



FIAP Jean Monnet  
30, rue Cabanis  
75014 PARIS

# 33<sup>ème</sup> Congrès Français sur les Aérosols

28 et 29 janvier 2020

## Résumés des communications



[www.asfera.org](http://www.asfera.org) - [info@asfera.org](mailto:info@asfera.org)

---

remercie, pour leur soutien, ses Partenaires Exposants au CFA 2020 :



**FIAP Jean Monnet, Paris**

**33<sup>ème</sup> Congrès Français sur les Aérosols**

**28 et 29 janvier 2020**

**Résumés des communications**





### **La Présidente**

Comme chaque année, notre **33<sup>ème</sup> congrès annuel (CFA 2020)**, se tient en ce début d'année 2020 à la FIAP Jean Monnet à Paris, les 28 et 29 janvier 2020. Il réunit plus de 100 participants qui vont assister à **45 communications** dont deux conférences plénières présentées par le **Dr Sandrine CHAZELET**, Chercheuse à l'Institut National de Recherche et Sécurité au travail (INRS) et par le **Dr Michel POURPRIX**, Consultant et ancien Directeur du Département de Prévention et d'Etude des Accidents du CEA/IPSN. La première conférence permettra de faire le point sur la prévention des risques d'exposition aux fibres d'amiantes tandis que la deuxième nous invitera à remonter le temps pour découvrir les traces des pionniers français de la science des aérosols en France.

Cette année le programme composé par le comité scientifique est articulé autour de six thèmes :

- FILTRATION
- BIOAEROSOL
- CARACTERISATION DES SOURCES
- METROLOGIE DES AEROSOLS
- QUALITE DE L'AIR INTERIEUR
- PHYSIQUE ET CHIMIE DES AEROSOLS

Comme l'année dernière, ces sessions seront complétées par une session « poster » en deux temps : une présentation orale en 3 minutes puis des discussions autour des posters. Je tiens à rappeler que dans l'esprit du comité scientifique du CFA 2020, il n'y a pas de hiérarchie entre les présentations orales et les présentations « posters » et que les deux types de communication sont publiés sur la clé USB qui vous a été remise et sur internet avec l'attribution d'un DOI.

Cette année, le **prix Jean Bricard** sera remis officiellement mardi en fin de journée à **Monsieur Dumitru Duca** du PhLAM de l'Université de Lille, pour son travail innovant sur la mesure de l'énergie d'adsorption d'espèces aromatiques sur des aérosols carbonés. Je vous rappelle que ce prix récompense un.e jeune chercheur.se pour une contribution importante et originale dans le domaine de la science des aérosols.

Tout au long de ces deux journées de conférences, vous pourrez retrouver les exposants qui comme tous les ans, ont à cœur de nous présenter les dernières innovations en matière de métrologie des aérosols. Je les remercie vivement pour leur fidélité depuis de nombreuses années.

Du 25 au 30 août 2020, s'est tenue à Gotheborg, l'European Aerosol Conference EAC2019 qui a réuni plus de 1025 participants dont 52 chercheurs de laboratoires Français. Durant cette conférence, François Gensdarmes et moi-même avons représenté l'ASFERA au bureau directeur de l'European Aerosol Assembly (EAA). Lors de ces réunions, le bureau directeur de l'EAA a confirmé les propositions déjà retenues les années précédentes. De plus, le bureau a validé la proposition de l'association Espagnole pour 2023 et discuté de la proposition de l'association Finlandaise pour 2024 qui devra être confirmée en 2020.

- EAC 2020 : Aachen, Allemagne – 30 août au 4 septembre
- EAC 2021 : Birmingham, UK – 30 août au 4 septembre
- IAC 2022 : Athènes, Grèce – 4 au 9 septembre
- EAC 2023 : Malaga, Espagne
- EAC 2024 : Helsinki, Finlande (à valider lors du prochain bureau de l’EAA en 2020)

Ces conférences sont le point de rencontre de tous ceux qui œuvrent aux progrès de la science des aérosols dans le monde et je vous incite à contribuer par votre participation au rayonnement de la recherche Française dans ce domaine.

Cette année encore, je tiens à remercier très vivement, Laure Alloul-Marmor, notre consultante, qui a piloté l’organisation de notre congrès et surtout qui a su donner à l’ASFERA une nouvelle dynamique que nous pouvons déjà remarquer depuis quelques années avec une nette augmentation des participations au CFA. Elle a notamment poursuivi le travail qu’elle avait déjà engagé ces dernières années pour améliorer et moderniser notre site internet. Ainsi cette année, vous pouvez profiter d’une nouvelle page permettant de publier les offres d’emplois en lien avec la science des aérosols et d’une procédure d’inscription et de soumission des articles, qui a encore été optimisée.

Mes remerciements vont également à tous les membres du CA et du comité scientifique de l’ASFERA qui ont élaboré le programme ainsi qu’au comité local d’organisation, notamment les étudiants du CERTES et de l’IRSN qui vont vous accueillir durant ces deux journées.

Pour conclure, je tiens à vous remercier pour votre fidélité car, années après années, grâce à vous, le CFA continu à être un évènement remarquable par la qualité de ses échanges mais aussi par la richesse apportée par les contributions d’auteurs de domaines scientifiques variés tels que la physique, la métrologie, la chimie, la biologie, la médecine ou l’environnement.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'E. Géhin', written in a cursive style.

**Evelyne Géhin**  
**Présidente de l’ASFERA**

## COMITE SCIENTIFIQUE DU CFA 2020

Le Conseil d'Administration actuel de l'ASFERA, qui a assuré la sélection des communications et des candidatures au prix Jean Bricard, est constitué des membres suivants :

### La Présidente

**Professeur Evelyne GEHIN**, CERTES, Université Paris Est - Créteil

### Le Vice-Président / Trésorier

**Docteur François GENS DARMES**, Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN)

### Le Vice-Président / Secrétaire Général

**Docteur Olivier WITSCHGER**, Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS)

### Les Membres

**Docteur Denis BOULAUD**, Chercheur indépendant

**Docteur Jean-Pascal BORRA**, LPGP, CNRS - Université Paris Sud, SUPELEC

**Docteur Marjorie DRAGHI**, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB)

**Docteur Philippe DUQUENNE**, Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS)

**Docteur François GAIE-LEVREL**, Laboratoire National d'Essais (LNE)

**Docteur Olivier LE BIHAN**, Institut National de l'Environnement industriel et des Risques (INERIS)

**Professeur Laurence LE COQ**, IMT Atlantique

**Docteur François-Xavier OUF**, Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN)

**Professeur André RENOUX** (*Président d'Honneur*)

**Docteur Benoît SAGOT**, ESTACA, Campus Paris-Saclay

**Professeur Denis PETITPREZ**, PC2A, Université de Lille

**Professeur Dominique THOMAS**, LRGP, Université de Lorraine

**Docteur Jérôme YON**, CORIA, Université de Rouen

## COMITE LOCAL D'ORGANISATION DU CFA 2020

**Docteur Laure ALLOUL-MARMOR**, Consultante pour l'ASFERA

**Professeur Evelyne GEHIN**, CERTES, Université Paris Est - Créteil

**Docteur François GENS DARMES**, Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN)

**Docteur Isabelle HARBELOT**, CERTES, Université Paris Est – Créteil

**Docteur Olivier WITSCHGER**, Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS)

**Delphine COSTA**, CERTES, Université Paris-Est Créteil

**Gwenael HOARAU**, Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN)

**Amel KORT**, Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN)

**Khansa Mahjoub Mohammed MERGHANI**, CERTES, Université Paris-Est Créteil

**Antonella NAJJAR**, CERTES, Université Paris Est – Créteil

**Hao NGUYEN**, CERTES, Université Paris Est – Créteil

**Noredine REKEB**, CERTES, Université Paris-est Créteil



### Association Française d'Etudes et Recherches sur les Aérosols

CERTES - Université Paris Est - Créteil (UPEC)

61 avenue du Général de Gaulle, 94000 Créteil

Tel : 01.45.17.18.37

E-mail : [info@asfera.org](mailto:info@asfera.org)

[www.asfera.org](http://www.asfera.org)



# 33<sup>EME</sup> CONGRES FRANÇAIS SUR LES AEROSOLS

CFA 2020

28 et 29 janvier 2020

FIAP Jean Monnet, 30 rue Cabanis 75014 PARIS

## PROGRAMME

(Salle Bruxelles, sous-sol)

### Mardi 28 janvier 2020

9h00 – 9h10 Introduction par le Pr Evelyne GEHIN, Présidente de l'ASFERA

9h10 – 9h50 **CONFÉRENCE PLÉNIÈRE** : Prévention des risques professionnels d'exposition à l'amiante p12  
par le Dr Sandrine Chazelet  
Co-auteur : A. Romero-Hariot

#### FILTRATION

PRESIDENTS DE SEANCE : Pr Laurence LE COQ, Pr Dominique THOMAS

9h50 – 10h10 Etude des variations locales de vitesse de l'air à proximité de filtres plissés par mesures anémométriques et simulations numériques p14

W. Mrad, F. Theron, A. Joubert, N. Allam, N. Zgheib, L. Le Coq

10h10 – 10h30 Développement d'un protocole de mesure embarquée de l'efficacité d'un filtre pour habitacle automobile p15

A. Delater, S. Fable, B. Berthelot, C. Raventos, J. Queron, O. Le Bihan

**10h30 – 11h00 PAUSE CAFÉ – VISITE DE L'EXPOSITION** (Salle Paris, 1<sup>er</sup> étage)

11h00 – 11h20 Performances des médias pour la filtration des nanoparticules métalliques p16

N. Khirounj, A. Charvet, D. Thomas, D. Bémer

11h20 – 11h40 Influence d'une micro rupture d'un filtre à particules pour moteurs diesel sur l'efficacité de filtration p17

D. Bémer, D. Thomas

#### BIOAEROSOLS

PRESIDENTS DE SEANCE : Dr Marjorie DRAGHI, Dr Xavier SIMON

11h40 – 12h00 L'ATPmétrie appliquée à l'air au profit de la sécurité sanitaire p20

P. Petinga, M.-E. Gstalder, N. Roussel

12h00 – 12h20 Qualité de l'air intérieur en structures médico-sociales et libérales : contamination chimique et microbiologique p21

A. Baudet, E. Baurès, O. Blanchard, J.-P. Gangneux, H. Guegan, M. Guillaso, E. Surget, P. Le Cann, A. Florentin

12h20 – 12h40 Optimisation de la méthode de mesure des endotoxines dans l'air des lieux de travail : essais sur des bioaérosols expérimentaux p22

X. Simon, C. Coulais, C. Dziurla, P. Loison

**12h40 – 14h30 DÉJEUNER**

**13h45 – 14h30 ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DE L'ASFERA**

**CARACTERISATION DES SOURCES**

PRESIDENTS DE SEANCE : Dr François GAIE-LEVREL, Pr Esperanza PERDRIX

- 14h30 – 14h50** Nouvelle méthode de détermination de l'énergie d'adsorption d'espèces aromatiques sur aérosols carbonés p24  
D. Duca, M. Vojkovic, Y. Carpentier, A. Faccinetto, M. Ziskind, C. Pirim, C. Focsa
- 14h50 – 15h10** Apport de la microscopie à force atomique dans les études sur la mise en suspension de particules p25  
S. Peillon, J. Benito, T. Gélain, F. Gensdarmes, O. Pluchery, C. Grisolia
- 15h10 – 15h30** Caractérisation de la composition chimique des aérosols issus de la découpe laser De simulants de Corium p26  
C. Dazon, E. Porcheron, Y. Leblois, C. Chagnot, I. Doyen, C. Journeau, E. Excoffier, D. Roulet
- 15h30 – 15h50 PAUSE CAFÉ – VISITE DE L'EXPOSITION** (Salle Paris, 1<sup>er</sup> étage)
- 15h50 – 16h10** Spéciation chimique des PM<sub>2,5</sub> : variations en lien avec la météorologie observées sur 5 stations rurales de fond françaises p27  
N. C. Debevec, A. Bourin, E. Perdrix, L. Y. Alleman, S. Sauvage
- 16h10 – 16h30** Influence du mode d'alimentation sur les émissions polluantes en gaz et particules dans une chaudière domestique p28  
A. Martinez, A. Coppalle, J. Yon, C. Lacour
- 16h30 – 16h50** Evaluation d'un programme de remplacement d'appareils de chauffage au bois sur la qualité de l'air dans la vallée de l'Arve p29  
J. Allard, F. Chevrier, I. Jezeck, G. Mocnik, G. Brulfert, J.-L. Besombes, J.-L. Jaffrezo
- 16h50 – 17h10** Impact de la composition du carburant sur les émissions aéronautiques p30  
A. Berthier, D. Delhaye, I. Ortega, M. Sicard, C. Focsa

**17h10 REMISE DU PRIX JEAN BRICARD**

**17h30 COCKTAIL** (Espace Jean Monnet, 1<sup>er</sup> étage)

**Mercredi 29 janvier 2020**

- 8h30 – 9h10 **CONFÉRENCE PLÉNIÈRE** : Science et métrologie des aérosols en France : histoire et impact par le Dr Michel Pourprix p32
- 9h10 – 9h15 Information sur la thématique Aérosol du Club NanoMétrologie (LNE/C’Nano)  
F. Gaie-Levrel et S. Bau

**POSTERS EN 180 SECONDES**

- 9h15 – 9h18 Introduction à la présentation des posters
- 9h18 – 9h21 **P1 - Comment caractériser les émissions issues du freinage sur un système pion-disque ?** p34  
F. Philippe, M. Morgeneyer, P. Charles, F. Guingand, C. Bressot, Y. Chen
- 9h21 – 9h24 **P2 - Resuspension de particules sur des surfaces : état des lieux et limitations** p35  
C. Henry, J.P. Minier
- 9h24 – 9h27 **P3 - Développement d'une méthodologie d'évaluation des performances des microcapteurs de particules en condition de circulation automobile sur Paris** p36  
B. Berthelot, A. Delater, S. Fable, C. Raventos, J. Queron, O. Le Bihan
- 9h27 – 9h30 **P4 - Séparation de fibres en suspension dans l'air, une application à la détection en temps réel** p37  
S. Clavaguera, A. Guiot, M. Pourprix, C. Brouard, P. Berne
- 9h30 – 9h33 **P5 - Méthodologie de mesure des particules primaires émises par des bâtiments d'élevage** p38  
S. Lagadec, N. Guingand, M. Hassouna, A. Joubert, W. Mrad, L. Le Coq
- 9h33 – 9h36 **P6 - Etude de la remise en suspension de particules métalliques à partir de surfaces urbaines en milieu ambiant : méthodologie** p39  
E. Kouadio, V. Ruban, M. Goriaux
- 9h36 – 9h39 **P7 – Agglomération de particules dans un écoulement turbulent** p40  
K. Martinez-Rodriguez, S. Shekarforush, C. Henry, M. Bossy
- 9h39 – 9h42 **P8 - Identification des bioaérosols de la grotte de Lascaux** p41  
L. Alonso, T. Pommier, Y. Moëne-Loccoz
- 9h42 – 9h45 **P9 - Le groupe d'experts AFNOR X43C/GE 1 « Bioaérosols » : une nouvelle dynamique sur le thème des bioaérosols au niveau national** p42  
P. Duquenne, P. Le Cann, B. Facon, O. Schlosser, E. Dalibert, A. Sachot, P. Arnould, I. Chevalier Allio
- 9h45 – 9h48 **P10 – Les (1,3)- $\beta$ -D-glucanes dans l'air des lieux de travail : Evaluation d'une méthode en conditions réelles d'exposition** p43  
P. Duquenne, X. Simon, C. Coulais, C. Dziurla
- 9h48 – 9h51 **P11 - Design of an experimental setup to investigate droplet evaporation in a human-like exhaled jet** p44  
K. Mahjoub Mohammed Merghani, B. Sagot, E. Gehin, C. Motzkus
- 9h51 – 9h54 **P12 - Caractérisation chimique des particules et de la phase gazeuse émises par un moteur monocylindre à essence** p45  
D. Duca, Y. Carpentier, M. Vojkovic, C. Pirim, C. Focsa
- 9h54 – 9h57 **P13 - Etude de la remise en suspension d'aérosol par des opérations d'écroutage de béton** p46  
M. Sow, Y. Leblois, C. Bodirot, C. Motzkus, S. Ritoux, F. Gensdarmes

**10h00 – 10h15 PAUSE CAFE – VISITE DE L'EXPOSITION** (Salle Paris, 1<sup>er</sup> étage)

**10h15 – 11h00 SESSION POSTERS** (Salle Paris, 1<sup>er</sup> étage)

**METROLOGIE DES AEROSOLS**
**PRESIDENTS DE SEANCE** : Dr François-Xavier OUF, Dr Benoit SAGOT

<b>11h00 – 11h20</b>	<b>Incandescence induite par laser auto-compensée à 2 couleurs en flammes turbulentes</b>	<b>p48</b>
	<i>M. Bouvier, J. Yon, F. Grisch</i>	
<b>11h20 – 11h40</b>	<b>Etude de l'effet de la tension de polarisation sur la réponse d'un capteur résistif de suies</b>	<b>p49</b>
	<i>A. Kort, F.-X. Ouf, T. Gélain, J. Malet, R. Lakhmi, P. Breuil, J.-P. Viricelle</i>	
<b>11h40 – 12h00</b>	<b>Développement d'un dispositif portable pour le prélèvement des aérosols semi-volatils par simulation numérique</b>	<b>p50</b>
	<i>N. Rekeb, B. Sutter, E. Belut, E. Gehin</i>	
<b>12h00 – 12h20</b>	<b>Apport de la métrologie des aérosols pour les études de toxicologie par inhalation</b>	<b>p51</b>
	<i>F. Cosnier, S. Bau, S. Grossmann, S. Viton, H. Nunge, R. Payet, C. Seidel, L. Gate</i>	
<b>12h20 – 12h40</b>	<b>Génération et métrologie des particules de masse volumique extrême - Application au développement d'une chambre d'inhalation d'aérosols de tungstène</b>	<b>p52</b>
	<i>L. Mace, F. Gensdarmes, C. Ibanez</i>	
<b>12h40 – 13h00</b>	<b>Impact de la masse de particules sur le comportement d'un moniteur de mesure de la contamination atmosphérique (CAM)</b>	<b>p53</b>
	<i>G. Hoarau, G. Dougniaux, B. Dhieux Lestaavel, F. Gensdarmes, J. Laurent, P. Cassette</i>	

**13h00 – 14h30 DÉJEUNER**
**QUALITE DE L'AIR INTERIEUR**
**PRESIDENTS DE SEANCE** : Dr Sébastien BAU, Dr Céline LEDREFF

<b>14h30 – 14h50</b>	<b>Impact de l'usage d'appareils domestiques de chauffage au bois sur la teneur en particules en air intérieur selon les conditions de ventilation</b>	<b>p56</b>
	<i>C. Le Dreff - Lorimer, M. Nicolas, T. Saal</i>	
<b>14h50 – 15h10</b>	<b>Parallel factor analysis (parafac) pour l'interprétation de la variation des polluants de l'air intérieur dans un environnement de bureaux</b>	<b>p57</b>
	<i>T.-H. Nguyen, A. Ionescu, O. Ramalho, E. Gehin, M. Mathis</i>	
<b>15h10 – 15h30</b>	<b>Caractérisation des aérosols émis par un procédé de fabrication additive métallique</b>	<b>p58</b>
	<i>S. Bau, D. Rousset, R. Payet, F.-X. Keller</i>	
<b>15h30 – 15h50</b>	<b>Evaluation des expositions par inhalation aux aérosols : vers une démarche intégrée d'analyse des données de mesure en temps réel</b>	<b>p59</b>
	<i>S. Audignon-Durant, L. Galey, S. Bau, A. Garrigou, O. Witschger</i>	

**15h50 – 16h10 PAUSE CAFÉ – VISITE DE L'EXPOSITION** (*Salle Paris, 1<sup>er</sup> étage*)

**PHYSIQUE ET CHIMIE DES AEROSOLS**
**PRESIDENTS DE SEANCE** : Pr Denis PETITPREZ, Pr Alfred WEBER

<b>16h10 – 16h30</b>	<b>Chargement triboélectrique des particules fines par collisions</b>	<b>p62</b>
	<i>A. Weber, M. Bierwirth, L. Hansen</i>	
<b>16h30 – 16h50</b>	<b>Etude expérimentale du lessivage des aérosols par les nuages suivant les effets électrostatiques</b>	<b>p63</b>
	<i>A. Depee, P. Lemaitre, T. Gelain, M. Monier, A. Flossmann</i>	
<b>16h50 – 17h10</b>	<b>Lien entre les propriétés chimiques et optiques des particules désertiques</b>	<b>p64</b>
	<i>L. Deschutter, D. Petitprez, H. Herbin</i>	
<b>17h10 – 17h30</b>	<b>La stabilité atmosphérique influence-t-elle la distribution en taille du flux vertical de poussière ? Premiers résultats en conditions d'érosion</b>	<b>p65</b>
	<i>B. Khalfallah, C. Bouet, M. Labiadh, S. Alfaro, G. Bergametti, B. Marticorena, S. Lafon, A. Féron, S. Chevaillier, P. Hease, T. Henry des Tureaux, S. Secrafi, P. Zapf, J. Rajot</i>	
<b>17h30 – 17h50</b>	<b>Les propriétés de la distribution taille auto-similaire des particules de suies</b>	<b>p66</b>
	<i>J. Moran, A. Poux, J. Yon</i>	
<b>17h50 – 18h10</b>	<b>Un modèle d'autocorrelation de paire pour une meilleure description morphologique des agrégats fractals individuels</b>	<b>p67</b>
	<i>J. Yon, J. Moran, F.-X. Ouf</i>	

**18h10 – 18h20 CONCLUSION DU CONGRES PAR LA PRÉSIDENTE DE L'ASFERA**

## **CONFÉRENCE PLÉNIÈRE**

**Dr Sandrine Chazelet**

## PRÉVENTION DES RISQUES PROFESSIONNELS D'EXPOSITION À L'AMIANTE

### *The prevention of occupational risks of exposure to asbestos fibers*

S. CHAZELET (1), A. ROMERO-HARIOT (2)

1. Laboratoire procédés et Epuration des Polluants, Département Ingénierie des procédés,  
Institut National de Recherche et de Sécurité, 1 rue du Morvan CS 60027, 54519 Vandoeuvre Cedex, France

2. Pôle Risque Chimique, Département Expertise en Conseil Technique,  
Institut National de Recherche et de Sécurité, 65 boulevard Richard-Lenoir 75011 Paris, France

**Correspondant** : sandrine.chazelet@inrs.fr

#### Résumé

Depuis les avis rendus par l'Afsset en 2009 sur la nécessité de mieux contrôler l'exposition des travailleurs exposés à l'amiante, en utilisant la Microscopie Electronique à Transmission Analytique pour l'analyse des fibres d'amiante et en proposant une réduction de la Valeur Limite d'Exposition Professionnelle à 10 F/L sur 8h, de nombreux travaux ont été menés à l'INRS sur ces sujets. Le projet Amiante-META, qui a démarré en 2012 à l'INRS, a permis d'obtenir des réponses sur la métrologie des fibres d'amiante, sur l'exposition des opérateurs de désamiantage en situation de travail, sur le niveau de protection individuelle offert par les équipements actuellement utilisés sur les chantiers et de construire des outils de prédiction des expositions et des programmes de formation pour améliorer la protection des salariés de ce secteur.

**Mots-clefs** : amiante, exposition, Microscopie Electronique à Transmission Analytique, facteur de protection

#### Abstract

Since the opinions issued by Afsset in 2009 on the need to better control the exposure of workers exposed to asbestos (to use Analytical Transmission Electron Microscopy for the analysis of asbestos fibers and to reduce of the Occupational Exposure Limit Value at 10 F / L over 8h) many studies were conducted at INRS on these topics. The Asbestos-META project, which started in 2012 at the INRS, provided first answers on the metrology of asbestos fibers, on the exposure of asbestos removal operators in the workplace and on the level of protection offered by equipment currently used on construction sites. This project provided also exhibition prediction tools and training programs to improve the protection of employees in this sector.

**Keywords** : asbestos, exposure, ATEM, protection factor

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19744

## **Session I : FILTRATION**

*Présidents de séance : Pr Laurence LE COQ, Pr Dominique THOMAS*

**ETUDE DES VARIATIONS LOCALES DE VITESSE DE L'AIR À PROXIMITÉ DE FILTRES  
PLISSÉS PAR MESURES ANÉMOMETRIQUES ET SIMULATIONS NUMÉRIQUES**  
*Study of local air velocity variations at the vicinity of plated filters by anemometric  
measurements and numerical simulations*

W. MRAD (1,2), F. THÉRON (1), A. JOUBERT (1), N. ALLAM (2), N. ZGHEIB (2), L. LE COQ (1)

1. IMT Atlantique, GEPEA-CNRS UMR 6144, CS 20722, 44307 Nantes Cadex 3, France

2. USEK, CNRS-L, AUF Kaslik, Jounieh, Lebanon

**Correspondant** : walid.mrad@imt-atlantique.fr

### Résumé

Les filtres plissés sont largement utilisés pour la collecte des polluants particulaires dans les systèmes de ventilation. La mécanique des fluides numérique (CFD) est un outil puissant pour optimiser la conception des filtres plissés. Cependant, la validation des modèles CFD rapportée dans la littérature ne repose que sur des valeurs expérimentales de perte de charge, sans prendre en compte les variations locales de vitesse significatives au voisinage de la surface du média, qui peuvent affecter les mécanismes de collecte des particules, et qui sont influencés par le choix du modèle de turbulence. Cette étude combine des mesures anémométriques expérimentales et des simulations numériques CFD pour caractériser l'écoulement à proximité d'un filtre plissé fabriqué à partir d'un média en fibre de verre AX1691HD. Les profils de vitesse à proximité du filtre obtenus expérimentalement sont comparés aux résultats obtenus pour trois modèles d'écoulement ( $k$ -?,  $k$ ?-SST et laminaire). Cependant, un bon accord avec la vitesse mesurée à proximité des filtres a été détecté.

**Mots-clefs** : Filtration de l'air, Filtres plissés, Profils d'écoulement, CFD, Anémométrie à fil chaud.

### Abstract

Pleated filters are widely used for the collection of particulate pollutants in ventilation systems. Computational Fluid Dynamics (CFD) is a powerful tool for optimizing the design of pleated filters. However, the validation of CFD models reported in the literature relies only on experimental values of pressure drop, without taking into account significant local velocity variations in the vicinity of the media surface that may affect particle collection mechanisms. These gradients are influenced as well by the choice of turbulence model. This study combines experimental anemometric measurements and CFD numerical simulations to characterize flow near a pleated filter made from an AX1691HD fiberglass media. The velocity profiles in the vicinity of the filter obtained experimentally are compared with the results obtained for three flow models ( $k$ -?,  $k$ ?-SST and laminar). However, a good agreement with the measured velocity near the filters was detected.

**Keywords** : Air filtration, Pleated filters, Airflow pattern, CFD calculations, Hot Wire Anemometry.

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19770

## DÉVELOPPEMENT D'UN PROTOCOLE DE MESURE EMBARQUÉE DE L'EFFICACITÉ D'UN FILTRE POUR HABITACLE AUTOMOBILE

*Development of a protocol for in-board assessment of the efficiency of air quality  
filters*

A. DELATER, S. FABLE, B. BERTHELOT, C. RAVENTOS, J. QUERON, O. LE BIHAN

INERIS, 60550, Verneuil-en-Halatte, France

**Correspondant** : ambredelater@hotmail.fr ; olivier.le-bihan@ineris.fr

### Résumé

Les personnes utilisant une voiture sont exposées aux particules présentes dans l'habitacle, particules issues en majorité du trafic automobile. L'étude présentée ici a pour objectif le développement d'une méthode d'évaluation de l'efficacité de filtres utilisés pour améliorer la qualité de l'air dans un habitacle automobile. Cette méthode inédite est destinée à fonctionner en conditions réelles, c'est-à-dire sur un véhicule test en roulage en milieu urbain.

Différentes approches complémentaires ont été utilisées pour équiper le véhicule, et plus précisément pour mettre au point une ligne de mesure en amont du filtre : mesures en soufflerie, modélisation CFD (Computational Fluid Dynamics), calcul d'efficacité d'échantillonnage et de transport de l'aérosol. La concentration des fractions PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> et PM<sub>1</sub> de l'aérosol a été mesurée en amont du filtre et dans l'habitacle par méthode gravimétrique. Le protocole ainsi développé a été testé lors de campagnes d'essai avec roulage en région parisienne, pour deux filtres habitacle différents.

**Mots-clefs** : qualité de l'air intérieur, habitacle, filtre

### Abstract

Air filtration is a well-known approach to improve the automotive indoor air quality. The objective of the study reported here has been to develop an in-situ measurement protocol to assess the efficiency of particulate filtration systems. A large set of actions (air flow modeling, particle sampling and transport efficiency, etc.) has been carried out to define a sampling line to measure the upstream particle concentration. PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> et PM<sub>1</sub> mass concentration have been measured by gravimetry.

Two field campaigns have been carried out with an equipped car moving in the Paris area, to test the protocol on two different cabin filters.

**Keywords** : indoor, air quality, filtration

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19705

## PERFORMANCES DES MÉDIAS POUR LA FILTRATION DES NANOPARTICULES MÉTALLIQUES

### *Performances of filter media for metallic nanoparticles filtration*

N. KHIROUNI (1,2), A. CHARVET (2), D. THOMAS (2), D. BÉMER (1)

1. Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS), F-54519 Vandoeuvre-lès-Nancy, France

2. Laboratoire Réactions et Génie des Procédés (LRGP), Université de Lorraine, CNRS, F-54000 Nancy, France

**Correspondant** : nassim.khirouni@inrs.fr

#### Résumé

La filtration des nanoparticules métalliques par différents médias a été étudiée en travaillant sur filtres plans. Les filtres utilisés sont représentatifs des médias employés pour la filtration des particules ultrafines métalliques générées par certains procédés comme la découpe des métaux (laser, oxycoupage, arc électrique), le soudage à l'arc, la projection thermique. L'évolution de la perte de charge, l'efficacité initiale de filtration et l'efficacité de décolmatage ont été déterminées. L'objectif est de sélectionner le meilleur média pour la filtration des particules ultrafines métalliques. Les médias utilisés possèdent différents traitements surfaciques : membrane polyéthylène ou couche de nanofibres. Les résultats mettent en évidence et confirment le colmatage rapide des filtres et un décolmatage inefficace. La fraction du gâteau de particules éliminée après décolmatage ne dépasse pas 15%.

**Mots-clefs** : Filtration, nanoparticules métalliques, média filtrant, performances

#### Abstract

Filtration of metallic nanoparticles by different filter media was investigated using flat filters. The filters used are among the media recommended for the industrial filtration of metallurgical dusts generated by processes such as metal cutting, arc welding and thermal spraying. The pressure drop evolution, the initial collection efficiency and the regeneration efficiency were measured. The aim is to select the best filter for the filtration of metallic ultrafine particles. The media used have different surface treatments: polyethylene membrane or nanofibre layer. Results show a rapid evolution of the pressure drop and an inefficient cleaning of the filter media. The removed cake mass after cleaning does not exceed 15%.

**Keywords** : Filtration, metallic nanoparticles, filter media, performances

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19677

## INFLUENCE D'UNE MICRO RUPTURE D'UN FILTRE À PARTICULES POUR MOTEURS DIESEL SUR L'EFFICACITÉ DE FILTRATION

*Influence of a micro fracture of a diesel particle filter on the filtration efficiency*

D. BÉMER (1), D. THOMAS (2)

1. INRS, rue du Morvan 54519, Vandoeuvre  
2. Université de Lorraine, LRGP, 1 rue Grandville 54001, Nancy

**Correspondant** : denis.bemer@inrs.fr

### Résumé

Le filtre à particule est un moyen efficace de réduction des émissions de particules de suie à l'échappement des moteurs diesel, mais ces dispositifs peuvent être endommagés et conduire à des dépassements des limites d'émissions. Une étude a été menée afin de suivre l'évolution de l'efficacité de filtration et de la perte de charge d'un filtre céramique en nid d'abeille, en fonction de l'importance d'une micro fuite créée en son sein, par ouverture d'un certain nombre de canaux de filtration. Les mesures effectuées, ainsi qu'une modélisation du phénomène de fuite, montrent que la perte de charge est insuffisante pour la détection de ces micro fuites qui se traduisent par une baisse d'efficacité significative et une augmentation des concentrations en particules de suie à l'émission pouvant dépasser les limites fixées réglementairement.

**Mots-clefs** : particules diesel, filtre, contrôle émission

### Abstract

Diesel particle filter is an effective way of reducing soot particles in the exhaust of diesel engines, but these devices can be damaged, which can lead to particle emissions above the limits. A study was conducted to follow the evolution of filtration efficiency and pressure drop of a ceramic honeycomb filter, depending on the importance of a micro leak created within it, by opening a number of filter channels. The measurements, as well as a modeling of the leakage phenomenon, show that the pressure drop is insufficient for the detection of these micro leaks which result in a significant decrease in efficiency and an increase in the concentrations of soot particles which can exceed the emission limits set by regulations.

**Keywords** : diesel particle, filter, emission control

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19699



## **Session II : BIOAEROSOLS**

*Présidents de séance : Dr Marjorie DRAGHI, Dr Xavier SIMON*

## L'ATPMÉTRIE APPLIQUÉE À L'AIR AU PROFIT DE LA SÉCURITÉ SANITAIRE

### *Ensuring health security with air ATPmetry*

P. PETINGA (1), M.E. GSTALDER (2), N. ROUSSEL (1)

1. ENGIE Lab CYLERGIE, 18 avenue Tony Garnier, 69007 Lyon, France

2. ENGIE Cofely, Direction nationale industrielle, 1 Place Samuel de Champlain Faubourg de l'Arche,  
92400 Courbevoie, France

**Correspondant** : priscilla.petinga@engie.com

#### Résumé

A l'heure actuelle, les analyses de la flore totale dans l'air s'effectuent par culture sur boîtes de Pétri. Cette technique est discriminante pour certaines flores et le résultat n'est donc pas représentatif de ce qui est réellement présent dans l'air. Par ailleurs, cette technique ne permet d'avoir un résultat que dans les 24 à 72 heures selon les espèces. L'ATPmétrie obtient le même type de mesures mais est plus rapide (quelques minutes). L'ATPmétrie est basée sur une technologie mature pour la mesure de la qualité de l'eau. Nous l'avons adaptée et validée pour effectuer des mesures de la qualité de l'air. La technique a ensuite été appliquée sur site afin de pouvoir créer un référentiel de valeurs seuils en fonction des typologies de bâtiments. Le premier état des lieux a concerné un hôtel de 325 chambres. La campagne d'essai s'est déroulée en deux temps : une cartographie a été réalisée sur une journée pour évaluer tous les points des chaînes de ventilation et, en deuxième temps, un suivi en continu sur 1 mois a été mis en place. Ces essais de mise en place d'un suivi en continu ont permis d'établir, pour une mesure en ambiance dans cet hôtel, un niveau référentiel à un seuil maximal de 250 pg/m<sup>3</sup>.

**Mots-clefs** : aérosols microbiologiques, ATPmétrie, qualité de l'air, ventilation

#### Abstract

Currently, analyses of the total flora in the air are carried out by cultivation on Petri dishes. This technique discriminates some flora and is therefore not representative of what is really present in the air. ATPmetry allows the same type of measurements but is faster (a few minutes instead of many days). ATPmetry is based on a mature technology for water quality measurement. We adapted and validated it for air quality measurements and the technique was then applied on site in order to create a reference system of threshold values according to the types of buildings. The first site concerned is a hotel with 325 rooms. These tests made it possible to establish a reference level for an air ambient measurement in this hotel at a maximum threshold of 250 pg/m<sup>3</sup>. This last point will allow us to build a general reference system.

**Keywords** : airborne, ATPmetry, air quality, air handling unit

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19776

## QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR EN STRUCTURES MÉDICO-SOCIALES ET LIBÉRALES : CONTAMINATION CHIMIQUE ET MICROBIOLOGIQUE

*Indoor air quality in medical-social and liberal facilities: chemical and  
microbiological contamination*

A. BAUDET (1), E. BAURÈS (2), O. BLANCHARD (2), J.P. GANGNEUX (3), H. GUEGAN (3), M. GUILLASO (4),  
E. SURGET (2), P. LE CANN (2), A. FLORENTIN (4)

1. Faculté d'Odontologie de Lorraine, Université de Lorraine, 54505 Vandoeuvre-les Nancy, France

2. Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique, 35043 Rennes, France

3. Centre hospitalier universitaire de Rennes, laboratoire de parasitologie-mycologie, 35033 Rennes, France

4. Département d'Hygiène, des Risques Environnementaux et Associés aux Soins, Faculté de Médecine,  
Université de Lorraine, 54505 Vandoeuvre-les Nancy, France

**Correspondant** : alexandre.baudet@univ-lorraine.fr

### Résumé

La qualité de l'air des structures médico-sociales et libérales ne bénéficie que d'une exploration très limitée. Le but de notre étude est de décrire qualitativement et quantitativement la contamination microbiologique, chimique et particulaire de l'environnement intérieur de ces structures. Des campagnes de mesures ont été réalisées en été 2018 et hiver 2019 sur Rennes et Nancy dans six structures de soins libérales et quatre structures médico-sociales pour séniors. Les premiers résultats montrent que l'air intérieur comporte un mélange complexe de polluants retrouvés en concentrations assez faibles, en deçà des valeurs guides de l'air intérieur.

**Mots-clefs** : qualité de l'air intérieur, composés organiques, matière particulaire, microbiologie environnementale

### Abstract

The indoor air quality of the medico-social and liberal facilities is poorly study. The aim of our study is to describe qualitatively and quantitatively the microbiological, chemical and particulate contamination of the indoor environment of these facilities. Measurements campaigns were taken in Rennes and Nancy in summer 2018 and winter 2019 in six liberal facilities and four medico-social institutions for seniors. The first results show that indoor air contained a complex mixture of many pollutants found in rather low concentrations, below the indoor air quality guidelines.

**Keywords** : indoor air quality, organic compounds, particulate matter, environmental microbiology

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19707

## OPTIMISATION DE LA MÉTHODE DE MESURE DES ENDOTOXINES DANS L'AIR DES LIEUX DE TRAVAIL : ESSAIS SUR DES BIOAÉROSOLS EXPÉRIMENTAUX

*Optimization of the measurement method for airborne endotoxins in workplace  
atmospheres: tests using laboratory generated bacterial aerosols*

X. SIMON, C. COULAIS, C. DZIURLA, P. LOISON

Laboratoire de Métrologie des Aérosols, INRS, 54519 Vandoeuvre-lès-Nancy Cedex, France

**Correspondant** : xavier.simon@inrs.fr

### Résumé

L'INRS propose depuis 2005 une méthode de mesure des endotoxines, constituants de la membrane externe de certaines bactéries susceptibles d'engendrer par inhalation des effets délétères sur la santé des travailleurs. En l'absence de certaines données de validation et avec l'évolution des connaissances, de nouveaux travaux de recherche ont été initiés afin d'optimiser cette méthode. Un bioaérosol expérimental issu d'un mélange de 3 bactéries a été utilisé et permet de produire des concentrations maîtrisées en endotoxines. Les influences de la nature du filtre de collecte, d'une élution directe dans la cassette et de la conservation ont été étudiées. La méthode actuelle semble ainsi pouvoir être optimisée bien que des essais complémentaires de terrain soient nécessaires pour valider ces résultats.

**Mots-clefs** : bactéries Gram négatif, distribution granulométrique, prélèvement par filtration, analyse LAL

### Abstract

Since 2005, INRS has been proposing a method for measuring endotoxins, components of the outer membrane of gram negative bacteria that can cause harmful effects on the health of workers by inhalation. Some validation data are missing and with the evolution of knowledge, a new study has been initiated to optimize this method. An experimental bioaerosol from a mixture of 3 bacteria has been used to produce controlled concentrations of endotoxins. The influences of the collection filter type, a direct elution in the cassette and the storage temperature were studied. It seems that the current method can be optimized, although additional field measurements are needed to validate these results.

**Keywords** : Gram negative bacteria, size distribution, filtration sampling, LAL analysis

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19659

### **Session III : CARACTERISATION DES SOURCES**

*Présidents de séance : Dr François GAIE-LEVREL, Pr Esperanza PERDRIX*

## NOUVELLE MÉTHODE DE DÉTERMINATION DE L'ÉNERGIE D'ADSORPTION D'ESPÈCES AROMATIQUES SUR AÉROSOLS CARBONÉS

*New method of adsorption energy determination of aromatic species to  
carbonaceous aerosols*

D. DUCA (1), M. VOJKOVIC (1), Y. CARPENTIER (1), A. FACCINETTO (2), M. ZISKIND (1), C. PIRIM (1), C. FOCSA (1)

1. Université de Lille, CNRS, UMR 8523 - PhLAM - Physique des Lasers, Atomes et Molécules, Lille F-59000, France

2. Université de Lille, CNRS, UMR 8522 – PC2A - Physicochimie des Processus de Combustion et de l'Atmosphère, Lille F-59000, France

**Correspondant** : dimitru.duca@univ-lille.fr

### Résumé

L'émission mondiale de particules fines et ultrafines à base de carbone présente un risque pour la santé et a un impact négatif sur l'environnement. La toxicité et la réactivité des particules carbonées, en particulier de la suie, sont principalement déterminées par leur composition chimique de surface. Il est donc important d'étudier l'interaction (physisorption, chemisorption) des adsorbats avec la surface des particules et d'estimer leur énergie d'adsorption. Parmi les différentes molécules identifiées sur la surface des particules de suie, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sont très importants. Ils jouent un rôle important dans le mécanisme de formation des suies et ont une toxicité élevée. Dans cette étude, nous proposons une nouvelle méthode de mesure de l'énergie d'adsorption des HAP sur un substrat de carbone. Cette méthode utilise le signal d'un spectromètre de masse à temps de vol après désorption et ionisation laser des adsorbats (Two-step Laser Mass Spectrometry, L2MS). Les premiers résultats obtenus avec plusieurs espèces aromatiques montrent un bon accord avec les valeurs rapportées dans la littérature.

**Mots-clefs** : énergie d'adsorption, aérosols carbonés, spectrométrie de masse

### Abstract

Extensive global emission of fine and ultra-fine carbon-based particulates presents a well-known health risk and raises significant environmental concern. The toxicity and reactivity of carbonaceous particles, soot in particular, is mainly determined by their surface composition. It is thus important to have information on the actual interaction (physisorption, chemisorption) of adsorbates with the particle surface, and to have an estimate of the adsorption energy. Among the variety of molecules which can be encountered on a soot particle surface, Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) are of great importance, both for fundamental mechanisms (crucial role in soot nucleation and growth) and for toxicology issues (proven carcinogenic effect). In this study, we propose an original method for measuring the adsorption energy of PAHs to a carbon substrates. This method is using a pulse-to-pulse signal of a two-step laser mass spectrometer (L2MS). First results obtained with several aromatic species show good agreement with the values reported in the literature.

**Keywords** : adsorption energy, carbonaceous aerosols, mass spectrometry

N° sur clé USB : 19779

## APPORT DE LA MICROSCOPIE À FORCE ATOMIQUE DANS LES ÉTUDES SUR LA MISE EN SUSPENSION DE PARTICULES

### *Contribution of Atomic force Microscopy to particle resuspension studies*

S. PEILLON (1,3), J. BENITO (2), T. GÉLAIN (1), F. GENSDARMES (1), O. PLUCHERY (3), C. GRISOLIA (4)

1. Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), 91192 Gif-sur-Yvette, France

2. INFAP, CONICET, Universidad Nacional de San Luis, Argentina

3. Sorbonne Universités, UPMC-CNRS, Institut des Nanosciences de Paris, 75252 Paris, France

4. CEA, IRFM, F-13108 Saint-Paul-lez-Durance, France

**Correspondant** : samuel.peillon@irsn.fr

### Résumé

Ce travail présente des mesures directes de forces d'adhésion entre des particules de tungstène (W) sphériques et une surface en verre à l'aide de la microscopie à force atomique (AFM). Quatre tailles de particules, entre 4  $\mu\text{m}$  et 10  $\mu\text{m}$  de rayon, ont été utilisées pour cette étude. Ces particules ont été greffées sur des leviers AFM sans pointe CP-FM (Colloidal Probe Force Modulation). La rugosité moyenne de la surface du verre a également été déterminée par AFM. Les résultats obtenus sont en accord avec le modèle de Rabinovich et al. basé sur les forces de van der Waals et qui intègre les paramètres de rugosité des surfaces en contact. Ce modèle et les distributions de forces d'adhésion obtenues par AFM ont alors été utilisé dans un code numérique Monte-Carlo pour calculer les fractions de mise en suspension d'une poudre de tungstène composée de particules sphériques déposées sur une lame de verre et soumises à un écoulement d'air. Les résultats montrent un bon accord entre les expériences de mise en suspension et le modèle numérique lorsque celui-ci intègre les forces d'adhésion mesurées par AFM.

**Mots-clefs** : Adhésion, mise en suspension, AFM, Monte-Carlo

### Abstract

This work presents direct measurements of adhesion forces between spherical tungsten (W) particles and a glass surface using Atomic Force Microscopy (AFM). Four particle sizes (between 4  $\mu\text{m}$  and 10  $\mu\text{m}$  radius) were used for this study. These particles were grafted to tipless AFM CP-FM (Colloidal Probe Force Modulation) cantilevers. The average roughness of the glass surface was also determined by AFM. The results obtained are in agreement with the model of Rabinovich et al. based on van der Waals forces and integrating roughness parameters of the surfaces in contact. This model and the adhesion force distributions obtained by AFM were then used in a Monte Carlo numerical code to calculate the resuspension fractions of a tungsten powder composed of spherical particles deposited on a glass slide and exposed to airflow. The results show a good agreement between the resuspension experiments and the numerical model when it integrates the adhesion forces measured by AFM.

**Keywords** : Adhesion, resuspension, AFM, Monte-Carlo

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19716

## CARACTÉRISATION DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DES AÉROSOLS ISSUS DE LA DÉCOUPE LASER DE SIMULANTS DE CORIUM

*Chemical characterization of airborne particles produced by laser  
cutting of corium simulants*

C. DAZON (1), E. PORCHERON (1), Y. LEBLOIS (1), C. CHAGNOT (2), I. DOYEN (2), C. JOURNEAU (3), E. EXCOFFIER (4),  
D. ROULET (5)

1. Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), PSN-RES, SCA, 91192 Gif-sur-Yvette, France
2. Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA), DEN/SEMT, Université Paris-Saclay, F-91191 Gif-sur-Yvette, France
3. Commissariat à l'Énergie Atomique, DEN/DTN/SMTA/LEAG, 13108 Saint-Paul-lez-Durance, France
4. Commissariat à l'Énergie Atomique, DEN/DMRC/SA21/LMAC, 30207, Bagnols-sur-Cèze, France
5. ONET Technologies, 26701 Pierrelatte, France

**Correspondant** : claire.dazon@irsn.fr

### Résumé

Dans le contexte du démantèlement des réacteurs de Fukushima Daiichi, plusieurs projets ont été subventionnés par le gouvernement japonais pour préparer les opérations de retrait du corium. Dans ce cadre, une étude conjointe menée entre ONET Technologies et les laboratoires du CEA et de l'IRSN a permis de démontrer la faisabilité de l'utilisation de la technique de découpe par laser et d'estimer le terme source aérosol ainsi généré. Deux simulants du corium synthétisés et caractérisés par le CEA-Cadarache ont fait l'objet d'essais de tirs laser sous air et sous eau au sein de l'installation DELIA du CEA Saclay, et les aérosols émis ont été caractérisés par l'IRSN. La caractérisation des particules émises en termes de concentration et de distribution granulométrique a permis d'apporter des informations pour prédire notamment le transport et le dépôt des particules, mais la connaissance de la composition chimique par classe de taille est une information nécessaire pour une meilleure gestion des risques professionnels et environnementaux. Cet article présente les résultats concernant la caractérisation de la composition chimique de l'aérosol d'un simulant du corium, en condition de découpe laser sous air, et la distribution granulométrique associée.

**Mots-clefs** : Découpe laser, aérosol, composition chimique

### Abstract

In the context of Fukushima Daiichi fuel debris retrieval, several R&D projects have been launched and subsidized by the Japanese government to study and arrange operations for the corium retrieval. In this framework, a study carried out by ONET Technologies, CEA and IRSN laboratories demonstrated the feasibility of fuel debris cutting by the laser technique in air and underwater conditions. The characterization of aerosols released in terms of concentration and particle size distribution led to useful knowledge for transport and particle deposition for in situ management. Two fuel debris simulants were synthesized by CEA-Cadarache for this, and the DELIA facility at CEA-Saclay was used in cooperation with IRSN for aerosol characterization. However, a better occupational and environmental risk management requires the knowledge of both particle size distribution and chemical composition. This article presents the results related to the characterization of chemical composition and particle size distribution for a fuel debris simulant cut by laser technique in air condition on the DELIA facility.

**Keywords** : laser cutting, aerosol, chemical composition

DOI : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19691

## SPÉCIATION CHIMIQUE DES PM<sub>2,5</sub> : VARIATIONS EN LIEN AVEC LA MÉTÉOROLOGIE OBSERVÉES SUR 5 STATIONS RURALES DE FOND FRANÇAISES

*PM<sub>2.5</sub> chemical speciation: variations in relation to meteorology observed at 5 French background monitoring stations*

C. DEBEVEC, A. BOURIN, E. PERDRIX, L.Y. ALLEMAN, S. SAUVAGE

IMT Lille Douai, Univ. Lille, SAGE, 59000 Lille, France

**Correspondant** : cecile.debevec@imt-lille-douai.fr

### Résumé

Les PM<sub>2,5</sub> et les principales espèces chimiques qui les composent ont été analysées de 2011 à 2018 sur 5 stations rurales de fond françaises appartenant au réseau MERA (contribution française du réseau EMEP) afin d'examiner les sources, les origines géographiques et les conditions climatologiques ayant influencé leurs variabilités temporelles et spatiales. Des influences variées continentales (continent Européen et îles Britanniques) et marines (Océan Atlantique, Mer Méditerranée, Manche et Mer du Nord) ont été observées sur les concentrations en PM<sub>2,5</sub>. La variabilité saisonnière des PM<sub>2,5</sub> est grandement influencée par celles de la matière organique (OM) et des aérosols inorganiques secondaires (SIA). De fortes contributions de masses d'air chargées en OM/SIA advectées de zones potentielles d'émissions situées proches des sites récepteurs (France, Belgique, Pays-Bas et ouest de l'Allemagne) et plus distantes (Europe Centrale) ont été mises en évidence notamment pour les stations de mesure les plus au nord de la France en hiver/printemps. Des contributions significatives de masses d'air provenant du sud-est de la France et de la vallée du Pô ont influencé les concentrations en nssSO<sub>4</sub><sup>2-</sup> des stations de mesure les plus au sud de la France quand les conditions météorologiques étaient favorables à la formation d'aérosols secondaires (printemps/été).

**Mots-clefs** : PM<sub>2,5</sub>, spéciation chimique, variabilité, origines géographiques, météorologie

### Abstract

PM<sub>2.5</sub> and its main chemical species were analysed from 2011 to 2018 at 5 French background monitoring stations belonging to the MERA network (French contribution to the EMEP network) in order to investigate sources, geographical origins and climatologic conditions influencing their temporal and spatial variabilities. Various continental (European continent and the British Isles) and marine (Atlantic Ocean, Mediterranean Sea, English Channel and North Sea) influences were observed on PM<sub>2.5</sub> concentrations. PM<sub>2.5</sub> seasonal variability is highly influenced by organic matter (OM) and secondary inorganic aerosols (SIA). High contributions of air masses loaded with OM/SIA advected from close (France, Belgium, Netherlands and Western Germany) and more distant (Central Europe) potential source areas were identified especially for Northern background stations, especially during winter/spring. High contributions of air masses from South-eastern France and Po valley have influenced nssSO<sub>4</sub><sup>2-</sup> concentrations for Southern stations especially when meteorological conditions were favourable for secondary aerosol formation processes (spring/summer).

**Keywords** : PM<sub>2.5</sub>, chemical speciation, variability, geographical origins, meteorology

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19778

## INFLUENCE DU MODE D'ALIMENTATION SUR LES ÉMISSIONS POLLUANTES EN GAZ ET PARTICULES DANS UNE CHAUDIÈRE DOMESTIQUE

### *Influence of feeding mode on pollutant emissions of gas and particles in a domestic boiler*

A. MARTINEZ, A. COPPALLE, J. YON, C. LACOUR

Normandie University, INSA Rouen, UNIROUEN, CNRS, CORIA, 76000 Rouen, France

**Correspondant** : Martinea@coria.fr

#### **Résumé**

L'objectif de cette étude est d'analyser l'influence du mode d'alimentation en pellets sur la qualité des émissions polluantes. Deux méthodes d'alimentation par chute sont considérées dans une chaudière à granules de 20 kW, alimentations pulsée ou continue. Les émissions polluantes en gaz et en particules ont été mesurées dans les fumées à la sortie de la chaudière. La concentration massique des particules est mesurée avec un PPS et leurs tailles avec un analyseur de diamètre de mobilité (SMPS). Enfin, un analyseur de gaz (TESTO) est utilisé pour mesurer la concentration en CO et NOx. Les résultats montrent une augmentation des émissions entre 400 et 800 ppm de monoxyde de carbone dans le mode d'alimentation pulsé. Alors que les valeurs observées pour l'alimentation en continue étaient de 100 à 200 ppm. La taille typique des particules est comprise entre 50 et 60 nm, c'est-à-dire des particules de suie ultrafines.

**Mots-clefs** : chaudière, particules, emission

#### **Abstract**

The goal of this study is to investigate the influence of the feeding mode of pellet on the quality of the emission. Two methods of alimentation for our drop-feed-pellet (20 kW) where used by pulse and continuous. ). Gaseous and particulate emissions were sampled at the vicinity of the boiler outlet. Mass concentrations of particles is measured with a PPS and submicronic particle sizes with a Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS). Finally, a gas analyzer (TESTO) is used. Results show an increase of the carbon monoxide emissions for pulsed feeding mode between 400-800 ppm, whereas the maximum pics observed for the continuous feeding were 100-200 ppm. The typical size for particles appears to be in the range 50-60 nm, i.e ultra-fine soot particles, for all the operating conditions.

**Keywords** : boiler, particles, emission

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19713

## EVALUATION D'UN PROGRAMME DE REMPLACEMENT D'APPAREILS DE CHAUFFAGE AU BOIS SUR LA QUALITÉ DE L'AIR DANS LA VALLÉE DE L'ARVE

*Evaluation of a changeout program of old wood appliances on air quality  
in Arve valley*

J. ALLARD (1,2), F. CHEVRIER (2), I. JEZECK (3), G. MOCNIK (3,4), G. BRULFERT (5), J.L. BESOMBES (2),  
J.L. JAFFREZO (1)

1. Université Grenoble-Alpes, CNRS, IGE, 38400 Saint-Martin-d'Hères, France

2. Université Savoie Mont-Blanc, LCME, F-73000, Chambéry, France

3. Aerosol d.o.o., 1000, Ljubljana, Slovenia

4. Jozef Stefan Institute, 1000, Ljubljana, Slovenia

5. Atmo Auvergne-Rhône-Alpes, 73000, Chambéry, France

**Correspondant** : julie.allard@elichens.com; Jean-Luc.Jaffrezo@univ-grenoble-alpes.fr

### Résumé

Un large programme de renouvellement d'anciens appareils de chauffage au bois a été implanté dans la vallée de l'Arve afin de réduire les émissions de PM10. Durant 6 hivers, la contribution de la source de combustion de la biomasse a été suivie à partir de mesures aethalomètres au niveau de 3 sites tandis qu'environ 30% des appareils non-performants estimés sur le territoire ont été renouvelés. Une méthodologie prenant en compte l'influence de la météorologie sur les concentrations a été développé afin de pouvoir évaluer la variation des concentrations de PM10 liées à une diminution des émissions. Une diminution des concentrations de PM10wb est observée sur les 3 sites et les 6 hivers pour des jours présentant des conditions météorologiques favorables à la dispersion.

**Mots-clés** : aethalomètre, combustion de la biomasse, campagne de longue durée, météorologie locale

### Abstract

A large change-out program of old wood heating appliances has been set up in Arve valley to reduce PM10 emissions. Over 6 winters, the contribution of biomass burning source was monitored based aethalometer measurements at 3 sites, while near 30% of old wood-appliances estimated in the area was exchanged. A methodology taking to account the influence of meteorology on concentrations has been developed to quantify the PM10 concentration change due to the emission reduction. A decrease of PM10wb concentration has been shown at the 3 sites over the 6 winters for days with meteorological conditions favourable for particulate dispersion.

**Keywords** : aethalometer, biomass burning, long-term monitoring, local meteorology

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19718

## IMPACT DE LA COMPOSITION DU CARBURANT SUR LES ÉMISSIONS AÉRONAUTIQUES

### *Impact of fuel composition on aeronautical emissions*

A. BERTHIER (1,2), D. DELHAYE (2), I.K. ORTEGA (2), M. SICARD (2), C. FOCSA (1)

1. PhLAM – Physique des Lasers, Atomes et Molécules, CERLA – Centre d’Etudes et de Recherches Lasers et Applications, Lille University, CNRS, UMR 8523, F-59000 Lille, France
2. Department of Multi-physics for Energetics, ONERA Université Paris Saclay, F-91123, Palaiseau, France

**Correspondant** : antoine.berthier@onera.fr

#### **Résumé**

Le développement de carburants alternatifs a été identifié par l'industrie aéronautique comme un moyen de réduire les émissions des avions. Ce travail repose sur l'étude des émissions produites par différents carburants afin d'étudier l'impact de leur composition chimique sur ces émissions. Il est réalisé à plusieurs échelles, en commençant par un brûleur de laboratoire en conditions atmosphériques, jusqu'aux tests sur banc d'essai en conditions réelles de pression et de température. Les essais sur les premiers carburants ont permis de relier les émissions en particules non volatiles au taux de composés aromatiques présent dans le carburant.

**Mots-clefs** : Carburants alternatifs, matières particulaires volatiles et non volatiles, caractérisation physico-chimique

#### **Abstract**

The development of alternative fuels has been identified by the aviation industry as a way to reduce aircraft emissions. This work is based on the study of emissions produced by different fuels to study the impact of their chemical composition on these emissions. It is carried out on several scales, from test on a laboratory burner under atmospheric conditions, to test on a combustion chamber under engine realistic pressure and temperature conditions. Tests on the first fuels made it possible to link the emissions in non-volatile particles with the rate of aromatic compounds present in the fuel.

**Keywords** : Alternative fuels, volatile and non volatile particulate matter, physico-chemical characterization

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19774

## **CONFÉRENCE PLÉNIÈRE**

**Dr Michel Pourprix**

## SCIENCE ET MÉTROLOGIE DES AÉROSOLS EN FRANCE : HISTOIRE ET IMPACT

### *Aerosol science and metrology in France: history and impact*

M. POURPRIX

Consultant, Montlhéry, France

**Correspondant** : michel.pourprix@gmail.com

#### **Résumé**

La science des aérosols est probablement née à Paris en 1860 lors d'une présentation orale à l'Académie des Sciences où Pouchet décrivait son Aéroscope. Il est maintenant admis qu'il s'agissait du tout premier impacteur, avant celui décrit par l'anglais Maddox en 1870. Peu de temps après, en 1875 à Paris à l'Hôpital du Val de Grâce, Coulier réalisait des expériences montrant le rôle des fines particules sur la condensation de vapeur. Mais c'est en Angleterre, avec des expériences similaires publiées en 1880, que Aitken a laissé son nom sur les noyaux de condensation. Ainsi va l'histoire... Dans cette présentation, nous allons passer en revue les principaux développements de la science et de la métrologie des aérosols en France depuis cette époque fertile, en insistant particulièrement sur l'impact qu'ont pu avoir ces avancées, surtout ces 50 dernières années, dans différents domaines.

**Mots-clefs** : aerosol, science, métrologie, histoire, impact

#### **Abstract**

The aerosol science is probably born in Paris in 1860 during an oral report at the Academy of Sciences, where Pouchet described the Aéroscope. It is now accepted that this was the very first impactor, before the one developed in England by Maddox in 1870. Few years later, in 1875 in Paris, at the hospital of Val de Grâce, Coulier made the first basic experiments and obtained observations dealing with the role of fine airborne particles in the vapor condensation process. But it is in England, after similiary experiments published in 1880, that Aitken was considered as the ?discoverer? of the condensation nucleus. So does the history... In this presentation, we will review the main developments of the aerosol science and metrology in France since this inventive periode, with a special emphasis on the impact that these advances have had, especially these past 50 years, in different fields.

**Keywords** : aerosol, science, metrology, history, impact

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-20614

**SESSION : POSTERS EN 180 SECONDES**

## P1 - COMMENT CARACTÉRISER LES ÉMISSIONS ISSUES DU FREINAGE SUR UN SYSTÈME PION-DISQUE ?

*How to characterize brake emission on a pin-on-disc system?*

F. PHILIPPE (1,2,3,4), M. MORGENEYER (1), P. CHARLES (2), F. GUINGAND (2), C. BRESSOT (3), Y. CHEN (4)

1. UTC, TIMR, Compiègne, Oise, France
2. PSA GROUPE, Centre Technique de Vélizy, France
3. INERIS, Verneuil-en-Halatte, Oise, France
4. CETIM, Senlis, Oise, France

**Correspondant** : florian.philippe@mpsa.com

### Résumé

Les particules émises par le freinage automobile constituent un type d'émission peu évoqué à ce jour bien qu'il risque d'émerger prochainement. Peu d'études traitant du sujet sont disponibles, un sujet qui par ailleurs ne fait l'objet d'aucun consensus méthodologique permettant une comparaison internationale des résultats obtenus par exemple des bancs de freinage. La présente communication vise donc à exposer les différents critères à définir lors de la mise en place d'un système de mesure des émissions dues au freinage ; et notamment sur un système pion-disque.

**Mots-clefs** : freinage, particules, caractérisation, automobile, dynamomètre, pion-disque

### Abstract

The emissions of car brakes are a type of emission which is yet slightly evoked but which might be of major public concern soon. Few studies on the subject are available today, which moreover lacks methodological consensus. An international comparison of the results for example from brake benches is still impossible. The present scientific communication aims to show the requirements needed to design an experiment to measure brake emission; and more specifically using a pin-on-disc system.

**Keywords** : braking, particles, characterization, car, dynamometer, pin-on-disc

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19692

## P2 - RESUSPENSION DE PARTICULES SUR DES SURFACES : ÉTAT DES LIEUX ET LIMITATIONS

### *Particle resuspension from surfaces: current knowledge and limitations*

C. HENRY (1), J.P. MINIER (2)

1. Université Côte d'Azur, INRIA, 2004 Route des Lucioles, 06902 Sophia Antipolis, France
2. EDF R&D, MFEE, 6 quai Watier, 78400 Chatou, France

**Correspondant** : christophe.henry@inria.fr

#### **Résumé**

Nous présentons ici un modèle pour la resuspension de particules exposées à un écoulement turbulent et déposées sur un substrat rugueux dans le contexte de sûreté nucléaire. Ce modèle prend en compte les mécanismes révélés par des mesures expérimentales récentes dans la communauté des écoulements multiphasiques. Néanmoins, malgré ces avancées significatives, les capacités de prédiction des modèles souffrent toujours des incertitudes liés aux mesures incomplètes des états de surfaces, lesquelles ont un impact majeur sur l'adhésion entre les particules et les substrats.

**Mots-clefs** : particule, resuspension, surfaces

#### **Abstract**

Here, we present a recent model for particle resuspension from complex rough surfaces that can be used in the context of nuclear safety analysis. This model relies on the main mechanisms that have been identified by experimental data obtained in the multiphase flow community. Yet, despite these recent advances, the predictive capacities of existing models for particle resuspension are still limited by uncertainties in the measurements of surface properties, which play a significant role in the attachment of particles to substrates.

**Keywords** : particle, resuspension, surfaces

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19830

### **P3 - DÉVELOPPEMENT D'UNE MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES DES MICROCAPTEURS DE PARTICULES EN CONDITION DE CIRCULATION AUTOMOBILE SUR PARIS**

*Development of a methodology for the evaluation of performances of low-cost optical PM<sub>2,5</sub> sensors for indoor air quality monitoring in mobility situations by car around Paris*

B. BERTHELOT, A. DELATER, S. FABLE, C. RAVENTOS, J. QUERON, O. LE BIHAN

INERIS, 60550, Verneuil-en-Halatte, France

**Correspondant** : brice.berthelot@ineris.fr ; olivier.le-bihan@ineris.fr

#### **Résumé**

Dans la mesure où le temps quotidien moyen en habitacle automobile au sein de la population des pays industrialisés dépasse l'heure, la surveillance des expositions individuelles aux PM dans de tels environnements constitue une préoccupation croissante à laquelle les capteurs optiques bas-coûts cherchent à répondre. Si les avantages apportés par de tels équipements sont nombreuses, les verrous scientifiques et technologiques sont tout aussi nombreux. Centrée sur les PM<sub>2.5</sub> et réalisée en conditions réelles de mobilité à Paris et ses environs, cette étude vise ainsi à présenter les premiers résultats d'une méthodologie innovante comparant des données fournies par des capteurs optiques bas-coûts, des compteurs particulaires et des mesures obtenues par gravimétrie en conditions réelles de circulation. Si les résultats des deux campagnes illustrent de forts écarts entre les valeurs nominales affichées par les capteurs et celles obtenues par gravimétrie, ils tendent cependant à valider l'approche méthodologique et à montrer que les coefficients de corrélation référence-capteurs restent élevés ( $r = 0,74$ ). L'exploitation de l'ensemble des acquisitions fournit les pistes de compréhension des biais métrologiques observés.

**Mots-clefs** : air intérieur, capteurs bas-coûts, particules fines, PM<sub>2,5</sub>

#### **Abstract**

Since the average time spent in automotive interiors in industrialized countries exceeds one hour a day, the monitoring of individual PM exposures in such environments is a matter of public concern. Low-cost optical sensors seem to be able to tackle this challenge thanks to interesting features. However, although the benefits of such products are many, technical locks subsist and are just as numerous. Focused on PM<sub>2.5</sub> and carried out in real conditions of mobility by Paris, this study aims to present the first results of an innovative methodology comparing data provided by low-cost optical sensors, optical PM-counters and reference measurements under real traffic conditions. Although the results of the first campaigns show large differences between the nominal values provided by the sensors and those obtained by gravimetry, they nevertheless tend to validate the methodological approach and to show that the reference-sensor correlation coefficients remain high ( $r = 0,74$ ). The exploitation of all the acquisitions provides the tracks for understanding the metrological biases observed.

**Keywords** : indoor air quality, automobile, PM<sub>2.5</sub> sensors

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19702

## **P4 - SÉPARATION DE FIBRES EN SUSPENSION DANS L'AIR, UNE APPLICATION À LA DÉTECTION EN TEMPS RÉEL**

*Airborne fiber separation, an application to real-time detection*

S. CLAVAGUERA, A. GUIOT, M. POURPRIX, C. BROUARD, PH. BERNE

Plateforme NanoSécurité, Commissariat à l'Énergie Nucléaire et aux Énergies Alternatives (CEA)  
Univ. Grenoble Alpes, 38054, Grenoble, France

**Correspondant** : [simon.clavaguera@cea.fr](mailto:simon.clavaguera@cea.fr)

### **Résumé**

La mesure en temps réel de la concentration des fibres d'amiante serait un grand progrès par rapport aux méthodes indirectes utilisées actuellement. Nous présentons un projet visant à concevoir, réaliser et évaluer un sélecteur permettant de séparer les fibres des particules d'autre forme, en combinant les forces électrostatique, de gravité et d'inertie. Le concept est étayé par des calculs analytiques qui fournissent aussi un pré-dimensionnement. Des simulations numériques permettent d'optimiser la conception. A ce stade, différents dispositifs : chargeurs par diffusion, sélecteurs de divers types, ont été construits et sont en cours d'évaluation.

**Mots-clefs** : Fibres, sélecteur, électrostatique, inertie

### **Abstract**

Real-time monitoring of asbestos fibres concentrations would be a big step forward compared to the current indirect measurement techniques. We present here a project to design and build a selector able to separate fibres from other particles by the combined use of electrostatic, gravity and inertia forces. Analytical calculations confirm that the concept is sound and also provide basic design parameters. The latter are further refined thanks to numerical simulations. At this stage, various devices (unipolar diffusion chargers, fibre selectors) have been built accordingly and are currently under test and evaluation.

**Keywords** : Fibres, selector, electrostatic, inertia

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19708

## P5 - MÉTHODOLOGIE DE MESURE DES PARTICULES PRIMAIRES ÉMISES PAR DES BÂTIMENTS D'ÉLEVAGE

### *Methodology for measuring primary particles emitted by livestock buildings*

S. LAGADEC (1), N. GUINGAND (2), M. HASSOUNA (3), A. JOUBERT (4), W. MRAD (4), L. LE COQ (4)

1. Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne, 35042 Rennes, France

2. IFIP-Institut du Porc, 35651 Le Rheu, France

3. INRA UMR SAS, 35000 Rennes, France

4. IMT Atlantique – UMR CNRS 6144 GEPEA, 44307 Nantes, France

**Correspondant** : aurelie.joubert@imt-atlantique.fr

#### Résumé

L'estimation quantitative des facteurs d'émissions en particules des bâtiments d'élevage dans les bilans d'inventaire soulève des questionnements quant à la méthodologie employée. Cette étude a tout d'abord recensé dans la littérature les équipements de mesures de particules disponibles, les protocoles de mesure existants et les contraintes associées aux conditions d'élevage. Une méthodologie a ensuite été proposée applicable aux bâtiments d'élevage de porcs et de volailles français qui sera dans un second temps appliquée lors de campagnes de mesure de grande ampleur dans plusieurs dizaines de bâtiments de typologies différentes. L'enjeu du projet est de participer à mieux déterminer la contribution de l'élevage et plus particulièrement de l'élevage de porcs et de volailles de chair à l'émission de particules dans l'atmosphère et proposer des recommandations en termes de choix d'itinéraires techniques les moins émissifs.

**Mots-clefs** : facteur d'émission de particules, bâtiments d'élevage, méthodologie, protocole de mesure

#### Abstract

The quantitative estimation of particle emission factors from livestock buildings to consider in the inventories raises questions about the methodology used. This study identified from the literature the particle measurement equipment, the existing measurement protocols and the operational constraints associated with livestock building conditions. A methodology was then proposed for pig and poultry of French farm buildings that will be applied in large scale measurement campaigns in dozens of buildings of different typologies. The aim of this project is to improve the knowledge concerning the contribution of pig and poultry sectors to particles emission in the atmosphere in order to propose less emissive technical solutions.

**Keywords** : particle emission factor, livestock buildings, methodology, measurement protocols

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19756

## **P6 - ETUDE DE LA REMISE EN SUSPENSION DE PARTICULES MÉTALLIQUES À PARTIR DE SURFACES URBAINES EN MILIEU AMBIANT : MÉTHODOLOGIE**

*Study of metallic particle's resuspension from urban surfaces in ambient environment: methodology*

E. KOUADIO, M. GORIAUX, V. RUBAN

IFSTTAR, GERS, EE, F-44344 Bouguenais, France

**Correspondant** : emmanuel.kouadio@ifsttar.fr

### **Résumé**

Sous l'action de différents facteurs naturels et/ou anthropiques, les dépôts secs atmosphériques peuvent être remis en suspension dans l'air. Ce phénomène vient interférer dans les estimations actuelles du dépôt sec net. Ce travail met en œuvre une méthodologie en vue d'une acquisition de données. L'intérêt est d'évaluer des variations de concentrations surfaciques de particules métalliques (0.5-5  $\mu\text{m}$  de diamètres) remis en suspension par temps secs, en conditions ambiantes et à partir de surfaces représentatives du milieu urbain.

**Mots-clefs** : Dépôts secs, surfaces urbaines, milieu ambiant, Particule, Remise en suspension

### **Abstract**

Atmospheric dry deposition can be resuspended in the air by various combinations of natural and/or anthropogenic factors. Current estimations of dry deposition are interfered by this phenomenon, thus not exactly accurate. This study is therefore an attempt to implement a methodology for data acquisition. These data are then used to evaluate surface fractions of metal particles (of 0.5 to 5  $\mu\text{m}$  diameter size) which are resuspended in dry ambient conditions of urban surfaces

**Keywords** : Dry deposition, urban surfaces, ambient conditions, Particle, Resuspension

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19768

## P7 - AGGLOMÉRATION DE PARTICULES DANS UN ÉCOULEMENT TURBULENT

### *Particle agglomeration in turbulent flows*

K. MARTINEZ, S. SHEKARFORUSH, C. HENRY, M. BOSSY

Université Côte d'Azur, INRIA, 2004 Route des Lucioles, 06902 Sophia Antipolis, France

**Correspondant** : kerlyns.martinez-rodriguez@inria.fr

#### **Résumé**

Nous présentons ici un modèle permettant de mieux simuler l'agglomération de particules dans un écoulement complexe. Ce modèle couple plusieurs approches: un calcul Eulérien pour le fluide porteur, un suivi Lagrangien stochastique des inclusions et une approche de type "Équilibre de population" pour l'agglomération. Un raffinement du modèle est introduit pour discrétiser le domaine en présence d'inhomogénéités dans la répartition spatiale des particules. Les performances et la précision de ce nouveau modèle sont évaluées par rapport à un calcul direct.

**Mots-clefs** : particule, agglomération, quantification d'incertitudes

#### **Abstract**

Here, we present a model for the simulation of particle agglomeration in complex flows. This model couples several approaches together: an Eulerian calculation of a fluid flow, a stochastic Lagrangian tracking of particles and a model for agglomeration based on PBE (Population Balance Equation). We have further refined this model to discretize the simulation domain depending on the presence of inhomogeneities in the spatial repartition of particles. The accuracy and efficiency of this model are evaluated by comparing it to direct simulations of agglomeration.

**Keywords** : particle, agglomeration, uncertainty quantification

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19831

## P8 - IDENTIFICATION DES BIOAÉROSOLS DE LA GROTTÉ DE LASCAUX

### *Identification of bioaerosols of Lascaux cave*

L. ALONSO (1,2), T. POMMIER (1), Y. MOËNNE-LOCCOZ (1)

1. UMR CNRS 5557 Ecologie Microbienne, Université de Lyon, 69100 Villeurbanne, France

2. Adresse actuelle : Laboratoire de Métrologie des Aérosols, INRS, 54519 Vandoeuvre-lès-Nancy Cedex, France

**Correspondant** : lise.alonso@inrs.fr

#### Résumé

La grotte de Lascaux, classée au patrimoine mondial de l'UNESCO, est célèbre pour ses peintures et gravures rupestres. Les nombreuses visites ont nécessité des aménagements qui ont bouleversé le microbiote de la grotte et engendré le développement de taches d'origines microbiennes sur les parois. Des prélèvements de parois et d'air ont été effectués afin de comprendre le développement de ces taches et leur potentielle dissémination. L'abondance microbienne dans l'air de la grotte est plus faible à l'entrée que dans les salles centrales, suggérant que la majorité des microorganismes ne transite pas par l'entrée. L'identification des microorganismes indique que certains taxons bactériens comme *Ralstonia* sont prédominants dans l'air mais minoritaires sur les parois, où apparemment les conditions écologiques ne leur permettent pas de s'établir durablement.

**Mots-clefs** : microbiote, séquençage haut débit, grotte de Lascaux

#### Abstract

Lascaux Cave, listed as a UNESCO World Heritage Site, is famous for its rock paintings and engravings. Numerous visits required adaptation work, which disrupted the cave's microbiota and led to the development of microbial stains on the walls. Wall and air samples were taken to understand the development of these spots and their potential spread. Microbial abundance in cave air is lower at the entrance than in central rooms suggesting that microorganisms do not pass through the entrance. The identification of microorganisms indicates that some bacteria taxa such as *Ralstonia* are predominant in the air but are in minority on the walls which means ecological conditions were not conducive to their establishment.

**Keywords** : microbiota, high throughput sequencing, Lascaux Cave

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19745

**P9 - LE GROUPE D'EXPERTS AFNOR X43C/GE 1 « BIOAÉROSOLS » :  
UNE NOUVELLE DYNAMIQUE SUR LE THÈME DES BIOAÉROSOLS AU NIVEAU  
NATIONAL**

*The group of experts AFNOR X43C / GE 1 "Bioaerosols": a new dynamic on the  
theme of bioaerosols at the national level*

P. DUQUENNE (1), P. LE CANN (2), B. FACON (3), O. SCHLOSSER (4), E. DALIBERT (5), A. SACHOT (6), P. ARNOULD (7), I. CHEVALIER-ALLIO (8)

1. INRS, Laboratoire ASTEC, 1 rue du Morvan CS 60027, 54519 Vandoeuvre-lès-Nancy Cedex - France
2. Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique,  
Avenue du Professeur Léon Bernard, CS74312, 35043 Rennes - France
3. CRAMIF, Laboratoire des Biocontaminants, 17-19 Avenue De Flandre, 75954 Paris Cedex 19 - France
4. SUEZ, CIRSEE, 38, rue du Président Wilson, 78230 Le Pecq - France
5. Laboratoire des microorganismes et allergènes,  
Service Parisien de Santé Environnementale, 11 rue George Eastman, 75013 Paris - France
6. DGA Techniques navales, avenue de la Tour Royale, BP 40915, 83050 Toulon Cedex - France
7. Groupe Kersia, PAE Actiparc, Rue des Acacias, 01190 Boz - France
8. Laboratoire d'Analyses de Surveillance et d'Expertise de la Marine (LASEM) - Base Navale de Brest,  
CC 12, 29240 BREST Cedex 09 – France

**Correspondant** : philippe.duquenne@inrs.fr

### Résumé

L'article propose un état d'avancement des travaux de normalisation au niveau européen et présente les activités et les objectifs du groupe d'experts français « Bioaérosols » nouvellement créé. Le groupe de travail européen CEN/TC 137/WG5 « Mesurage des agents biologiques » a engagé la révision des normes EN 13098, EN 14031 et EN 14583 sur les bioaérosols. Le groupe d'experts AFNOR X43C/GE 1 « Bioaérosols » a été créé en vue de suivre ces travaux européens et de forger une position Française pour la révision des normes. La création de ce groupe français génère une dynamique nouvelle et fédératrice sur le thème des bioaérosols au niveau national.

**Mots-clefs** : Bioaérosols, normalisation, groupe d'experts Français, AFNOR

### Abstract

The article proposes a progress report on standardization work at the European level and presents the activities and objectives of the newly created French group of experts "Bioaerosols". The European Working Group CEN/TC 137/WG 5 "Measurement of biological agents" has initiated the revision of standards EN 13098, EN 14031 and EN 14583 on bioaerosols. The expert group AFNOR X43C / GE 1 "Bioaerosols" was created to follow this European work and to forge a French position for the revision of standards. The creation of this French group generates a new and federative dynamic on the theme of bioaerosols at the national level.

**Keywords** : bioaerosols, standardization, French group of experts, AFNOR

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19765

**P10 - LES (1,3)- $\beta$ -D-GLUCANES DANS L'AIR DES LIEUX DE TRAVAIL :  
ÉVALUATION D'UNE MÉTHODE EN CONDITIONS RÉELLES D'EXPOSITION**

*Airborne (1,3)- $\beta$ -D-glucans at occupational settings:  
Field evaluation of a measurement method*

P. DUQUENNE, X. SIMON, C. COULAIS, C. DZIURLA

INRS, 1 rue du Morvan CS 60027, 54519 Vandoeuvre-lès-Nancy Cedex

**Correspondant** : philippe.duquenne@inrs.fr

**Résumé**

Une méthode de mesure des (1,3)- $\beta$ -D-glucanes dans l'air, développée à l'INRS, a été évaluée en conditions réelles d'exposition dans deux centres de tri des déchets ménagers recyclables. Les résultats indiquent qu'un traitement combiné des échantillons (broyage avec billes de verre en présence de Tween 80) augmente la concentration en (1,3)- $\beta$ -D-glucanes mesurée dans l'air de centres de tri. Ils suggèrent également qu'il est possible de conserver les échantillons à -20°C pendant une quinzaine de jours avant l'analyse. Les concentrations mesurées dans les deux centres de tri confirment l'applicabilité de la méthode développée dans ce secteur d'activité et la pertinence des résultats mesurés. Des essais complémentaires dans d'autres secteurs semblent nécessaires pour conforter ces résultats.

**Mots-clefs** : bioaérosols, (1,3)- $\beta$ -D-glucanes, exposition professionnelle, méthode de mesure

**Abstract**

A method for the measurement of airborne (1,3)- $\beta$ -D-glucans, developed in INRS laboratories, was evaluated in real exposure conditions in two household waste sorting plants. The results indicate that a combined treatment of the samples (grinding with glass beads in the presence of Tween 80) increases the concentration of (1,3)- $\beta$ -D-glucans measured in the air of sorting plants. They also suggest that it is possible to store the samples at -20°C for about 15 days before analysis. The concentrations measured in the two sorting plants confirm the applicability of the developed method in this working sector and the relevance of the results. Further assays in other sectors seem necessary to reinforce these results.

**Keywords** : bioaerosols, (1,3)- $\beta$ -D-glucans, occupational exposure, measurement method

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19767

## **P11 - DESIGN OF AN EXPERIMENTAL SETUP TO INVESTIGATE DROPLET EVAPORATION IN A HUMAN-LIKE EXHALED JET**

### *Design of an experimental setup to investigate droplet evaporation in a human-like exhaled jet*

K. MAHJOUR MOHAMMED MERGHANI (1), B. SAGOT (2), E. GÉHIN (1), C. MOTZKUS (3)

1. Université Paris-Est, CERTES (EA3481), 61 Avenue du General de Gaulle, 94010 Créteil Cedex, France

2. ESTACA, 12 Avenue Paul Delouvrier, 78180 Montigny-le-Bretonneux, France

3. CSTB, 84 Avenue Jean Jaurès, Champs-sur-Marne, 77447 Marne-la-Vallée Cedex 2, France

**Correspondant** : khansa.mahjoub-mohammed-merghani@u-pec.fr

#### **Résumé**

Cet article présente un dispositif expérimental pour étudier le transport et l'évaporation de gouttelettes de 40  $\mu\text{m}$  dans un jet représentatif d'émissions humaines telles que la respiration ou la toux. La première partie de l'expérimentation est consacrée à la caractérisation du champ de vitesse de la phase gazeuse du jet stationnaire, et des champs d'intensité turbulente, de température et d'humidité. La deuxième partie est consacrée à l'étude des processus de transport et d'évaporation des gouttelettes dans le jet de gaz, en mesurant la vitesse et le diamètre des gouttelettes à différentes distances de la source, en utilisant l'anémométrie laser Doppler et l'anémométrie à Phase Doppler.

**Mots-clefs** : Gouttelettes, jet turbulent, Anémométrie à Phase Doppler, aérocontaminants

#### **Abstract**

This article presents an experimental setup designed to study the transport and evaporation of 40  $\mu\text{m}$  droplets in a human-like airflow. The first part focuses on the characterization of the stationary gas jet flow field, turbulence, temperature, and humidity. Then we will study the transport and evaporation processes of the droplets within the gas jet, by measuring the decay of droplets velocity and diameter at different locations from the jet source, using Laser Doppler Anemometry and Phase Doppler Anemometry.

**Keywords** : Droplets, turbulent jet, Phase Doppler Anemometry, airborne contaminant

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19753

## **P12 - CARACTÉRISATION CHIMIQUE DES PARTICULES ET DE LA PHASE GAZEUSE ÉMISES PAR UN MOTEUR MONOCYLINDRE À ESSENCE**

### *Chemical characterization of the particulate and gas phase emissions of a gasoline single cylinder engine*

D. DUCA, Y. CARPENTIER, M. VOJKOVIC, C. PIRIM, C. FOCSA

Université de Lille, CNRS, UMR 8523 - PhLAM - Physique des Lasers, Atomes et Molécules, Lille F-59000, France

**Correspondant** : dumitru.duca@univ-lille.fr

#### **Résumé**

Les émissions générées par la combustion sont constituées à la fois de particules et d'espèces en phase gazeuse, toutes deux ayant une influence majeure sur la chimie de l'atmosphère et la santé de la population. La toxicité et la réactivité de ces émissions sont déterminées par leur composition chimique. Par conséquent, pour comprendre l'impact des émissions de combustion, il est nécessaire d'obtenir leur caractérisation chimique, en particulier la répartition des espèces volatiles entre les particules et la phase gazeuse. Dans cette étude, nous utilisons une nouvelle méthode d'échantillonnage couplée à une approche analytique basée sur la spectrométrie de masse pour caractériser les phases particulaire et gazeuse des émissions produites par un moteur monocylindre à essence. Les deux phases sont collectées avec un système à deux filtres: le premier filtre retient les particules tandis que la phase gazeuse passe et est collectée sur le second filtre grâce à une couche de charbon actif le recouvrant. Tous les échantillons sont ensuite caractérisés avec un spectromètre de masse (Two step laser mass spectrometer, L2MS) et diverses techniques statistiques sont utilisées pour mettre en évidence les différences entre les échantillons. Nous avons pu déterminer l'impact du régime moteur et des systèmes de post-traitement (catalytic stripper) sur la chimie des particules et de la phase gazeuse.

**Mots-clefs** : particules et phase gazeuse, émissions des moteurs à essence, spectrométrie de masse

#### **Abstract**

Combustion produces both particulate and gas phase emissions that have a major influence on the atmospheric chemistry and human health. The toxicity and reactivity of these emissions is determined by their chemical composition. Therefore, to fully understand the impact of combustion by-products their detailed chemical characterization is required, including the partitioning of volatile species between the particulate and gas phase. In this study, we use a new sampling method coupled to a mass spectrometry based analytical approach to fully characterize both particulate and gas phase emissions of a gasoline single cylinder engine. The two phases are collected using a two-filter system - the first filter retains the particles while letting through the gas phase which is collected on the second filter, covered with activated carbon. All samples are then characterized with a two-step laser mass spectrometer (L2MS) and various statistical procedures are used to explain the differences between the samples. We were able to determine the impact of the engine regime and after-treatment systems (catalytic stripper) on the chemistry of both particulate and gas phase.

**Keywords** : particulate and gas phase, gasoline engine emissions, mass spectrometry

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19780

## P13 - ETUDE DE LA REMISE EN SUSPENSION D'AÉROSOL PAR DES OPÉRATIONS D'ÉCROUTAGE DE BÉTON

### *Study of aerosol release during concrete scarifying operations*

M. SOW (1), Y. LEBLOIS (1), C. BODIOT (1), C. MOTZKUS (2), S. RITOUX (2), F. GENSDARMES (1)

1. Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), PSN-RES, SCA, LPMA, Gif-sur-Yvette, 91192, France
2. Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), Division Agents Biologiques et Aérocontaminants, 84 Avenue Jean Jaurès, 77420 Champs-sur-Marne

**Correspondant** : mamadou.sow@irsn.fr

#### **Résumé**

Nous présentons une étude expérimentale dédiée à la mesure de la fraction d'aérosol remise en suspension dans l'air pendant les opérations de déconstruction du béton, pour des applications en sûreté nucléaire. La quantité totale de particules remises en suspension est évaluée à l'aide de préleveurs à haut débit associés à un compteur optique de particules. Un intérêt particulier est accordé aux particules dans les fractions conventionnelles alvéolaire et thoracique par une analyse de leur distribution granulométrique. Il convient de mentionner que le travail a été réalisé en l'absence de radioactivité. Toutefois, les résultats devraient être facilement transposables aux structures en béton des installations nucléaires exposées au flux neutronique, pour lesquelles les scénarios d'activation sont bien définis.

**Mots-clefs** : béton, écoulement, activation, remise en suspension

#### **Abstract**

We present an experimental study dedicated to measurement of airborne particle release fraction during concrete dismantling operations for nuclear safety applications. The total re-suspended particles fraction is quantified by using high volume samplers along with an optical particle counter. A particular interest is given to the particles in the respirable and thoracic conventional fractions by particle size distribution analysis. It is noteworthy to mention that the work is realized in absence of radioactivity but the outcomes should be conveniently applicable to concrete structures in nuclear installations exposed to neutron flux, for which activation scenarios are well defined.

**Keywords** : concrete, scarifying, activation, resuspension

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19766

## **Session IV : METROLOGIE DES AEROSOLS**

*Présidents de séance : Dr François-Xavier OUF, Dr Benoit SAGOT*

## INCANDESCENCE INDUITE PAR LASER AUTO-COMPENSÉE À 2 COULEURS EN FLAMMES TURBULENTES

### *Application of 2-color auto-compensating laser induced incandescence in turbulent flames*

M. BOUVIER, J.YON, F. GRISCH

Laboratoire CORIA, INSA de Rouen & Université de Rouen, 76801, Saint Etienne du Rouvray, France

**Correspondant** : maxime.bouvier@coria.fr

#### Résumé

L'Incandescence induite par laser (LII) est une technique optique permettant la mesure in-situ de la fraction de volume de suie. C'est une technique de mesure répandue qui fait encore l'objet de développements. En doublant les dispositifs de détection à deux longueurs d'onde, on peut également déterminer la température d'incandescence des particules, permettant d'améliorer la détermination de la fraction de volume. La méthode d'étalonnage la plus utilisée repose sur une mesure d'extinction de la lumière. Il existe cependant une méthode d'étalonnage dite « auto-compensée » qui permet de s'affranchir de cette mesure d'extinction. Ceci est d'autant plus pratique que, dans certains cas, la teneur en particules ou l'accès optique ne permettent pas une mesure fiable d'extinction. Cependant, on observe que, jusqu'ici, la technique d'auto-compensation associée à une mesure à 2 couleurs n'avait pas été appliquée à des flammes complexes et en particulier turbulentes. Nous présentons ici les premiers résultats de l'application de cette technique en imagerie dans une flamme turbulente dont l'architecture est proche des systèmes de combustion aéronautiques. Une comparaison avec les méthodes classique sera proposée.

**Mots-clefs** : LII, flamme turbulente, soot particles

#### Abstract

Laser Induced Incandescence (LII) is an optical technique enabling the in-situ measurement of soot volume fraction. It is a technique which is still subject to developments. By doubling the detection systems at two wavelengths the incandescence temperature of soot particles can be determined, enabling a better determination of the soot volume fraction. The most common calibration method is based on a light extinction measurement. However another calibration method called "auto-compensating" permits to avoid this extinction measurement. This is convenient as, in some cases, the particle concentration or the optical access do not allow any extinction measurements. However we observe that the 2-Color Auto-compensating technique was never applied to complex turbulent flames. We present here the first results of application of this technique in a turbulent flame whose architecture is close to aeronautical combustion systems. A comparison with classical methods will be proposed.

**Keywords** : LII, turbulent flame, soot

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19706

## ETUDE DE L'EFFET DE LA TENSION DE POLARISATION SUR LA RÉPONSE D'UN CAPTEUR RÉSISTIF DE SUIES

*Study of the polarization voltage effect on a resistive soot sensor response*

A. KORT (1,2), F-X. OUF (1), T. GELAIN (1), J. MALET (1), R. LAKHMI (2), P. BREUIL (2), J-P. VIRICELLE (2)

1. Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), PSN-RES, SCA, Gif-sur-Yvette, 91192, France

2. Ecole Nationale Supérieure des Mines, SPIN-EMSE, CNRS : UMR5307, LGF, 42023 Saint Etienne, France

**Correspondant** : amel.kort@irsn.fr

### Résumé

Au cours d'un incendie dans une Installation Nucléaire de Base (INB), les principales conséquences en termes d'aérosols sont la mise en suspension de particules radioactives et la production de suies. Ce travail s'inscrit dans le cadre d'une thèse portant sur l'étude du dépôt des suies afin de prédire les quantités d'aérosols participant au colmatage des filtres à Très Haute Efficacité (THE). L'objectif final est de développer un dispositif multi-capteurs pour la quantification, en continu, des masses de suies déposées sur les parois d'une INB en situation d'incendie. Cette communication présente une qualification, à différentes tensions de polarisation, du capteur résistif qui sera utilisé pour la collecte et la détection des suies.

**Mots-clefs** : suies, dépôt, capteur résistif, incendie

### Abstract

During a fire in a basic nuclear facility, the main consequences in terms of aerosol are the production of suspended radioactive particles and of a large amount of soot. This work is part of a PhD dealing with the study of soot deposition on walls in a room during a fire, which is essential for the prediction of aerosol quantities that can clog high efficiency particulate air filters. For this purpose, a multi-sensor device will be developed for real time measurement of aerosol deposition, in a room during a fire. The aim of this paper is to present a qualification, at different polarization voltages, of the resistive sensor that will be used for the collection and detection of soot particles.

**Keywords** : soot, deposition, resistive sensor, fire

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19777

## DÉVELOPPEMENT D'UN DISPOSITIF PORTABLE POUR LE PRÉLÈVEMENT DES AÉROSOLS SEMI-VOLATILS PAR SIMULATION NUMÉRIQUE

*Development of a personal semi-volatile aerosol dichotomous sampler  
using numerical simulation*

N. REKEB (1), B. SUTTER (1), E. BELUT(1), E. GEHIN (2)

1. INRS, 1 rue du Morvan, F-54500 Vandoeuvre, France  
2. CERTES, 61 avenue du Général de Gaulle, 94010, Créteil, France

**Correspondant** : noredine.rekeb@inrs.fr

### Résumé

Les aérosols semi-volatils sont simultanément présents dans l'air sous forme particulaire et gazeuse et sont de nature chimique très diverse. Supposant des effets sur la santé différents des phases particulaires et gazeuses, l'évaluation de l'exposition des salariés nécessite le prélèvement et la collecte séparée de chaque phase. Cet article rapporte les résultats de simulations numériques 2D axisymétriques et 3D réalisées sur un nouveau dispositif de prélèvement appelé SADS, et basé sur le principe de l'impacteur virtuel. Ces simulations ont permis de mettre en lumière les phénomènes physiques réduisant l'efficacité de séparation des deux phases.

**Mots-clefs** : Aérosols semi-volatils, SADS, CFD, Efficacité de séparation

### Abstract

Semi-volatile aerosols are simultaneously present in the particle and vapour phase, and have a high chemical diversity. Considering different effects of the phases on human health, the exposure assessment of the workers requires to sample these phases separately. This article reports numerical 2D axisymmetric and 3D numerical simulation results carried on a new sampler called SADS (Semi-volatile Aerosol Dichotomous Sampler), based on the virtual impactor principle. These numerical simulations highlighted the physical phenomena decreasing the separation efficiency of the device.

**Keywords** : Semivolatile aerosol, SADS, CFD, Separation efficiency.

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19720

## APPORT DE LA MÉTROLOGIE DES AÉROSOLS POUR LES ÉTUDES DE TOXICOLOGIE PAR INHALATION

### *Aerosol metrology contribution for inhalation toxicology studies*

F. COSNIER, S. BAU, S. GROSSMANN, S. VITON, H. NUNGE, R. PAYET, C. SEIDEL, L. GATÉ

Institut National de Recherche et de Sécurité, 54519 Vandoeuvre, France

**Correspondant** : frederic.cosnier@inrs.fr

#### **Résumé**

En 2014, l'INRS s'est doté d'un système de génération de nanoaérosols adapté aux études de toxicologie par inhalation. Baptisé NanoTIREx pour « Nanomaterial Toxicology Inhalation system for Rodent Exposure », ce dispositif a depuis été mis en œuvre au cours d'une quinzaine de campagnes d'exposition subaiguë (1 mois) avec différents types d'aérosols (issus de différentes natures de poudre et avec des granulométries et des niveaux de concentrations variés). Nous proposons de faire un retour d'expérience et d'évoquer quels ont été les challenges à relever pour mener à bien ce type d'expérimentation et en quoi la mise en place d'une stratégie de métrologie des aérosols adaptée a permis de surmonter certains obstacles et de répondre aux besoins de la toxicologie.

**Mots-clefs** : inhalation, toxicologie, aérosol, métrologie

#### **Abstract**

INRS has developed a nanoaerosol generation system adapted to inhalation toxicology studies called NanoTIREx for "Nanomaterial Toxicology Inhalation System for Rodent Exposure". Since 2014, this inhalation facility has been implemented during fifteen subacute exposure campaigns (1 month) with different types of aerosols (from different powder and with varying sizes distributions and concentrations). We propose to make a 5-year feedback and to discuss what were the challenges to be faced with this type of experimentation and how a well-designed aerosol metrology strategy allowed to overcome certain obstacles and meet the needs of toxicology.

**Keywords** : inhalation, toxicology, aerosol, metrology

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19758

## GÉNÉRATION ET MÉTROLOGIE DES PARTICULES DE MASSE VOLUMIQUE EXTRÊME - APPLICATION AU DÉVELOPPEMENT D'UNE CHAMBRE D'INHALATION D'AÉROSOLS DE TUNGSTÈNE

*Generation and metrology of extreme density particles - Application to the  
development of an inhalation chamber for tungsten aerosols*

L. MACÉ (1), C. IBANEZ (1), C. BODIOT (2), L. JUHEL (2), F. GENSDARMES (2)

1. Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), PSE-SANTE, SESANE, LRTOX,  
Fontenay-aux-Roses cedex, 92262, France
2. Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), PSN-RES, SCA, LPMA, Gif-sur-Yvette cedex,  
91192, France

**Correspondant** : leo.mace@irsn.fr

### Résumé

Dans le cadre d'une étude sur l'impact de l'inhalation de particules de tungstène sur le système nerveux central chez le rat, on présente le développement d'une méthode de génération à faible concentration massique et une stratégie de mesure pour des aérosols composés de particules de tungstène. La densité extrême du tungstène - 19,3 - entraîne une très grande différence entre les diamètres aérodynamique et de mobilité électrique, ainsi que l'apparition de valeurs aberrantes pour certain appareil de mesure.

**Mots-clefs** : Tungstène, inhalation, aérosol, neurotoxicologie

### Abstract

Aiming to study the impact of tungsten particles inhalation on the central nervous system in rats, the development of a low mass concentration generation method and a measurement strategy for aerosols composed of tungsten particles are presented. The extreme density of tungsten - 19.3 - causes a high difference between the aerodynamic and electric mobility diameters, as well as appearance of non-reliable data for certain measuring devices.

**Keywords** : Tungsten, inhalation, aerosol, neurotoxicology

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19769

**IMPACT DE LA MASSE DE PARTICULES SUR LE COMPORTEMENT D'UN  
MONITEUR DE MESURE DE LA CONTAMINATION ATMOSPHERIQUE (CAM)**  
*Impact of particles mass on the behavior of a Continuous Air Monitor (CAM)*

G. HOARAU (1), G. DOUGNIAUX (1), F. GENSDARMES (1), B. DHIEUX LESTAEVEL (1), J. LAURENT (2), P. CASSETTE (3)

1. Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), 91192 Gif-sur-Yvette, France

2. Electricité de France (EDF), 41220 Saint-Laurent Nouan, France

3. Laboratoire National Henri Becquerel (LNHB), 91191 Gif-sur-Yvette, France

**Correspondant** : gwenael.hoarau@irsn.fr

**Résumé**

Cet article présente la caractérisation du comportement d'un moniteur de mesure de la contamination particulaire radioactive atmosphérique en condition de chantier de démantèlement simulée en laboratoire. Les premiers résultats présentés dans ce papier mettent en avant une mauvaise adaptation de la compensation dynamique du bruit de fond dans des conditions de fonctionnement non prises en compte dans les référentiels IEC.

**Mots-clefs** : compensation, bruit de fond, porosité

**Abstract**

This paper presents the characterization of the behavior of a Continuous Air Monitor (CAM) under dismantling site conditions simulated in laboratory. The first results presented in this paper highlight a misinterpretation of the dynamic background compensation in operating conditions not taken into account in IEC standards.

**Keywords** : compensation, background, packing porosity

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19775



## **Session V : QUALITE DE L'AIR INTERIEUR**

*Présidents de séance : Dr Sébastien BAU, Dr Céline LEDREFF*

## IMPACT DE L'USAGE D'APPAREILS DOMESTIQUES DE CHAUFFAGE AU BOIS SUR LA TENEUR EN PARTICULES EN AIR INTÉRIEUR SELON LES CONDITIONS DE VENTILATION

*Impact of the use of domestic wood heating appliances on the particulate content  
in indoor air depending on ventilation conditions*

C. LE DREFF-LORIMIER (1), M. NICOLAS (2), T. SAAL (3)

1. Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, 44300 Nantes, France
2. Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, 38400 Saint-Martin-d'Hères, France
3. WIGWAM Conseil, 44000 Nantes, France

**Correspondant** : celine.ledreff@cstb.fr

### Résumé

L'objectif de cette étude est de caractériser l'impact, sur la qualité de l'air intérieur, de l'usage de quatre appareils domestiques de chauffage au bois distincts, en fonction des caractéristiques de perméabilité à l'air et de ventilation du logement. Les résultats obtenus confirment que la qualité de l'air se dégrade lorsque le renouvellement d'air est réduit. Ils confirment également que l'absence de porte foyer peut conduire à un refoulement des fumées en air intérieur pour de faibles niveaux de tirage. Il apparaît en outre que les périodes de déchargement et de rechargement peuvent être émettrices de polluants particuliers, en particulier lorsque l'appareil de chauffage ne dispose pas d'une porte foyer.

**Mots-clés** : chauffage au bois, qualité de l'air intérieur, PM2.5, ventilation

### Abstract

The purpose of this study is to characterize the impact on indoor air quality of the use of four different domestic wood heating appliances, based on the air permeability and ventilation characteristics of the building. The results obtained confirm that air quality is degraded when air exchange is reduced. They also confirm that the absence of a fire door can lead to an escape of fumes in indoor air in case of low draft levels. Moreover, it appears that the periods of deashing and reloading can be emitting particulate pollutants, especially when the heating appliance does not have a fire door.

**Keywords** : wood heating, indoor air quality, PM2.5, ventilation

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19773

**PARALLEL FACTOR ANALYSIS (PARAFAC) POUR L'INTERPRÉTATION  
DE LA VARIATION DES POLLUANTS DE L'AIR INTÉRIEUR  
DANS UN ENVIRONNEMENT DE BUREAUX**

*Parallel factor analysis (PARAFAC) for interpretation of variation of indoor air  
pollutants in an open-plan office*

T.H NGUYEN (1), A. IONESCU (1), O. RAMALHO (2), M. MATHIS (3), E. GEHIN (1)

1. CERTES, Université de Paris Est Créteil, 94000, France
2. Centre scientifique et technique du bâtiment, 77420, France
3. Université de Paris Est Créteil, 94000, France

**Correspondant** : thi-hao.nguyen@univ-paris-est.fr

**Résumé**

Cette recherche se concentre sur l'étude de la qualité de l'air intérieur (QAI) en développant une approche optimale du traitement des données. En observant les composantes de sortie de la décomposition de PARAFAC, nous sommes en mesure d'expliquer les fluctuations des processus sous-jacents et leurs causes dans un environnement intérieur (un bureau paysager) et ainsi mieux anticiper les conséquences. Par ailleurs, PARAFAC est une méthode très prometteuse pour la QAI lorsqu'il est possible de traiter des tableaux de grandes dimensions et de fournir une sortie unique. Sur cette base, nous pouvons appliquer différentes situations de QAI et utiliser les résultats de chargement pour le modèle de régression ultérieurement.

**Mots-clés** : qualité de l'air intérieur, décomposition tensorielle, particule

**Abstract**

This research focuses on indoor air quality (IAQ) study by developing an optimal approach of data processing. By observing the output components of PARAFAC decomposition, we are able to explain the fluctuations of the underlying processes and their causes in an indoor environment (an open-plan office) and thus, better anticipate their consequences. Besides, PARAFAC is a very promising method for IAQ when it is possible to deal with high dimensional array and gives the unique output. Based on that, we can apply for different situations of IAQ for different purposes and also use the loading outputs for the regression model afterward.

**Keywords** : indoor air quality, tensor decomposition, particle matter

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19781

## CARACTÉRISATION DES AÉROSOLS ÉMIS PAR UN PROCÉDÉ DE FABRICATION ADDITIVE MÉTALLIQUE

### *Characterization of aerosols emitted from a direct metal deposition additive manufacturing process*

S. BAU, D. ROUSSET, R. PAYET, FX. KELLER

Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS), 54519 Vandoeuvre les Nancy, France

**Correspondant** : sebastien.bau@inrs.fr

#### **Résumé**

Cet article rapporte les résultats expérimentaux obtenus lors de deux campagnes de mesure réalisées dans le domaine de la fabrication additive. Dans cette étude, les aérosols émis par le procédé ainsi que l'exposition individuelle à des particules en suspension dans l'air ont été évalués, impliquant à la fois des instruments à lecture directe et des échantillonneurs conventionnels. Les champs proche et lointain ont également été caractérisés. Les résultats mettent en évidence la nécessité de porter un équipement de protection lorsqu'une intervention dans l'enceinte est requise. De plus, des effets significatifs des paramètres de fonctionnement sur les distributions en nombre et en masse des aérosols émis ont été mis en évidence.

**Mots-clefs** : Fabrication additive, métrologie temps réel, exposition professionnelle

#### **Abstract**

This paper reports experimental results obtained from a measurement campaign carried out in the field of additive manufacturing. In this study, aerosols emitted by the process as well as personal exposure to airborne particles were assessed, involving both direct-reading instruments and conventional samplers. Near- and far-field were also characterized. The results highlight the need for wearing protective equipment when intervention in the enclosure is required. Strong effects of operating parameters on the number and mass size distributions of the aerosols emitted have also been noticed.

**Keywords** : Additive manufacturing, direct-reading instruments, occupational exposure

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19683

## EVALUATION DES EXPOSITIONS PAR INHALATION AUX AÉROSOLS : VERS UNE DÉMARCHE INTÉGRÉE D'ANALYSE DES DONNÉES DE MESURE EN TEMPS RÉEL

*Inhalation exposure aerosols assessment: towards an integrated approach to analyze real-time measurement data*

S. AUDIGNON-DURAND (1,2,3), L. GALEY (1,2), S. BAU (4), A. GARRIGOU (1,2), O. WITSCHGER (4)

1. EPICENE - BPH U1219 INSERM

2. Université de Bordeaux

3. CHU de Bordeaux - Service de Médecine du Travail

4. INRS - Laboratoire Métrologie des Aérosols

**Correspondant** : sabyne.audignon@u-bordeaux.fr

### Résumé

Dans le cadre d'un projet transdisciplinaire alliant hygiénistes industriels, ergonomes et spécialistes de la métrologie des aérosols dont l'objectif principal était de proposer et tester une approche opérationnelle d'évaluation des expositions professionnelles alliant des phases de mesurage et d'observations de l'activité réelle de travail, des campagnes de mesurages en entreprises ont été effectuées. Nous présentons ici les éléments d'une démarche pour l'analyse des données issue des mesures en temps réel visant à mieux décrire et comprendre les niveaux d'exposition, à des fins d'utilisation épidémiologique ou de prévention.

**Mots-clefs** : Aérosol, métrologie temps réel, exposition professionnelle

### Abstract

As part of a transdisciplinary project combining industrial hygienists, ergonomists, and specialists in aerosol metrology, whose main objective was to propose and test an operational approach to assess occupational inhalation exposures combining phases of measurement and observations of the actual work activity, field campaigns at workplaces were performed. Here, we present the elements of an integrated approach to analyze real-time measurement data aimed at better describing and understanding exposure levels for epidemiological use or prevention purposes.

**Keywords** : Aerosols, direct-reading instruments, occupational exposure

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19785



**Session VI : PHYSIQUE ET CHIMIE DES AEROSOLS**

*Présidents de séance : Pr Denis PETITPREZ, Pr Alfred WEBER*

## CHARGEMENT TRIBOÉLECTRIQUE DES PARTICULES FINES PAR COLLISIONS

### *Triboelectric charging of fines particles by particle-wall collisions*

A.P. WEBER, M. BIERWIRTH, L. HANSEN

Institut de la technologie des particules, TU Clausthal, 38678 Clausthal-Zellerfeld, Allemagne

**Correspondant** : [alfred.weber@mvt.tu-clausthal.de](mailto:alfred.weber@mvt.tu-clausthal.de)

#### Résumé

Les collisions des particules avec des parois sont fréquentes et peuvent conduire à un chargement substantiel des aérosols. Tandis que plusieurs études sur le chargement des particules de grandes tailles ont été effectuées, le chargement des particules fines par collision avec une paroi sont plutôt rares. En particulier, les collisions obliques n'ont que rarement été analysées. Par conséquent, le but de cette contribution est d'élargir la compréhension du transfert de charge dans des collisions obliques entre des particules conductrices et isolantes avec une paroi conductrice. Pour réaliser cette étude un impacteur à basse pression a été utilisé. Les trajectoires des particules étaient calculées avec l'aide de CFD. D'abord, les mécanismes fondamentaux ont été analysés pour des particules nanométriques et après la dépendance du chargement du matériel a été employée pour séparer un mélange de poudres selon leur composants.

**Mots-clefs** : collision particule-paroi, chargement triboélectrique

#### Abstract

Particle-wall collisions are encountered frequently and they may lead to substantial charging of aerosols. While such charging has been investigated extensively for large particles, the number of studies about the charging of fines particles by wall collisions are sparse. In particular, for the oblique particle impact rarely any investigations exist. Therefore, this contribution aims at the enlargement of the knowledge about the charge transfer between conducting or isolating particles with conducting walls. To perform this study a low pressure impactor was used. The particle trajectories were simulated with Computational Fluid Dynamics. Firstly, the fundamental mechanisms were investigated on nanoparticles. Later, the material dependent triboelectric charging was used to separate powder mixtures into their components.

**Keywords** : particle-wall collision, triboelectric charging

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19719

## ETUDE EXPÉRIMENTALE DU LESSIVAGE DES AÉROSOLS PAR LES NUAGES SUIVANT LES EFFETS ÉLECTROSTATIQUES

*Experimental study of the aerosol particle electroscavenging by clouds*

A. DÉPÉE (1,2), P. LEMAITRE (1), T. GÉLAIN (1), M. MONIER (2,3), A. FLOSSMANN (2,3)

1. Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), PSN-RES, SCA, Gif-sur-Yvette, 91192, France

2. Clermont Université, Université Blaise Pascal, Laboratoire de Météorologie Physique, F-63000  
Clermont-Ferrand, France

3. CNRS, INSU, UMR 6016, LaMP, F-63177 Aubière, France

**Correspondant** : alexis.depee@irsn.fr

### Résumé

Cet article présente un nouveau banc expérimental nommé In-CASE (In-Cloud Aerosol Scavenging Experiment) qui permet la mesure de l'efficacité avec laquelle les aérosols sont collectés par les gouttes de nuage. La charge électrique et la taille de l'aérosol et de la goutte y sont rigoureusement contrôlées, au même titre que la température et l'humidité relative pour être le plus représentatif des conditions rencontrées dans les nuages. Ainsi, In-CASE facilite l'étude de l'ensemble des effets microphysiques agissant dans la capture de l'aérosol par le nuage. Des mesures d'efficacité incluant les effets électriques sont ainsi présentées et confrontées au modèle théorique développé.

**Mots-clefs** : Lessivage des aérosols, électrophorèse

### Abstract

This article presents a new bench called In-CASE (In-Cloud Aerosol Scavenging Experiment) enabling to measure the efficiency with which aerosol particles are collected by water cloud droplets. Electrical charges and sizes of aerosol and droplet are carefully controlled, as well as temperature and relative humidity to be representative of cloud conditions. Thus, In-CASE is able to study the whole microphysic effects involved in the in-cloud scavenging. The measures of collection efficiency including electrostatic effects are then presented and compared to a theoretical model developed.

**Keywords** : Aerosol scavenging, electrophoresis

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19687

## LIEN ENTRE LES PROPRIÉTÉS CHIMIQUES ET OPTIQUES DES PARTICULES DÉSERTIQUES

*Link between the chemical and optical properties of aerosols and applied to desert dust particles*

L. DESCHUTTER (1,2), H. HERBIN (2), D. PETITPREZ (1)

1. Laboratoire de PhysicoChimie des Processus de Combustion et de l'Atmosphère, Université de Lille,  
59655 Villeneuve d'Ascq, France

2. Laboratoire d'Optique Atmosphérique, Université de Lille, 59655 Villeneuve d'Ascq, France

**Correspondant** : lise.deschutter@univ-lille.fr

### Résumé

Une méthodologie numérique innovante de restitution des Indices Complexes de Réfraction (ICR) a été développée à l'Université de Lille. Cette méthode met en place une technique de mesure de spectres d'extinction de particules en suspension et d'un algorithme associant la théorie de Mie, les relations de Kramers-Kronig et une méthode d'estimation optimale. Notre objectif principal est de valider le lien entre les propriétés optiques et la composition chimique. Nos premiers résultats concernent les particules de silice et de carbonate de calcium, puis nous avons poursuivi sur des échantillons naturels de poussières désertiques.

**Mots-clefs** : Aérosols, Indices Complexes de Réfraction, Spectromètre Infrarouge et UV-Visible

### Abstract

An innovative numerical methodology for retrieving the Complex Refractive Index (CRI) has been developed at Lille University based on laboratory measurements of suspended particle extinction spectra and on a new algorithm, which associates the Mie theory, the single subtractive Kramers-Kronig relations and the optimal estimation method. Our main goal is to highlight the link between the optical properties and the chemical composition. This method has been applied to silica test particles and natural samples as volcanic ashes and dust particles.

**Keywords** : Aerosols, Complex Refractive Index, Infrared and UV-Visible Spectrometer

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19759

## LA STABILITÉ ATMOSPHÉRIQUE INFLUENCE-T-ELLE LA DISTRIBUTION EN TAILLE DU FLUX VERTICAL DE POUSSIÈRE ? PREMIERS RÉSULTATS EN CONDITIONS D'ÉROSION

*Does atmospheric stability influence the size-distribution of the vertical dust flux?  
First insight in eroding conditions*

B. KHALFALLAH (1), C. BOUET (1,2), M.T. LABIADH (3), S.C. ALFARO (1), G. BERGAMETTI (1), B. MARTICORENA (1),  
S. LAFON (1), S. CHEVAILLIER (1), A. FÉRON (1), P. HEASE (1), T. HENRY DES TUREAUX (2), S. SEKRAFI (3), P. ZAPF (1),  
J.L. RAJOT (1,2,3)

1. LISA (Laboratoire Interuniversitaire des Systèmes Atmosphériques), UMR CNRS 7583, Université Paris Est Créteil  
- Université de Paris, Institut Pierre Simon Laplace, F-94010 Créteil, France.
2. IEES Paris (Institut d'Ecologie et des Sciences de l'Environnement de Paris), UMR IRD 242,  
Université Paris Est Créteil - Sorbonne Université - CNRS -INRA - Université de Paris, F-93143 Bondy, France.
3. IRA (Institut des Régions Arides) de Médenine, El Fjé, 4119, Tunisie.

**Correspondant** : Bouthaina.Khalfallah@lisa.u-pec.fr

### Résumé

La distribution en taille des aérosols désertiques est un élément-clef pour quantifier leurs impacts tout au long de leur cycle. Cependant, peu de mesures in-situ existent aujourd'hui pour caractériser cette propriété à l'émission. Ce travail présente les flux d'émission résolus en taille mesurés au cours de 8 événements érosifs dans le sud tunisien. La méthode employée est celle dite « du gradient ». Le principal résultat est qu'en condition d'érosion, la distribution en taille du flux vertical d'aérosols désertiques est plus riche en particules submicroniques pendant les périodes thermiquement instables.

**Mots-clefs** : érosion éolienne, méthode du gradient, distribution en taille des aérosols désertiques, stabilité atmosphérique

### Abstract

The size distribution of desert dust is a key factor to quantify its impacts during its life cycle. However, only a few in-situ measurements are currently available to document this feature at emission. This study presents the measurements of the size-distribution of the dust emission flux made during 8 erosive events using the gradient method over an experimental plot located in southern Tunisia. The main result is that in eroding conditions the number size-distribution of the dust flux is significantly enriched in submicron particles during thermally unstable periods.

**Keywords** : wind erosion, gradient method, size-resolved dust flux, atmospheric stability

DOI : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19613

## LES PROPRIÉTÉS DE LA DISTRIBUTION TAILLE AUTO-SIMILAIRE DES PARTICULES DE SUIES

*The properties of self-preserving size distribution of soot aggregates*

J. MORÁN, A. POUX, J. YON

Normandie University, INSA Rouen, UNIROUEN, CNRS, CORIA, 76000 Rouen, France

**Correspondant** : yon@coria.fr

### Résumé

Le processus d'agrégation est, dans certains cas, un phénomène auto-similaire dont la modélisation peut être effectuée à l'aide du paramètre d'homogénéité du noyau de coalescence. Une nouvelle approche pour déterminer ce paramètre est introduite. Elle est basée sur des expressions analytiques dérivées de la théorie de l'auto-similarité et appliquée aux 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> moments de la distribution granulométrique. Au fur et à mesure que l'agrégation évolue dans le temps, on constate que l'homogénéité du noyau ainsi déterminée varie d'une manière différente en fonction de la fraction de volume de suie initiale. La convergence relative entre les coefficients d'homogénéité dérivés des premier et deuxième moments de la distribution granulométrique est utilisée comme critère pour estimer la durée dans le temps nécessaire à l'obtention d'un régime auto-similaire. Cette durée s'avère être 5 fois le temps caractéristique de la coagulation sans dépendance significative de la fraction de volume de suie initiale.

**Mots-clefs** : Suiés, Agrégat Fractal, Auto-Similarité, time-lag

### Abstract

Aggregation process is, in certain cases, a self-similar phenomenon whose modeling can be done through the so-called kernel homogeneity parameter. A new approach for determining this parameter is introduced. It is based on analytical expressions derived from the self-preserving theory and applied to the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> moments of the particles size distribution. As aggregation evolves in time, the so determined kernel homogeneity is found to vary in a different way depending on the initial soot volume fraction. The relative convergence between the homogeneity coefficients derived from the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> moments of the particles size distribution is used as a criterion to estimate the time-lag for self-preserving. It is found to be 5 times the characteristic time of coagulation with no relevant dependence on the initial soot volume fraction.

**Keywords** : Soot, Fractal Aggregates, Self-Preserving, Time-Lag

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2020-19711

## UN MODÈLE D'AUTOCORRELATION DE PAIRE POUR UNE MEILLEURE DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE DES AGRÉGATS FRACTALS INDIVIDUELS

### *A pair correlation modeling: toward a better morphological description of individual fractal aggregates*

J. YON (1), J. MORAN (1), F.-X. OUF (2)

1. Normandie Univ, INSA Rouen, UNIROUEN, CNRS, Rouen, CORIA 76000, France

2. Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), PSN-RES, SCA, Gif-Sur-Yvette, 91192, France

**Correspondant** : yon@coria.fr

#### Résumé

Dans de nombreux cas, les aérosols de nanoparticules prennent la forme d'agrégats de particules dites "primaires". Quand l'agrégation est pilotée par le mouvement Brownien des particules, ce qui est le cas par exemple pour les particules de suie, la structure ramifiée des particules ainsi générées est qualifiée de fractale introduisant une dimension fractale qui quantifie la compacité de ces particules. Cependant, les objets réels sont quasi-fractals car limités spatialement aux petites et aux grandes échelles. Si la limite supérieure a déjà été considérée par le passé, beaucoup moins d'attention a été portée à l'impact de la prise en compte de la limite inférieure, pilotée par les sphérules primaires. Dans ce travail, on modélise la fonction d'autocorrélation de paire en tenant compte de ces deux limites. Il en découle une modélisation analytique du préfacteur fractal individuel ainsi que de la fonction de phase intervenant dans les mesures optiques des particules agrégées. Ceci ouvre la voie à une caractérisation morphologique plus fine des agrégats quasi-fractals.

**Mots-clefs** : Agrégat fractal, morphologie, dimension fractale, fonction de phase

#### Abstract

In many cases, the aerosols of nanoparticles take the form of aggregates of so-called "primary" particles. When the aggregation is controlled by Brownian motion, which is the case for example for soot particles, the ramified structure of the so generated particles is called fractal and a fractal dimension is introduced in order to quantify the compactness of these particles. However, real objects are quasi-fractal because they are spatially limited at small and large scales. The upper limit has received more attention in the past, it turns out that the lower limit, driven by the primary spherules, is commonly overlooked. In this work, we introduce an analytical model for the pair-correlation function by taking into account these two limits. It follows from this an analytical expression for the individual fractal prefactor as well as the phase function involved in the optical measurements of the aggregated particles. This opens the way for a better morphological characterization of quasi-fractal aggregates.

**Keywords** : fractal aggregates, morphology, fractal dimension, structure factor

N° sur clé USB : 19690





## **PARTENAIRES EXPOSANTS**



## ADD AIR

189 rue Audemars  
78530 BUC  
FRANCE  
Tél. : +33 (0)9 86 22 20 30  
Email : [contact@addair.fr](mailto:contact@addair.fr)  
Site Web : [www.addair.fr](http://www.addair.fr)

*La société ADDAIR propose des solutions ainsi qu'une expertise sur la mesure de la qualité de l'air et notamment des aérosols.*



## ECOTECH

200 chemin des Ormeaux  
69760 LIMONEST  
FRANCE  
Tél. : +33 (0)4 72 52 48 00  
Email : [michel.genser@acoem.com](mailto:michel.genser@acoem.com)  
Site Web : [www.ecotech.com](http://www.ecotech.com)

*ECOTECH, marque du groupe ACOEM, conçoit des systèmes, tel que néphélomètres et analyseurs de gaz pour contrôler, analyser et améliorer la qualité de l'air.*

*Le groupe ACOEM s'engage pour un développement durable et aide les entreprises et les pouvoirs publics à limiter leur impact environnemental, en leur proposant des produits et services permettant notamment de prévenir et contrôler les pollutions environnementales (air, bruit et vibration).*

# intertek

Total Quality. Assured.

**INTERTEK**

Allée de la Fosse Moret  
27400 HEUDEBOUVILLE  
FRANCE

Tél. : +33 (0)2 32 09 36 26

Fax : +33 (0)2 32 09 36 56

Email : [philippe.bourbon@intertek.com](mailto:philippe.bourbon@intertek.com)

Site Web : [www.intertek-instrumentation.com](http://www.intertek-instrumentation.com)

*Assurance Qualité, Test, Inspection,  
Certification.*

*Location et vente d'instrumentations de mesure  
des aérosols.*

*Prestations de Contrôles/Essais,  
Formation/Audit/Conseil/Validation.*

*Prestations de Métrologie des aérosols.*



Location Vente Métrologie

**LVM'AIR**

9 bis rue du Val  
27430 SAINT ETIENNE DU VAUVRAY  
FRANCE

Tél. : +33 (0)6 37 07 89 59

Email : [arnaud.noirtin@lvmain.fr](mailto:arnaud.noirtin@lvmain.fr)

Site Web : [www.lvmain.fr](http://www.lvmain.fr)

*LVM'Air vous propose un  
accompagnement personnalisé et vous conseille  
dans les domaines d'activités suivants :  
émissions automobiles, hygiène  
industrielle, qualité de l'air intérieur,  
environnement, ventilation et recherche en  
physique des aérosols.*

*LVM'Air est le distributeur de TSI (Dust Trak,  
Portacount, P-Trak et débitmètres) et de  
Cambustion (DMS500, CPMA, AAC)*



Sunset  
Laboratory Inc.



## SUNSET LABORATORY BV

Science Park 106  
1098XG AMSTERDAM  
PAYS BAS  
Tél. : +31 20 705 23 00  
Fax : +31 20 705 23 09  
Email : [pavlos@sunlab.com](mailto:pavlos@sunlab.com)  
Site Web : [www.sunlab.com](http://www.sunlab.com)

*Sunset Laboratory Inc. a été fondé en 1984 par Bob Cary, pionnier dans le domaine de l'analyse des aérosols de carbone organique et de carbone élémentaire (OC-EC).*

*Au début des années 90, Sunset Laboratory a commencé à commercialiser des instruments de laboratoire thermo-optiques OC-EC, le Lab OCEC Aerosol Analyzer.*

*Nous vendons ces instruments dans le monde entier, avec une base d'analyse combinée de plus de 250 000 échantillons.*

*En 2000, nous avons développé le Model-4 Semi-Continuous OC/EC Field Analyzer, un analyseur OC-EC semi-continu pour la mesure in situ en temps quasi réel de l'aérosol de carbone. La capacité de résolution temporelle et les techniques de correction de la pyrolyse au laser de cet instrument fournissent des informations détaillées sur les évolutions de la qualité de l'air.*

## TECH SYSTEMES

10 quai de la Borde  
91130 RIS ORANGIS  
FRANCE  
Tél. : +33 (0)1 69 43 24 99  
Fax : +33 (0)1 69 43 17 70  
Email : [info@techsystemes.fr](mailto:info@techsystemes.fr)  
Site Web : [www.tech-systemes.com](http://www.tech-systemes.com)

*Tech Systèmes est spécialiste du développement des solutions innovantes et sur mesure pour le domaine des aérosols. Grâce à ses fortes connaissances en physique des aérosols, Tech Systèmes opère aussi bien pour les secteurs de la ventilation, du prélèvement et de la caractérisation des aérosols (émission à la source, environnement) que pour le développement des bancs d'essais industriels et laboratoires. Les équipes de Tech Systèmes sont organisées en Ingénierie globale (conception, réalisation, mise au point) permettant de couvrir des besoins clients en prototypage mais également en développement produit et industrialisation. Les acteurs industriels et R&D choisissent de travailler avec Tech Systèmes pour les compétences scientifiques et techniques de ses équipes, pour l'écoute et la compréhension attentives des besoins clients, pour ses activités engagées dans la recherche, l'innovation et le développement et pour la vigilance de fournir des équipements reproductibles. Parmi les réalisations de Tech Systèmes : boucles ventilées, enceintes confinées, bancs d'essais (analyse, caractérisation, tests d'efficacité, optique ... etc.), chambres d'ensemencement.*



UNDERSTANDING,  
ACCELERATED

## TSI France

BP 100, Technopôle de Château-Gombert  
13382 MARSEILLE  
FRANCE  
Tél. : +33(0)1 41 19 21 99  
Fax : +33(0)1 41 19 21 96  
Email : [tsi.emea@tsi.com](mailto:tsi.emea@tsi.com)  
Site Web : [www.tsi.com](http://www.tsi.com)

*Leader international dans la mesure des aérosols,  
TSI apporte son expertise dans la recherche  
scientifique et les applications industrielles telles  
que les mesures de la qualité de l'air et les tests  
de filtres.*

*N'hésitez pas à venir nous voir sur notre stand  
pour en savoir plus sur notre large gamme de  
spectromètres, compteurs, générateurs d'aérosols  
et impacteurs MOUDI en cascade.*





**Association Française d'Etudes et Recherches  
sur les Aérosols**

CERTES - Université Paris Est - Créteil (UPEC)  
61 avenue du Général de Gaulle, 94000 Créteil  
Tel : 01.45.17.18.37

E-mail : [info@asfera.org](mailto:info@asfera.org)

[www.asfera.org](http://www.asfera.org)

**intertek**

Total Quality. Assured.

# SPÉCIALISTE DE LA MESURE DES AÉROSOLS



> *COMPTEURS DE POUSSIÈRES*

> *TESTEURS DE MASQUES*

---

HYGIÈNE INDUSTRIELLE  
QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR  
POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

---



[intertek-instrumentation.com](http://intertek-instrumentation.com)



[instrumentation@intertek.com](mailto:instrumentation@intertek.com)



+33 2 32 09 36 26

# Retour sur l'EAC 2019

EUROPEAN AEROSOL CONFERENCE

25-30 Aug 2019 | Gothenburg | Sweden

- 5 thématiques, 9 sessions spéciales
- 1014 communications orales et posters
- Poster du lauréat au Prix Jean Bricard 2019
- 1025 participants dont 52 français



## Participez vous aussi au prochain EAC et faites partie de la Team Française en 2020 !

Tarif préférentiel pour les membres de l'Asfera

# EAC 2020

## European Aerosol Conference

Visit us in Aachen (Germany) Aug 30<sup>th</sup> – Sep 4<sup>th</sup> 2020

For further information please visit our website: [www.eac2020.de](http://www.eac2020.de)

### Deadlines 2020

1-page final version of abstracts Feb 15<sup>th</sup>  
Notification to the authors May 15<sup>th</sup>  
Early registration ends on June 15<sup>th</sup>  
Conference dates: Aug 30<sup>th</sup> - Sep 4<sup>th</sup>

### Conference Themes

Aerosol Technology  
Atmospheric Aerosol Studies  
Aerosol Measurement Techniques  
Aerosols and Health  
Basic Aerosol Processes

### How to reach Aachen by train

Maastricht (MST), ~ 1 hour  
Cologne/Bonn (CGN), ~ 1½ hours  
Dusseldorf (DUS), ~ 1½ hours  
Brussels, ~ 1½ hours  
Frankfurt (FRA), ~ 2 hours  
London, ~ 3½ hours  
Paris, ~ 3 hours



For further information  
please visit our website  
[www.eac2020.de](http://www.eac2020.de)