



**HAL**  
open science

## Caractérisation des particules générées par la combustion d'encens

Xiaolin Ji, Mélanie Nicolas, Olivier Le Bihan, Olivier Ramalho, Corinne Mandin, Barbara d'Anna, Laurent Martinon, Denis Bard, Jean-Claude Pairon

► **To cite this version:**

Xiaolin Ji, Mélanie Nicolas, Olivier Le Bihan, Olivier Ramalho, Corinne Mandin, et al.. Caractérisation des particules générées par la combustion d'encens. 24ème Congrès Français sur les Aérosols, Jan 2009, Paris, France. 6 p. hal-00688558

**HAL Id: hal-00688558**

**<https://hal.science/hal-00688558>**

Submitted on 17 Apr 2012

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# CARACTERISATION DES PARTICULES GENEREES PAR LA COMBUSTION D'ENCENS

X. Ji\* (1, 6), M. Nicolas (2), O. Le Bihan (1), O. Ramalho (3), C. Mandin (1), B. D'Anna (2),  
L. Martinon (4), D. Bard (5) et J-C. Pairon (6)

- (1) Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS), Parc Technologique Alata, BP 2, 60550 Verneuil-en-Halatte. xiaolin.ji@ineris.fr
- (2) Institut de Recherches sur la Catalyse et l'Environnement (IRCE), Lyon
- (3) Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB), Champs/Marne
- (4) Laboratoire d'étude des particules inhalées (LEPI), Paris
- (5) Ecole nationale de la santé publique (ENSP), Rennes
- (6) INSERM U 841 et Université Paris 12, Créteil

## TITLE

Characterisation of particles emitted by incense burning.

## ABSTRACT

NANOP project aims at assessing the nanoparticle levels and their spatial and temporal variation in a simulated domestic environment. Thirteen sources are operated in realistic conditions in the experimental house (MARIA) at the Scientific and Technical Centre for Building (CSTB). The detailed descriptions of the house, the devices and the measurement conditions are reported in the previous communication (Ji et al., 2008)

This paper focuses on the results obtained with one particularly reliable source, i.e. combustion of one incense stick. Results indicate that burning incense emits fine and ultrafine particles. Nearby incense, the maximum number concentration is 28,800 particles per cubic centimetre; the maximum concentration of particulate matter (PM<sub>2.5</sub>) reached 197 microgram per cubic meter; the specific surface concentration is 180 square micrometer per cubic centimetre. The results show that number concentration depends on the distance of the sampling point relative to the source. Real time particle composition data by AMS (Aerosol Mass Spectrometer) are presented.

## RESUME

Le projet NANOP s'inscrit dans une perspective de caractérisation des niveaux de concentration en nanoparticules dans l'air, d'analyse de leur variabilité spatio-temporelle et d'identification de leurs déterminants dans un environnement domestique. Treize sources sont mises en œuvre en conditions réalistes dans la maison expérimentale (MARIA) du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB). La maison, le matériel en place et les conditions de mesure ont été présentés en détails dans une précédente publication (Ji et al., 2008).

La présente communication porte sur les résultats obtenus dans le cas de l'utilisation d'un bâton d'encens. Les observations montrent que la combustion d'encens émet des particules fines et ultrafines. A proximité de la source, la concentration maximale sur 1 minute atteint 28 800 particules par centimètre cube (nombre), 197 microgramme par mètre cube (PM<sub>2,5</sub>), 180 micromètre carré par centimètre cube (surface spécifique, en mode « alvéolaire »). Les résultats montrent que la concentration en nombre dépend de l'éloignement par rapport à la source. Des informations en temps réel sur la composition des particules émises ont également été obtenues au moyen d'un AMS (*Aerosol Mass Spectrometer*).

Ces travaux bénéficient du soutien de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (AFSSET).

Les auteurs remercient le Dr Michel Attoui de l'Université Paris XII pour la mise à disposition de matériel de mesure.

## Introduction

Depuis peu, les particules ultrafines ( $\varnothing < 100 \text{ nm}$ ) sont considérées comme étant potentiellement préoccupantes en terme de santé publique. Elles peuvent en effet avoir des effets négatifs sur la santé, notamment causer des troubles respiratoires (Brown et al., 2002; Forastiere et al., 2005).

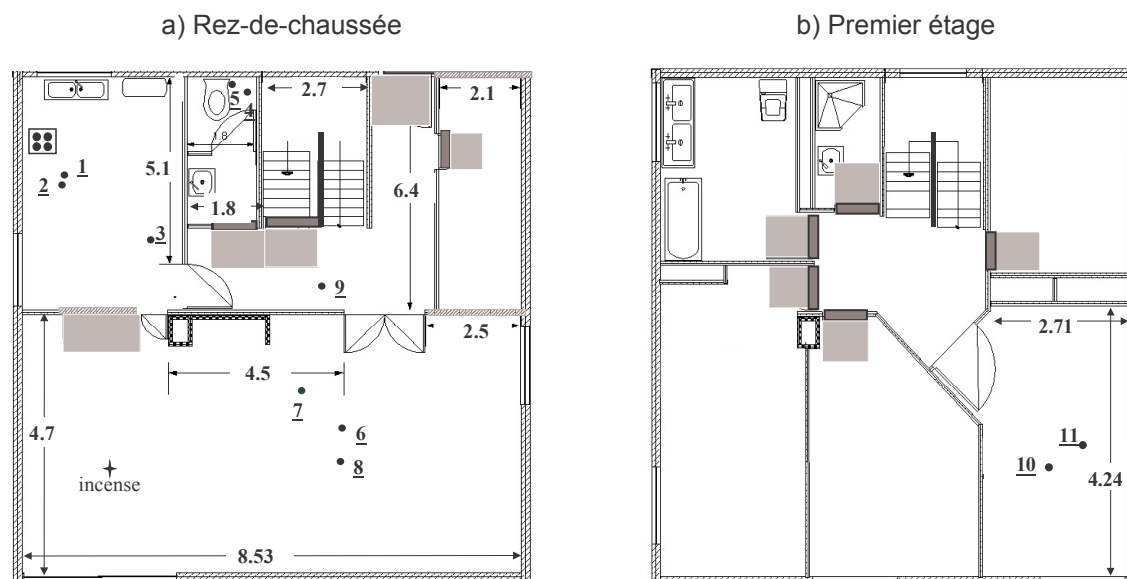
L'encens est largement utilisé à travers le monde pour des cérémonies religieuses ou pour masquer des odeurs. La combustion d'encens produit une large variété de substances comme des particules ultrafines (See et al., 2007), des gaz inorganiques (Jetter et al., 2002), des composés organiques volatils (COV) (Yang et al., 2007), des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) (Yang et al., 2007).

Si les particules présentes dans la fumée d'encens ont fait l'objet de nombreuses recherches (Jetter et al., 2002; Lee and Wang, 2004; Lung et al., 2004), la variation spatiale et temporelle n'a pas été considérée jusqu'à présent. Le projet NANOP vise ainsi à caractériser des niveaux de concentration en particules ultrafines dans l'air intérieur. Dans cette communication, les résultats obtenus pour la combustion d'encens sont rapportés.

## Matériel et Méthode

### 1. Site expérimental et conditions de mesure

Les mesures ont été effectuées le 5 février 2008 dans la maison MARIA. L'organisation spatiale et l'emplacement des matériels sont décrits en figure 1. La description détaillée de la maison, du matériel et des conditions de mesure a été faite dans une précédente communication (Ji et al., 2008).



**1** : Compteur Optique Grimm

**2** : APS

**3** : TEOM 50°C

**4** : Compteur Optique Grimm

**5** : CNC 3007

**6** : SMPS, APS, analyseur de NOx, ELPI, CNC Eau, Aerotrack 9000

**7** : TEOM 50°C

**8** : Compteur Optique Grimm

**9** : AMS

**10** : Compteur Optique Grimm

**11** : CNC 3007

Figure 1 : Plan de la Maison MARIA

### 2. Assurance qualité et protocole de mesure

Les appareils de mesure ont été vérifiés de manière approfondie à trois reprises chacune des deux campagnes, d'une durée de cinq semaines : avant le transport du matériel à la maison MARIA, au début de la campagne et à la fin de la campagne.

Par ailleurs, au cours des campagnes, les débits et la synchronisation de tous les instruments ont été vérifiés une fois par semaine.

Un bâton d'encens à base de pin a été utilisé. Il a été installé sur une table dans le séjour de la maison (cf. Figure 1 a) et allumé à l'aide d'un briquet à gaz. Les déplacements humains ont été limités au maximum pendant la combustion du bâton d'encens. La durée de combustion a été de 15 minutes. A la fin de la combustion, le bâton d'encens a été éteint en le trempant dans un verre d'eau.

## Résultats et Discussion

### 1. Variation spatiale et temporelle

La variation spatiale et temporelle de la combustion de l'encens est présentée sur la figure 2. Le pas de temps des mesures à l'intérieur de la maison est de 1 minute, excepté pour l'analyseur de  $\text{NO}_x$  et pour le SMPS. Afin de limiter une forte oscillation des valeurs, notamment observée pour les mesures à proximité de la source, les données sont présentées sous la forme d'une moyenne glissante sur cinq minutes (Figure 2).

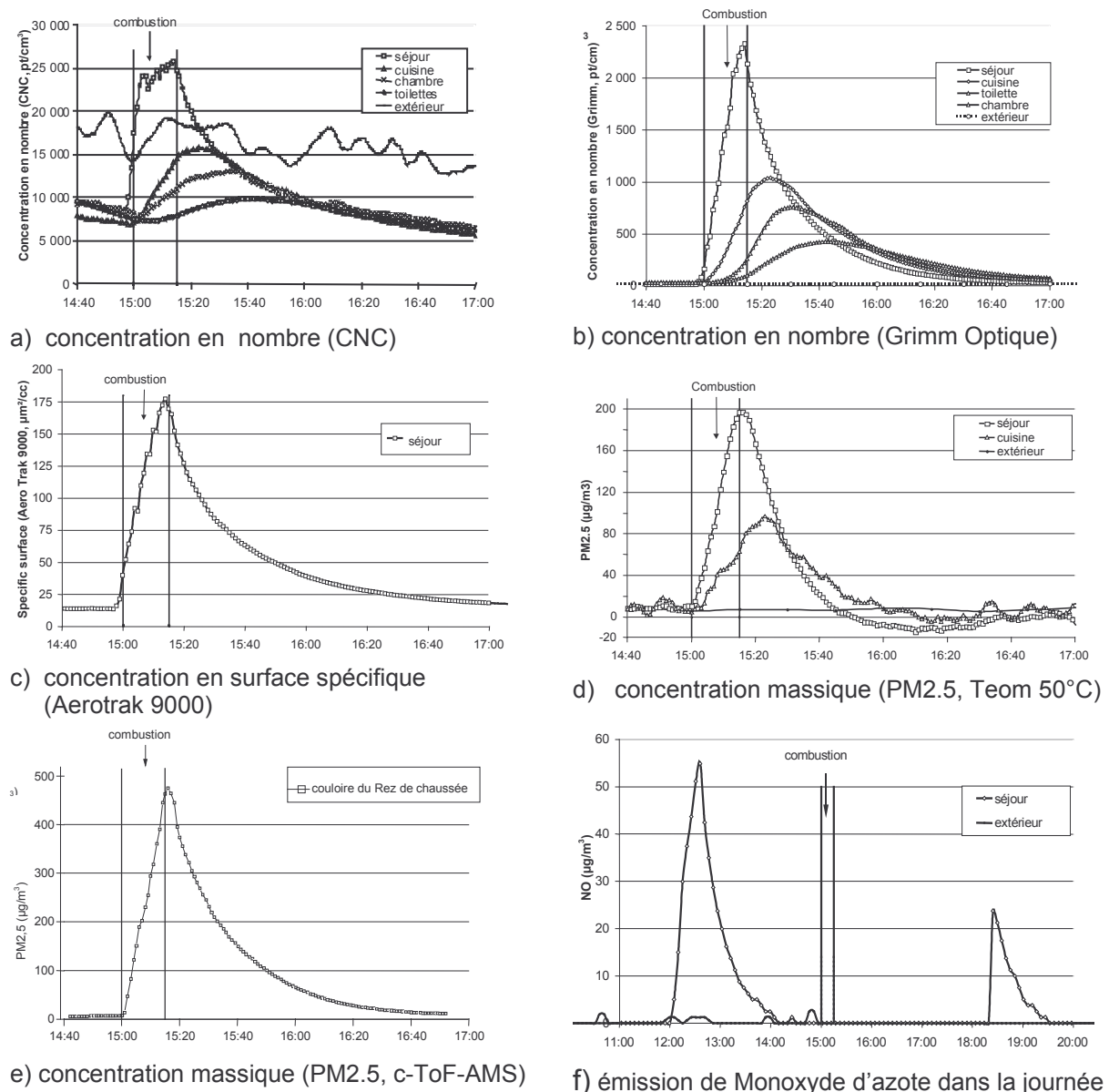


Figure 2 : Variation temporelle des différents paramètres (moyenne glissante de 5 minutes)

Les résultats montrent que la combustion d'encens impacte rapidement l'air intérieur de la maison. Les concentrations en nombre, en masse et en surface spécifique ont augmenté immédiatement à proximité de la source émettrice.

Le tableau 1 montre les concentrations de fond et les concentrations maximales mesurées au niveau des quatre points de prélèvement à l'intérieur de la maison, ainsi qu'au niveau du point extérieur. L'heure d'observation des valeurs maximales est également rapportée. L'ordre des concentrations maximales dans les quatre pièces est le suivant : séjour > cuisine > chambre > toilettes. Il est intéressant de noter que le même ordre est observé concernant l'heure d'observation de la concentration maximale (CNC et compteurs optiques Grimm).

Les résultats montrent que la concentration en nombre dépend de la distance du point de prélèvement à la source. Dans le séjour, la concentration maximale du CNC est de 25 800 particules/cm<sup>3</sup> (pt/cm<sup>3</sup>) ; ce niveau est environ 3 fois plus élevé que la concentration de fond. La concentration en nombre mesurée par le compteur optique Grimm dans le séjour est passée de 24 pt/cm<sup>3</sup> pour le bruit de fond à 3 200 pt/cm<sup>3</sup> (Figure 2 a, b). Dans les autres pièces, on observe une tendance similaire, à un degré moindre cependant.

Tableau 1 : Variation temporelle des concentrations en nombre dans les différentes pièces

	CNC (0,1 µm – 1,0 µm)			Grimm ( 0,3 µm – 20 µm)		
	Concentration de fond (pt/cm <sup>3</sup> )	Concentration maximale (pt/cm <sup>3</sup> )	Heure*	Concentration de fond (pt/cm <sup>3</sup> )	Concentration maximale (pt/cm <sup>3</sup> )	Heure*
séjour	8 600	25 800	15:14	24	3 200	15:14
cuisine	6 900	15 700	15:23	30	1 060	15:25
toilettes	7 300	9 900	15:40	34	430	15:43
chambre	7 900	13 100	15:36	31	770	15:32
extérieur	16 240	-	-	20	-	-

\* heure des concentrations maximales

La surface spécifique maximale à proximité de l'encens en combustion a atteint 177 µm<sup>2</sup>/cm<sup>3</sup>. En terme de concentration massique (PM2,5), la concentration maximale est 197 µg/m<sup>3</sup> dans le séjour et de 97µg/m<sup>3</sup> dans la cuisine. La concentration massique moyenne quart-horaire à l'extérieur était égale à 7,4 µg/m<sup>3</sup> pendant la combustion ( Figure 2).

## 2. Distribution en taille

La distribution en taille des particules émises pendant la combustion d'encens a été mesurée au moyen d'un SMPS avec un pas de temps de 5 minutes. La distance de l'encens au point de prélèvement était d'environ de 5 mètres (Figure. 1). L'impact du début de la combustion d'encens n'a pas été immédiat : plusieurs minutes ont été nécessaires pour percevoir un impact sur la mesure du SMPS. Les données comprises entre 15h05 à 15h20 ont été choisies comme représentatives de la période de combustion et celles de 14h40 à 14h55 pour la période de fond (Figure 3).

Sur la figure 3, les données du bruit de fond (14h40 à 14h55) ont été retranchées à celles de la période de combustion (15h05 à 15h20). Les valeurs obtenues sont représentées par la ligne « estimation de la contribution spécifique à l'encens ». Cette approche permet d'obtenir exclusivement la granulométrie de la fumée de l'encens, en déduisant l'apport du bruit de fond préexistant Une distribution en taille unimodale est obtenue, centrée sur un diamètre de 175 nm environ.

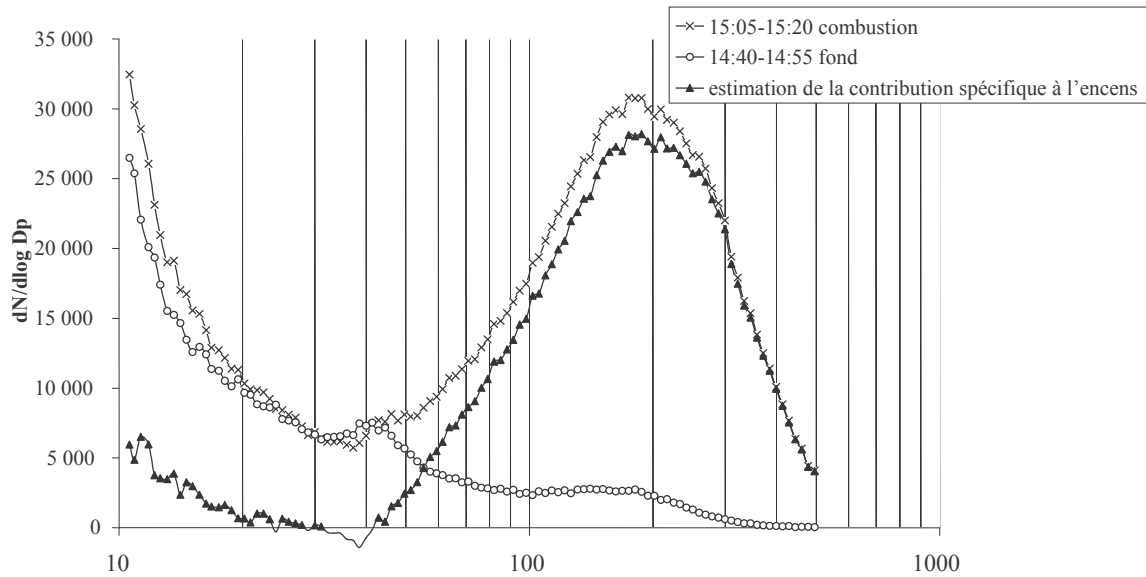


Figure 3 : Distribution en taille des particules émises pendant la combustion d'encens

### 3. Caractérisation chimique

La figure 4 présente une vue d'ensemble de la variation temporelle de la fraction organique totale et du potassium pendant la combustion d'encens. Les deux fractions se situent principalement dans la gamme 100 nm – 1 µm (concentration massique).

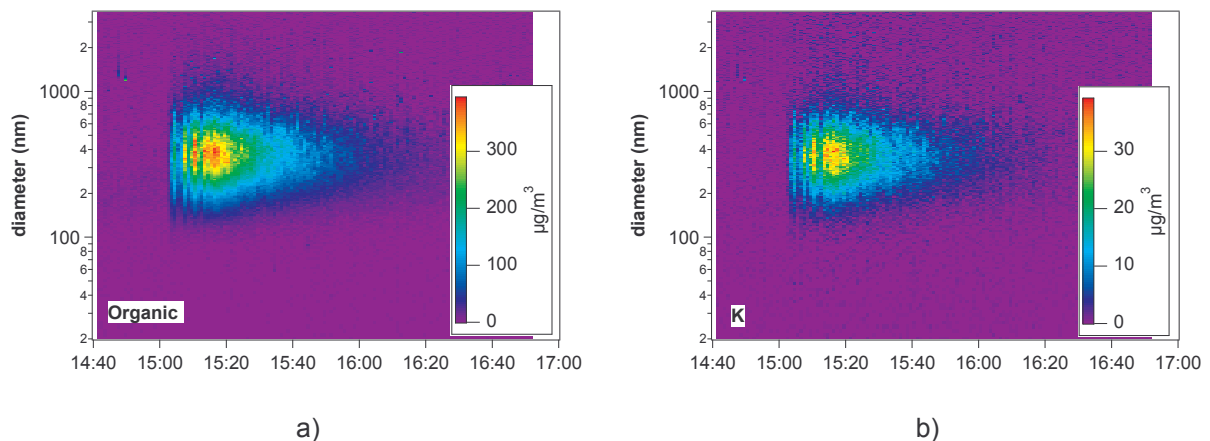


Figure 4 : Variation temporelle de la distribution en taille de la fraction organique (a) et du potassium (b) particulaires

### 4. Emissions de monoxyde d'azote (NO)

La Figure 2 (f) présente le suivi temporel de la concentration en NO le 5 février 2008. Plusieurs sources ont été mises en œuvre dans la journée. Il n'y a pas d'émission de NO lors de la combustion d'encens (15h00 à 15h15), ce qui n'est pas le cas pour d'autres sources domestiques.

## Conclusion

Les résultats montrent que :

- la combustion d'encens génère l'émission de particules fines et ultrafines. Ces particules impactent la qualité de l'air dans toute la maison ;
- à l'exception du NO, l'ensemble des paramètres mesurés sont fortement influencés (concentration en nombre, surface spécifique, PM<sub>2,5</sub>, composition particulaire) ;
- la concentration en nombre dépend de l'éloignement du point de mesure par rapport à la source. Le fait que les portes des différentes pièces soient ouvertes ou fermées, influe également ;
- à 5 mètres de la source, la contribution moyenne de la combustion d'encens correspond à une distribution en taille numérique unimodale centrée sur 175 nm ;
- la mesure de la composition par technique AMS montre une contribution massique significative en composés organiques, ainsi qu'en potassium, dans la gamme 0,1 – 1 µm.

## Références

- Brown, J. S., K. L. Zeman, et al. (2002). "Ultrafine particle deposition and clearance in the healthy and obstructed lung." *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, **166**(9), 1240-1247.
- Forastiere, F., M. Stafoggia, et al. (2005). "A case-crossover analysis of out-of-hospital coronary deaths and air pollution in Rome, Italy." *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, **172**(12), 1549-1555.
- Jetter, J. J., Z. S. Guo, et al. (2002). "Characterization of emissions from burning incense." *Science of the Total Environment*, **295**(1-3), 51-67.
- Ji, X., O. Le Bihan, et al. (2008). "Particules ultrafines dans l'environnement domestique : niveaux, déterminants et variabilités-projet NANOP." *Actes du congrès français des aérosols 2008*
- Lee, S. C. and B. Wang (2004). "Characteristics of emissions of air pollutants from burning of incense in a large environmental chamber." *Atmospheric Environment*, **38**(7), 941-951.
- Lung, S. C. C., K. J. Guo, et al. (2004). "Participants' exposure to PM<sub>2.5</sub> and gaseous/particulate polycyclic aromatic hydrocarbons during the Ma-tsu Goddess parade." *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, **14**(7), 536-543.
- Lung, S. C. C. and S. C. Hu (2003). "Generation rates and emission factors of particulate matter and particle-bound polycyclic aromatic hydrocarbons of incense sticks." *Chemosphere*, **50**(5), 673-679.
- See, S. W., R. Balasubramanian, et al. (2007). "Physical characteristics of nanoparticles emitted from incense smoke." *Science and Technology of Advanced Materials*, **8**(1-2), 25-32.
- Yang, C. R., T. C. Lin, et al. (2007). "Particle size distribution and PAH concentrations of incense smoke in a combustion chamber." *Environmental Pollution*, **145**(2), 606-615.
- Yang, T. T., T. S. Lin, et al. (2007). "Characteristics of emissions of volatile organic compounds from smoldering incense." *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **78**(5), 308-313.