. 24^{ème} congrès français des aérosols (CFA), Paris, 14-15 janvier 2009

Ji. X., Le Bihan. O., Mandin. C., Ramalho. O., Martinon. L., Bard. D., J.-C. Pairon. Measuring Levels of Ultrafine Particle Concentrations During Human Activities In Residential Environment. Indo-French Indoor Air Quality Seminar, Nantes, 31th may - 3rd June 2010

Ji. X., Le Bihan. O., Mandin. C., Larbre. J., Ramalho. O., Martinon. L., Bard. D., J.-C. Pairon. Measuring Exposure Scenarios to ultrafine particles in an experimental house. Indo-French Indoor Air Quality Seminar, Nantes, 31th may - 3rd June 2010