

Habitat et santé

Les particules ultrafines dans les environnements intérieurs : impact des activités humaines

Période : avril 2009 à août 2009

Juliette LARBRE

RSEIN / Ineris – Direction des Risques Chroniques – Verneuil-en-Halatte

Mots clés : Air Intérieur, Emissions, Particules, Ultra-fines

La problématique des particules nanomanufacturées est très présente dans l'actualité. Elle occulte une préoccupation importante et qui l'avait précédée : le risque lié aux particules « ultrafines », c'est-à-dire aux particules de même taille (diamètre < 100 nm), particules non-intentionnelles mais bien présentes dans notre quotidien.

Après des efforts notables sur le trafic - notamment les rejets diesel - un nombre croissant d'études s'intéresse aux sources domestiques. L'étude en chambre permet de manière très efficace de caractériser les sources notamment en termes de facteur d'émission.

Facteurs d'émission de particules durant des activités de cuisine

Analyse

La cuisson des aliments accroît de façon notable les concentrations particulaires et surtout de particules ultrafines (PUF) dans l'air intérieur.

La présente étude de **Buonanno et al. (2009)** évalue expérimentalement l'influence de la nature des aliments cuisinés et de l'huile utilisée, de la température, de l'énergie et du mode de cuisson (friture/grill) sur les émissions particulaires (surface, morphologie, nombre et granulométrie).

Différents aliments ont été grillés soit sur une gazinière soit sur une cuisinière électrique en faisant varier la température de cuisson. Ensuite, de façon à évaluer les émissions particulaires de la friture, des frites ont été plongées dans trois types d'huile chaude (olive, arachide, tournesol « spéciale friture ») sur la gazinière au maximum de sa puissance et dans une friteuse électrique fonctionnant à température constante (190 °C).

Durant ces activités, les mesures suivantes ont été réalisées : concentration, granulométrie et morphologie des particules ; température de cuisson. Le point de mesure était situé à 2 mètres des appareils de cuisson et tous les mesurages étaient en 3 étapes : mesure du bruit de fond, mesures durant l'activité, puis 30 à 40 minutes de mesures après l'arrêt de la cuisson.

Griller des aliments sur une gazinière génère plus de particules (en nombre) qu'à partir d'une cuisinière électrique ; le bruit de fond « hors cuisson » des particules émises par la gazinière étant déjà supérieur. Le taux d'émission particulaire augmente conjointement à la température de cuisson. 98 % des particules émises (en nombre) étaient des particules ultrafines, contribuant peu à la concentration en masse.

Par ailleurs, griller des aliments gras entraîne des facteurs d'émission (masse et surface spécifique) supérieurs à ceux liés aux grillades d'aliments pauvres en graisses (légumes).

Enfin, la friture à l'huile d'olive sur gazinière génère les facteurs d'émission (en nombre, masse et surface spécifique) les plus élevés. Les facteurs d'émissions les plus faibles sont obtenus avec la friteuse électrique probablement du fait de la température de friture relativement basse et stable.

La suite de l'étude présentera plus spécifiquement les résultats sur la morphologie et la composition chimique des particules afin d'étudier plus précisément les éventuels effets sanitaires des émissions générées par cette activité domestique.

Commentaires

Cette étude est très riche et très complète compte tenu des nombreux paramètres liés aux émissions particulaires mesurés, des multiples variables testées, et du support bibliographique riche. Elle participe indéniablement à l'enrichissement des connaissances des émissions particulaires dans l'air intérieur liées aux activités de cuisson quotidiennes.

Toutefois, certains paramètres expérimentaux ne sont pas renseignés comme la durée des temps de cuisson et l'influence du scénario de ventilation. Ces données pourraient pourtant permettre de travailler sur des scénarii d'exposition de la population générale.

Composition chimique et facteur d'émission (masse) lors de la combustion de bougies

Analyse

Ce travail suédois (Pagelsa *et al.*, 2009) a pour objectif d'étudier la morphologie et la composition chimique des particules émises lors de la combustion de 2 types de bougies commerciales dans un environnement intérieur. Les bougies lors de leur combustion sont émettrices de particules ultra-fines, de $PM_{2,5}^{(i)}$ et de carbone élémentaire. L'une des bougies étudiée était de qualité supérieure et étiquetée comme peu émettrice de suie (cire pure à base de stéarine, bougie 1) alors que la deuxième était une bougie bon marché (coloration bleu foncée, cire à base d'un mélange de stéarine/paraffine, bougie 2). L'ensemble des tests ont été réalisés dans une chambre de 22 m³ avec un renouvellement d'air de 0,5 h⁻¹ ainsi qu'avec un ventilateur dans la pièce. Le brûlage des bougies a été étudié selon trois modes de fonctionnement: bougie protégée par un tube, bougie à l'air libre et extinction de la bougie.

L'analyse des concentrations en nombre de particules (16-1 000 nm) sont: 1,14.10⁶ pt/cm³ et 0,51.10⁶ pt/cm³ lorsque la bougie est protégée et de 0,89.10⁶ pt/cm³ et 0,27.10⁶ pt/cm³ à l'air libre, pour les bougies 1 et 2 respectivement. Le nombre de particules dont le diamètre est inférieur à 100 nm avec un mode entre 20 et 30 nm, est très important. Avec le temps, on voit apparaître un deuxième mode vers 270 nm. Celui-ci correspond à la coagulation des particules entre elles. Ce phénomène est plus important pour les bougies à l'air libre avec une flamme vacillante. L'analyse microscopique confirme ce mélange de particules unitaires et de particules agglomérées. Du point de vue de la composition chimique des particules ultra-fines lorsque la bougie est protégée et que la flamme est stable, c'est le carbone élémentaire qui domine la composition. En revanche, lors de la combustion avec une flamme vacillante les matières inorganiques dominent: pour la bougie 1, ce sont des phosphates d'ammonium (retardateur de flamme provenant de la mèche); pour la bougie 2, ce sont du potassium, du sodium, des nitrates ainsi que de nombreux métaux (cuivre, étain et cobalt) qui peuvent être soit des durcisseurs de mèche soit des pigments.

Commentaires

Les auteurs ont réalisé une étude très complète des émissions de bougies en utilisant de nombreux instruments de mesurage. Ils mettent ainsi en valeur la détermination des concentrations en nombre ou de la surface spécifique qui sont dans certains cas plus pertinentes que la concentration massique.

Au-delà de la mesure des concentrations en masse et en nombre des particules, les auteurs se sont attachés à déterminer la composition chimique des particules ultra-fines. Cette analyse montre que la majorité des ultra-fines émises par les bougies est composée de sels solubles hygroscopiques dont l'absorption d'eau augmente la taille et diminue ainsi la pénétration et la déposition dans le tractus respiratoire, de même qu'un fort taux d'agglomération. Toutefois, la présence de composés métalliques

au sein des particules doit être prise en compte afin de mieux appréhender l'impact sanitaire de l'utilisation des bougies dans les environnements intérieurs.

Ces travaux sont d'autant plus importants à poursuivre que le marché de la bougie est en croissance régulière. La bougie est devenu un objet de décoration et parfumant. À ce titre, les fabricants sont innovants quant aux matières et aux senteurs utilisées dans la bougie. Or, lors de la combustion tous ces composants sont émis sous forme gazeuse ou particulaire dans l'environnement intérieur et le phénomène de combustion transforme beaucoup de ces composants. Pour les adeptes des bougies et des senteurs, la combustion en permanence dans le lieu de vie tient une part très importante de la pollution particulaire de l'air intérieur derrière les activités de cuisson.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Ces articles illustrent l'intérêt croissant qui est porté aux particules ultrafines dans les environnements intérieurs. Les travaux de recherche ne s'articulent plus uniquement autour des nanoparticules manufacturées. Les activités domestiques sont à l'origine d'émissions particulières de natures très diverses dont les particules ultrafines. Leur étude morphologique et chimique requière des technologies qui diffèrent de celles connues pour les particules fines. On se rend compte par exemple qu'il semble plus pertinent de déterminer leur concentration en nombre ou en surface spécifique et non plus en masse.

L'effet sanitaire est aujourd'hui encore mal défini mais comme pour les particules de taille microscopique le facteur taille est un point important tout comme leur composition chimique.

Mots clés utilisés pour la recherche bibliographique

Health, Particles, Ultrafine.

Publications analysées

Buonanno G, Morawska L, Stabile L. Particle emission factors during cooking activities. *Atmospheric Environ.* 2009; 43(20):3235-42.

Pagels J, Wierzbicka A, Nilsson E et al. Chemical composition and mass emission factors of candle smoke particle. *Aerosol Sci.* 2009; 4(3):193-208.

Les particules ultrafines dans les environnements intérieurs : impact des activités humaines

Juliette LARBRE

Revue de la littérature

Valavanidis A, Fiotakis K, Vlachogianni T. Airborne particulate matter and human health: toxicological assessment and importance of size and composition of particles for oxidative damage and carcinogenic mechanisms. *J. Environ. Sci. Health C Environ. Carcinog. Ecotoxicol. Rev.* 2008; 26(4):339-62.

Xia T, Li N, Nel AE. Potential health impact of nanoparticles. *Annu. Rev. Public Health.* 2009; 30:137-50.

Publications non sélectionnées

Karlsson HL, Gustafsson J, Cronholm P et al. Size-dependent toxicity of metal oxide particles--a comparison between nano- and micrometer size. *Toxicol. Lett.* 2009; 188(2):112-8.

Article centré sur les nanoparticules manufacturées mais approche intéressante sur les impacts sanitaires de particules métalliques en fonction de leur taille. Les nanoparticules ne sont pas systématiquement plus dangereuses.

Murr LE, Garza KM. Natural and anthropogenic environmental nanoparticulates: their microstructural characterization and respiratory health implications. *Atmos. Environ.* 2009; 43(17):2683-92.

Nanoparticules manufacturées des environnements intérieurs et extérieurs. Beaucoup de données météorologiques et essais biologiques pour plusieurs nanoparticules sur des cellules épithéliales de poumon.

Lexique

(1) $PM_{2,5}$: particules de diamètre aérodynamique médian inférieur à 2,5 μm .