



FIAP Jean Monnet  
30, rue Cabanis  
75014 PARIS

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

9 et 10 mai 2021

## Programme et Résumés des communications



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



**DURAG GROUP**



**HORIBA**



**FIAP Jean Monnet, Paris**

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

**9 et 10 mai 2022**

**Programme et Résumés des communications**





### **La Présidente**

Pour cette année 2022, le bureau de l'ASFERA a souhaité revenir au format habituel du congrès annuel même si la version en visioconférence du CFA 2021 a été un franc succès. Cela permettra sans nul doute de renouer les interactions en présentiel entre chercheurs, si nécessaires à l'émergence de nouvelles collaborations. Après un report du aux conditions sanitaires du mois de janvier, le **35<sup>ème</sup> congrès annuel** (CFA 2022) se tient **les 9 et 10 mai** dans les locaux de la FIAP sous une forme un peu renouvelée avec notamment trois sessions Flash et une session poster répartie dans deux salles afin de garantir la distanciation physique.

Le CFA 2022 réunit plus de 140 participants qui vont assister à **67 communications** dont deux conférences plénières présentées par le **Professeur Gérard GOUESBET** du CORIA de l'Université de Rouen Normandie qui a reçu en 2020 le prestigieux prix « Hendrik C. Van de Hulst » d'Elsevier et le **Professeur Frédéric THÉVENET** de l'IMT Lille Douai. La première conférence nous éclairera sur les théories de Lorenz-Mie généralisées et leurs implications tandis que la deuxième conférence permettra de faire le point sur les processus physico-chimiques hétérogènes à la surface d'aérosols minéraux désertiques et volcaniques. On peut noter que depuis plusieurs années le nombre communications et le nombre de participants est en hausse constante démontrant la dynamique très positive de notre communauté scientifique.

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

- PHYSIQUE DES AEROSOLS
- AEROSOLS ET COVID-19
- BIOAEROSOLS
- MICRO-CAPTEURS DEDIES A LA DETECTION TEMPS REEL DE PARTICULE
- METROLOGIE DES AEROSOLS
- AEROSOLS ATMOSPHERIQUES

Comme l'année dernière, les sessions Flash avec poster se déroulent 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, il n'y a pas de hiérarchie entre les présentations orales classiques et les présentations Flash et que les deux types de communication sont publiés sur internet avec l'attribution d'un DOI. De plus, pour mettre en valeur cette forme de présentation et ce depuis l'an dernier, le **Prix André Renoux** récompensera le **meilleur poster** présenté lors de la conférence. Ce prix est décerné par un comité spécifique composé de personnes du conseil d'administration mais aussi de chercheurs.ses de notre communauté.

Ce congrès sera également l'occasion de remettre le **prix Jean Bricard** qui récompense un.e jeune étudiant.e en recherche pour sa contribution importante et originale dans le domaine de la science des aérosols. Ce prix sera remis officiellement mercredi en fin de journée à Madame **Maiqi XIANG** du TIMR Université de Technologie de Compiègne (UTC), pour la présentation d'une nouvelle méthode quantitative pour caractériser les concentrations massiques élémentaires par échantillonnage de particules et TEM.

Tout au long de ces deux journées de conférences, vous pourrez retrouver à nouveau en présentiel, nos exposants qui auront à cœur de nous présenter les dernières innovations en matière de métrologie des aérosols. Vous pourrez échanger avec eux sur leur stand et découvrir leurs dernières nouveautés durant les pauses. Je les remercie vivement pour leur fidélité depuis de nombreuses années et leur soutien particulièrement précieux, surtout en ces temps de crise sanitaire.

Voici quelques nouvelles de la communauté internationale de la science des aérosols : l'European Aerosol Conference (EAC2021) organisée par le « UK and Ireland Aerosol Society » s'est tenue en virtuel du 30 août au 3 septembre 2021. Durant cette conférence, j'ai représenté l'ASFERA au bureau directeur de l'European Aerosol Assembly (EAA). Y a été discutée la prochaine conférence internationale (IAC) qui devrait avoir lieu à Athènes (Grèce) du 4 au 9 septembre 2022 et qui pourrait se tenir en mode virtuel si les conditions sanitaires l'imposent. Le bureau a également échangé sur deux propositions pour l'EAC2025 portées l'une, par l'association italienne et l'autre, par celle de Slovénie.

- EAC 2023 : Malaga, Espagne
- EAC 2024 : Tampere, Finlande
- EAC 2025 : *Non encore attribué*
- IAC 2026 : Chine

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.

Je tiens à remercier très vivement, Laure Alloul-Marmor, notre consultante, qui a une fois de plus, géré de manière très efficace l'ensemble de l'organisation de ce congrès. Elle a également poursuivi le travail engagé pour mettre à jour régulièrement et améliorer notre site internet, et accompagner le bureau de l'ASFERA pour faire grandir notre association années après années.

Mes remerciements vont également à tous les membres du CA et du comité scientifique de l'ASFERA qui ont été très créatifs pour élaborer un programme et un nouveau format de congrès permettant d'accueillir un nombre de communications historiquement haut.

Pour conclure, je tiens à vous remercier pour votre fidélité et votre engagement année après année, à rendre si dynamique cette communauté très pluridisciplinaire travaillant dans le domaine de la science des aérosols en France.



**Evelyne Géhin**  
**Présidente de l'ASFERA**

## COMITE SCIENTIFIQUE DU CFA 2022

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 GENSDARMES, IRSN

### Le Vice-Président / Secrétaire Général

Docteur Olivier WITSCHGER, INRS

### Les Membres

Docteur Denis BOULAUD, Chercheur indépendant  
Docteur Jean-Pascal BORRA, LPGP, CNRS - Université Paris Sud, SUPELEC  
Docteur Marjorie DRAGHI, CSTB  
Docteur Philippe DUQUENNE, INRS  
Docteur François GAIE-LEVREL, LNE  
Docteur Olivier LE BIHAN, Association AIR BREIZH  
Professeur Laurence LE COQ, IMT Atlantique  
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 2022

Docteur Lyes AIT ALI YAHIA, CERTES, Université Paris-Est Créteil  
Docteur Laure ALLOUL-MARMOR, Consultante pour l'ASFERA  
Docteur Pierre DIDIER, CERTES, Université Paris Est – Créteil  
Professeur Evelyne GEHIN, CERTES, Université Paris Est - Créteil  
Docteur François GENSDARMES, IRSN  
Docteur Isabelle HARBELOT, CERTES, Université Paris Est – Créteil  
Docteur Noredine REKEB, CERTES, Université Paris-est Créteil  
Docteur Olivier WITSCHGER, INRS  
Delphine COSTA, CERTES, Université Paris-Est Créteil  
Khansa Mahjoub Mohammed MERGHANI, CERTES, Université Paris-Est Créteil  
Antonella NAJJAR, CERTES, Université Paris Est – Créteil  
Rémy PLOIX, 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)



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

9 et 10 mai 2022

### PROGRAMME

(Salle Bruxelles, sous-sol)

#### Lundi 9 mai 2022

- 9h00 – 9h05** Introduction par le Pr Evelyne GEHIN, Présidente de l'ASFERA
- 9h05 – 9h45** **CONFÉRENCE PLÉNIÈRE** : Une revue sur les théories de Lorenz-Mie généralisées, avec des histoires du type "Waouh !" et un grain d'épistémologie p14  
par le Pr Gérard Gouesbet

#### PHYSIQUE DES AEROSOLS 1

PRESIDENTS DE SEANCE : Dr Christophe HENRY, Dr Jérôme YON

- 9h45 – 10h00** Mise en évidence de l'auto-absorption et du couplage interne au sein des agrégats fractals p16  
C. Argentin, M. Berg, R. Ceolato, M. Mazur, J. Yon
- 10h00 – 10h15** Pi-polarimètre de laboratoire d'évaluation de la rétrodiffusion optique de quelques aérosols minéraux, sulfates et carbonés p17  
A. Miffre, D. Cholleton, P. Rairoux
- 10h15 – 10h30** Analyse d'images pour l'étude de la remise en suspension de particules p18  
C. Cazes, L. Fiabane, F. Theron, L. Le Coq, D. Heitz
- 10h30 – 11h00** **PAUSE CAFÉ – VISITE DE L'EXPOSITION** (Hall et Salle Paris, RdC et 1er étage)

#### PRESENTATION FLASH 1 : « 180 SECONDES » AVEC POSTER

PRESIDENT DE SEANCE : Dr François GENSDARMES

- 11h00 – 11h03** Introduction aux présentations flash
- 11h03 – 11h06** P1 - Développement et calibration du mini-E-RATES (Emission Rates Analysis Through Experiments) : Un banc expérimental pour la mesure du taux d'émission de bioaérosols de sources variables p20  
L. Ait Ali Yahia, H. Jeux, E. Gehin
- 11h06 – 11h09** P2 - Evaluation de la contribution de la force de Coulomb sur la filtration des aérosols à l'aide d'une grille métallique bien caractérisée p21  
S. Rajupet, M. Soulard, S. Bourrous, F. Gensdarmes, M. Sow
- 11h09 – 11h12** P3 - Forces d'interaction de type Van der Waals se produisant entre agglomérats de nanoparticules de type « framboise » p22  
J. Moran, R. Kholghy, C. Henry, J. Yon
- 11h12 – 11h15** P4 - Caractérisation du Générateur de particules d'argent : Une voie vers la standardisation de la génération d'aérosols résumé à venir p23  
V. Berger, A. Boies, T. Hammer, M. Irwin, H. Schulz, U. Sonkamble, J. Swanson, K. Vasilatou
- 11h15 – 11h18** P5 - Caractérisation d'aérosols par diffusion de la lumière : Mesures multispectrales avec une source supercontinuum p25  
K. Aleau, M. Berg, G. Huss, R. Ceolato
- 11h18 – 11h21** P6 - Etude de la caractérisation d'aérosols générés lors de la découpe mécanique de simulant du Corium : Le projet URASOL dans le contexte du démantèlement de Fukushima-Daiichi p26  
R. Berlemont, E. Porcheron, A. Bouland, Y. Leblois, C. Journeau, J. Delacroix, D. Molina, C. Suteau, C. Guevar, V. Testud, Y. Lallot, D. Roulet

## Programme du congrès

11h21 – 11h24	<b>P7 - Modélisation de l'influence d'un dépôt d'aérosol super-micronique sur la mesure de l'aérosol radioactif</b> <i>p27</i> <u>G. Dougniaux</u> , K. Ankrah, W. Soerjady
11h24 – 11h27	<b>P8 - Évaluation des performances d'un laveur à pulvérisation pour l'élimination des nanoparticules contenues dans les fumées d'incinération</b> <i>p28</i> <u>E. Adah</u> , A. Joubert, M. Henry, S. Durécu, L. Le Coq
11h27 – 11h30	<b>P9 - Couplage de simulations à l'échelle macro et nanométrique de la formation de suie dans une flamme de diffusion</b> <i>p29</i> J. Moran, F. Escudero, A. Fuentes, A. Poux, F. Cepeda, L. Gallen, E. Riber, <u>J. Yon</u>

### PHYSIQUE DES AEROSOLS 2

PRESIDENTS DE SEANCE : Dr Christophe HENRY, Dr Jérôme YON

11h30 – 11h45	<b>Mise en suspension de particules de tungstène polydispersées par des écoulements d'air turbulents : effets de la concentration surfacique et des collisions inter-particules</b> <i>p32</i> <u>S. Peillon</u> , A.M. Vidalès, J. Benito, R. Unac, F. Gensdarmes
11h45 – 12h00	<b>Mise en évidence d'effets de collisions entre particules dans leur remise en suspension</b> <i>p33</i> A. Banari, <u>C. Henry</u> , G. Lecrivain
12h00 – 12h15	<b>Caractérisation de la génération de particules lors du chauffage de simulants de Corium : Le projet URASOL dans le contexte du démantèlement de Fukushima Daiichi</b> <i>p34</i> <u>A. Bouland</u> , Y. Leblois, E. Porcheron, J. Delacroix, H. Laffolley, D. Molina, C. Journeau, C. Suteau, C. Guevar, V. Testud, R. Berlemont, Y. Lallot, D. Roulet
12h15 – 12h30	<b>Validation de mesures de dépôt d'aérosols dans des gaines rectangulaires de réseau de ventilation de grande taille</b> <i>p35</i> <u>D. Costa</u> , J. Malet, E. Géhin

**12h30 – 14h15 DEJEUNER**

**13h30 – 14h15 ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DE L'ASFERA**

### AEROSOLS ET COVID-19

PRESIDENTES DE SEANCE : Pr Caroline DUCHAINE, Pr Laurence LE COQ

14h15 – 14h30	<b>Covid-19 : Les défis de l'évaluation de l'exposition professionnelle aux aérosols en milieu de soins</b> <i>p38</i> <u>M. Veillette</u> , N. Dumont-Leblond, C. Duchaine
14h30 – 14h45	<b>Mise en place d'une méthodologie d'évaluation d'épurateurs d'air appliqués au contexte de pandémie virale</b> <i>p39</i> <u>M. Draghi</u> , M. Guizard, C. Ollivier, I. Lacaze, S. Ritoux, S. Delaby, E. Robine, D. Samri
14h45 – 15h00	<b>Modèle expérimental de la toux - projet Covid-Spray</b> <i>p40</i> M. Messan, R. Bourlet de la vallée, F. Lespinasse, J.-B. Blaisot, <u>M.-C. Renoult</u>
15h00 – 15h15	<b>Vitesse des gouttelettes dans un jet humide flottant</b> <i>p41</i> <u>K. Mahjoub Mohammed Merghani</u> , B. Sagot, E. Gehin, C. Motzkus
15h15 – 15h30	<b>Rôles du rythme respiratoire et de l'ajustement sur l'efficacité de protection respiratoire</b> <i>p42</i> <u>A. Santandrea</u> , S. Chazelet
15h30 – 15h45	<b>Influence des caractéristiques des structures textiles sur leur efficacité de filtration et perméabilité à l'air</b> <i>p43</i> <u>O. Douguet</u> , V. Tschamber, K. Gautier, G. Leyssens, D. Mathieu, M.-A. Bueno

**15h45 – 16h15 PAUSE CAFÉ – VISITE DE L'EXPOSITION** (Hall et Salle Paris, RdC et 1er étage)

**PRESENTATION FLASH 2 : « 180 SECONDES » AVEC POSTER**

PRESIDENT DE SEANCE : Dr Olivier WITSCHGER

16h15 - 16h18	<b>P10 - Comparaison entre l'efficacité de filtration et la respirabilité pour évaluer la performance des masques à usage non sanitaire</b> H. Whyte, <u>A. Joubert</u> , L. Le Coq, J. Pourchez	<b>p46</b>
16h18 - 16h21	<b>P11 - Développement d'un modèle anatomique et physiologique respiratoire de Primate Non Humain pour étudier le dépôt des aérosols</b> <u>J. Creppy</u> , M. Cabrera, J. Pardessus, B. Delache, G. Roseau, J. Montharu, L. Garanger, F. Ducancel, L. Vecellio	<b>p47</b>
16h21 - 16h24	<b>P12 - Caractérisation des émissions de composés organiques volatils des déjections animales et de leur réactivité à l'ozone</b> <u>K.M. Haider</u> , F. Bioaérosol Lafouge, C. Decuq, B. Esnault, A. Fortineau, Y. Carpentier, D. Petitprez, C. Focsa, R. Ciuraru	<b>p48</b>
16h24 - 16h27	<b>P13 - Réduction des émissions d'ammoniac d'origine agricole : Le projet ABAA</b> <u>O. Le Bihan</u> , A. Guezengar, A. Laplanche, L. Oddos, C. Quenard, G. Lefeuvre	<b>p50</b>
16h27 - 16h30	<b>P14 – Humidification et refroidissement évaporatif appliqués à la conservation des fruits et légumes dans des vitrines réfrigérées ouvertes</b> <u>E. Powaga</u> , F. Cauneau, P.-H. Biwole, M. Ibrahim, F. Richard	<b>p51</b>
16h30 - 16h33	<b>P15 - Association entre la pollution atmosphérique ambiante et les ventes de médicaments contre l'asthme et les allergies pour 63 millions d'habitants de France métropolitaine en 2013</b> <u>M. El Homsj</u> , I. Annesi-Maesano, S. Sclicson, J. Prud'homme, A. Colette, D. Huguet	<b>p52</b>
16h33 - 16h36	<b>P16 - Point sur les projets de normalisation « air des lieux de travail » relatifs aux agents biologiques aux niveaux européen et français</b> <u>P. Duquenne</u> , P. Le Cann, O. Schlosser, B. Facon, E. Dalibert, M. Dusséaux, A. Sachot, P. Arnould, P. Loison, L. Dupont, I. Chevalier-Allio, E. Barzykowski	<b>p53</b>
16h36 - 16h39	<b>P17 - Variations saisonnières des bioaérosols viraux dans les centres de traitement des eaux usées</b> <u>M. Veillette</u> , R. Maal-Bared, C. Duchaine	<b>p54</b>
16h39 - 16h42	<b>P18 - Evaluation quantitative des risques sanitaires associés à l'exposition environnementale par inhalation chronique de composés chimiques retrouvés dans les structures hospitalières, libérales et médico-sociales</b> <u>A. Colas</u> , A. Baudet, A. Florentin	<b>p55</b>
16h42 - 16h45	<b>P19 - Mesures des bioaérosols dans des salles universitaires à l'aide d'un compteur de particules Biotrak</b> E. Gehin, L. Ait-Ali-Yahia, <u>I. Harbelot</u>	<b>p56</b>

**BIOAEROSOLS**

PRESIDENTS DE SEANCE : Dr Philippe DUQUENNE, Dr Enric ROBINE

16h45 – 17h00	<b>Identification et quantification des bioaérosols et des gènes de résistance aux antibiotiques émis par des bassins extérieurs de traitement des eaux usées</b> <u>A. Bélanger Cayouette</u> , P. B.L. George, N. Turgeon, M. Veillette, C. Duchaine	<b>p58</b>
17h00 – 17h15	<b>Evaluation d'une méthodologie utilisant les filtres de reprise des centrales de traitement d'air pour qualifier la qualité microbiologique de l'air intérieur des bureaux</b> <u>G. Pavard</u> , A. Joubert, Y. André, P. Le Cann	<b>p59</b>
17h15 – 17h30	<b>Évaluation en laboratoire de la matrice de diffusion de pollens d'ambrosie, frêne, bouleau et pin : Applicabilité à leur classification</b> <u>D. Cholleton</u> , É. Bialic, A. Dumas, P. Kaluzny, P. Rairoux, A. Miffre	<b>p60</b>
17h30 – 17h45	<b>Vers une solution automatisée de comptage et d'identification des pollens présents dans l'air</b> <u>H. El Azari</u> , J.B. Renard, J. Lauthier, E.-R. Bleza, J. Richard, J. Surcin	<b>p61</b>
17h45 – 17h55	<b>REMISE DU PRIX JEAN BRICARD</b>	

**18h COCKTAIL**

(Espace Jean Monnet, 1<sup>er</sup> étage)

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

9 et 10 mai 2022

### PROGRAMME

*(Salle Bruxelles, sous-sol)*

#### Mardi 10 mai 2022

- 8h30 – 8h35** Introduction par le Pr Denis PETITPREZ, Administrateur de l'ASFERA
- 8h35 – 9h15** **CONFÉRENCE PLÉNIÈRE** : Processus hétérogènes et aérosols minéraux : Quelles conséquences sur les gaz traces et les propriétés de surface des aérosols ? p64  
par le Pr Frédéric Thévenet

#### PRESENTATION FLASH 3 : « 180 SECONDES » AVEC POSTER

PRESIDENT DE SEANCE : Dr Dominique THOMAS

- 9h15 – 9h18** Introduction aux présentations flash et à la session Posters
- 9h18 – 9h21** **P20 - Un spectromètre de masse pour la mesure de nanoparticules aéroportées : vers une architecture miniature** p66  
A. Reynaud, L. Dartiguelongue, T. Fortin, V. Çumaku, S. Hentz, C. Masselon
- 9h21 – 9h24** **P21 - Qualification d'une buse de nébulisation pour la génération d'aérosols calibrés** p67  
A. Kort, L. Juhel-Fauvel, B. Hippeau, N. Le Roux, F. Gensdarmes
- 9h24 – 9h27** **P22 - Caractérisation des aérosols de NaCl et de CsCl produits par un générateur à ultrasons (modèle SinapTec 80 kHz)** p68  
X. Simon, G. Barbier, V. Matera, R. Payet, N. Gaudel, S. Bau
- 9h27 – 9h30** **P23 - Vers un passage au TRL 8 d'un disperseur de poudre de type vortex shaker** p69  
J. Leglise, V. Crenn, D. Le Dur, F. Gensdarmes
- 9h30 – 9h33** **P24 - Effets des surfaces micro-nanostructurées sur l'impaction monodispersée de billes de latex** p70  
A. Al Najjar
- 9h33 – 9h36** **P25 - Optimisation de la méthode de prélèvement de particules ultrafines métalliques par des impacteurs en cascade** p71  
V. Matera, N. Gaudel, S. Bau
- 9h36 – 9h39** **P26 - Caractérisation structurale de médias de collecte de nanoparticules par diffusion et mesure expérimentale de la pénétration** p72  
A. M. Hoyos, A. Joubert, S. Bau
- 9h39 – 9h42** **P27 - Etude au laboratoire des performances d'instruments de mesure en temps réel de la concentration massique des aérosols : application a un aérosol monodispersé de silice** p73  
S. Bau, V. Koehler, X. Simon
- 9h42 – 9h45** **P28 - Etude expérimentale de la remise en suspension particulaire par impact de jets liquides contaminés sur une surface** p74  
M. Mbaye, M. Sow, C. Josserand

**9h45 – 10h** **PAUSE CAFÉ – VISITE DE L'EXPOSITION** (Hall et Salle Paris, RdC et 1er étage)

**10h – 11h00** **SESSION POSTERS** (Hall et Salle Paris, RdC et 1er étage)

**MICRO-CAPTEURS DEDIES A LA DETECTION TEMPS REEL DE PARTICULES**

PRESIDENTS DE SEANCE : Dr François GAIE-LEVREL, Dr Benjamin SUTTER

- 11h00 – 11h15** Développement d'un aérosol atmosphérique modèle en environnement contrôlé pour la détermination des performances météorologiques de systèmes capteurs *p76*  
A. Bescond, T. Mace, F. Gaie Levrel
- 11h15 – 11h30** Evaluation des performances de mesure de micro-capteurs de particules à bas coûts vis-à-vis d'aérosols de NOAA *p77*  
B. Sutter, A. Boivin, R. Payet, V. Koehler, S. Bau, X. Simon, O. Witschger
- 11h30 – 11h45** Développement de capteurs de type MEMS dédiés à la mesure en temps réel de la concentration massique en aérosols *p78*  
P. Didier, U. Soysal, E. Algré, C. Motzkus, E. Géhin
- 11h45 – 12h00** Développement des capteurs OEM NextSensor dédiés à la surveillance en temps réel de particules *p79*  
A. Dumas, L. Debard, L. Alloul-Marmor

**METROLOGIE DES AEROSOLS**

PRESIDENTS DE SEANCE : Dr Soleiman BOURROUS, Dr Olivier LE BIHAN

- 12h00 – 12h15** Qualification d'un impacteur Andersen avec l'Aerodynamic Aerosol Classifier (AAC) *p82*  
A. Kort, C. Bodiou, L. Juhel-Fauvel, F. Gensdarmes
- 12h15 – 12h30** Proposition d'un protocole de vérification des spectromètres aérodynamiques et mise en œuvre sur 18 appareils *p83*  
A. Boivin, S. Bau
- 12h30 – 12h45** Nouveau dispositif pour le prélèvement personnel des aérosols semi-volatils sur les lieux de travail *p84*  
N. Rekeb, B. Sutter, E. Belut, S. Mélin, C. Brochard, E. Gehin
- 12h45 – 13h00** Méthode quantitative de caractérisation de la masse à l'aide de grilles TEM pour l'évaluation de l'exposition aux particules submicrométriques *p85*  
M. Xiang, M. Morgeneyer, F. Philippe, C. Bressot

**13h – 14h30 DEJEUNER**

- 14h30 – 14h45** Calibration d'un nouveau granulomètre temps réel sélectif pour un aérosol de fluorescéine *p86*  
S. Bourrous, A. Kort, F. Gensdarmes, C. Prevost
- 14h45 – 15h00** Déploiement en microenvironnement de 2 préleveurs cycloniques pour l'étude toxicologique de particules *p87*  
A. Delater, B. Berthelot, L. Meunier, S. Fable, M. De-Mendonca-Andrade, O. Le Bihan, J. Queron, G. Lacroix, M. Plumail, C. Gamez, K. Blazy, M. Floreani, A. Albinet, S. Ngo, G. Brun, H. Carrilho, I. Coll
- 15h00 – 15h15** Mise en place et caractérisation d'un banc de génération d'aérosols de fibres d'amiante à partir de MPCA *p88*  
S. Ritoux, C. Motzkus, C. Ollivier, M. Draghi
- 15h15 – 15h30** Développement d'une cavité multi spectrale compacte pour la caractérisation embarquée d'aérosols *p89*  
G. Lefevre, J. Yon, M. Mazur
- 15h30 – 15h45** Mesure *in situ* de la génération de seconde harmonique induite par des particules de suie exposées à la lumière d'un Laser femtoseconde *p90*  
M. Joret, S. Idlahcen, M. Mazur, J. Yon

**15h45 – 15h55 REMISE DU PRIX ANDRE RENOUX DU MEILLEUR POSTER**

**15h55 – 16h15 PAUSE CAFÉ – VISITE DE L'EXPOSITION** (Hall et Salle Paris, RdC et 1er étage)

**AEROSOLS ATMOSPHERIQUES**

**PRESIDENTS DE SEANCE** : Dr Benoit SAGOT, Dr Karine SARTELET

- 16h15 – 16h30** **Projet CAPNAV : Caractérisation des émissions particulaires des navires** **p92**  
B. Sagot, J. Gaudillier, A. Joubert, K. Chaillou, L. Le Coq, N. Quentin, A. Le Campion, V. Coquen, D. Pons, F. Colson
- 16h30 – 16h45** **Développement de mécanismes chimiques semi-explicites pour la modélisation de la formation d'aérosols organiques secondaires des sesquiterpènes** **p93**  
Z. Wang, F. Couvidat, K. Sartelet
- 16h45 – 17h00** **Simulation d'atmosphères urbaines multiphasiques pour l'étude des effets sur la santé : analyse qualitative des aérosols organiques secondaires générés** **p94**  
E. Almarj, P. Coll, A. Gratien, T. Bertin, M. Cazaunau, E. Pangui, A. Berge, C. Gaimoz, M. Blayac, S. Lanone
- 17h00 – 17h15** **Simulation multi-échelle des particules primaires et secondaires sur Paris : Une analyse à l'échelle de la rue** **p95**  
L. Lugon, K. Sartelet, K. Youngseob, O. Chrétien
- 17h15 – 17h30** **Formation de particules par séchage en gouttes : Observation de l'évolution morphologique et mesure du diamètre aérodynamique** **p96**  
D. A. Hardy, P. Lemaitre, J. P. Reid, J. S. Walker
- 17h30 – 17h45** **Prélèvement séquentiel de précipitation pour l'étude de dépôt humide d'aérosols** **p97**  
T. Audoux, B. Laurent, S. Chevaillier, A. Féron, E. Pangui, F. Maisonneuve, S. Triquet, G. Noyalet, O. Lauret, P. Zapf, F. Huet
- 17h45 – 17h55** **CONCLUSION DU CONGRES PAR LA PRÉSIDENTE DE L'ASFERA**

**18h FIN DU CFA2022**

## CONFÉRENCE PLÉNIÈRE

Pr Gérard Gouesbet

## UNE REVUE SUR LES THEORIES DE LORENZ-MIE GENERALISEES, AVEC DES HISTOIRES DU TYPE "WAOUH !" ET UN GRAIN D'EPISTEMOLOGIE

*Une revue sur les théories de Lorenz-Mie généralisées, avec des histoires du type "Waouh !" et un grain d'épistémologie*

G. GOUESBET

CORIA-UMR 6614-Université de Normandie, CNRS- Université et INSA de Rouen,  
Campus Universitaire du Madrillet, Saint-Etienne du Rouvray, France

**Correspondant** : gerard.gouesbet@coria.fr

### Résumé

Cette présentation, qui fait suite au Prix Van de Hulst 2020 ("Van de Hulst Award"), portera sur les théories de Lorenz-Mie généralisées qui décrivent l'interaction entre une onde électromagnétique structurée et des particules dont les symétries permettent d'utiliser la méthode de séparation des variables pour résoudre les équations de Maxwell. On insistera sur quatre sujets qui motivent chez le chercheur, lorsque l'affaire est réglée, un "waouh" d'étonnement devant la manière dont le monde est "construit". Ces sujets concernent (1) le théorème optique, (2) la vitesse des faisceaux laser (inférieure à la vitesse de la lumière), (3) la vitesse de spots lumineux (supérieure à la vitesse de la lumière) et (4) la "nature" des "photons". Ce dernier sujet nous entraînera sur un chemin d'épistémologie appartenant à la philosophie des sciences.

### Référence :

Van de Hulst Essay: A review on generalized Lorenz-Mie theories with wow stories and an epistemological discussion. Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer, 253, 107117, 2020.

**Mots-clefs** : Lorenz-Mie

### Abstract

Cette présentation, qui fait suite au Prix Van de Hulst 2020 ("Van de Hulst Award"), portera sur les théories de Lorenz-Mie généralisées qui décrivent l'interaction entre une onde électromagnétique structurée et des particules dont les symétries permettent d'utiliser la méthode de séparation des variables pour résoudre les équations de Maxwell. On insistera sur quatre sujets qui motivent chez le chercheur, lorsque l'affaire est réglée, un "waouh" d'étonnement devant la manière dont le monde est "construit". Ces sujets concernent (1) le théorème optique, (2) la vitesse des faisceaux laser (inférieure à la vitesse de la lumière), (3) la vitesse de spots lumineux (supérieure à la vitesse de la lumière) et (4) la "nature" des "photons". Ce dernier sujet nous entraînera sur un chemin d'épistémologie appartenant à la philosophie des sciences.

### Référence :

Van de Hulst Essay: A review on generalized Lorenz-Mie theories with wow stories and an epistemological discussion. Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer, 253, 107117, 2020.

**Keywords**: Lorenz-Mie

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28838

## **SESSION I : PHYSIQUE DES AEROSOLS 1**

*Présidents de séance : Dr Christophe HENRY, Dr Jérôme YON*

## MISE EN EVIDENCE DE L'AUTO-ABSORPTION ET DU COUPLAGE INTERNE AU SEIN DES AGREGATS FRACTALS

*Highlighting the self-absorption and the internal coupling in fractal aggregates*

C. ARGENTIN (1), M.J. BERG (2), M. MAZUR (1), R. CÉOLATO (3), J. YON (1)

1. CORIA, UNIROUEN, INSA Rouen, Rouen, France

2. Department of Physics, Kansas State University, USA

3. ONERA, The French Aerospace Lab, Université de Toulouse, Toulouse, France

**Correspondant** : yon@coria.fr

### Résumé

La théorie de Rayleigh-Debye-Gans (RDG) pour les agrégats fractals (FA) est, du fait de sa simplicité, fréquemment utilisée dans le calcul des propriétés radiatives des nano-agrégats. Néanmoins, elle reste très restrictive dans son utilisation. En effet, elle impose un indice optique proche de celui d'un milieu transparent et un diamètre des sphérules primaires négligeable devant la longueur d'onde. Si ces conditions ne sont pas remplies, des facteurs correctifs sont à appliquer,  $A$  pour la diffusion avant (dans le sens de la source lumineuse) et  $h$  pour l'absorption. L'objectif de cette étude est de comprendre l'origine physique de ces déviations en analysant le champ électrique interne des agrégats. Nous montrons pour différents paramètres morphologiques des agrégats que deux phénomènes sont à l'origine de ces déviations : l'auto-absorption de la lumière par les particules et les points chauds du champ électromagnétique interne se produisant au niveau du contact entre les sphérules. Enfin, nous proposons un modèle semi-empirique basé sur nos observations pour calculer les correctifs  $A$  et  $h$ .

**Mots-clefs** : RDG-FA, Agrégats fractals, Couplage interne, Diffusion et absorption

### Abstract

The Rayleigh-Debye-Gans (RDG) theory for fractal aggregates (FA) is, due to its simplicity, frequently used to evaluate the radiative properties of nano-aggregates. Nevertheless, it remains very restrictive in its use. Indeed, it imposes an optical index close to 1 and a primary sphere's diameter small compared to the wavelength. If these conditions are not met, corrective factors have to be applied namely  $A$  for the forward scattering (in the direction of the light source) and  $h$  for absorption. The objective of this study is to understand the origin of these deviations by analysing the internal electric field of the aggregates. We show, for different morphological parameters of the aggregates, that two phenomena are at the origin of these deviations: the self-absorption of the light by the particle and the hot-spots of the internal electromagnetic field occurring at the contact between the primary spheres. Finally, we propose a semi-empirical model based on our observations to calculate  $A$  and  $h$ .

**Keywords** : RDG-FA, Fractal aggregates, Internal coupling, Scattering and absorption

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-27898

## PI-POLARIMETRE DE LABORATOIRE D'EVALUATION DE LA RETRODIFFUSION OPTIQUE DE QUELQUES AEROSOLS MINERAUX, SULFATES ET CARBONES

*Laboratory Pi-Polarimeter to evaluate light backscattering by some mineral dust,  
sulfate and soots*

A. MIFFRE, D. CHOLLETON, P. RAIROUX

Université de Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS, Institut Lumière Matière, Villeurbanne, France

**Correspondant** : alain.miffre@univ-lyon1.fr

### Résumé

La rétrodiffusion optique d'aérosols est essentielle pour comprendre le climat terrestre, de par son rôle dans le bilan radiatif. Si la contribution de l'aérosol sulfaté est de nos jours bien connue (IPCC 2013), il n'en est pas de même pour l'aérosol minéral d'origine désertique ou encore l'aérosol carboné, à fortiori lorsque ce dernier est intriqué dans des structures complexes de type cœur-coquille comme dans les organosulfates. Dans ce contexte, la présente contribution vise à déterminer, en laboratoire, les caractéristiques polarimétriques et spectrales de la rétrodiffusion de quelques aérosols minéraux, d'agrégats de suie et d'organosulfates via un Pi-polarimètre de laboratoire, unique au monde. Cette démarche de laboratoire est essentielle pour quantifier l'effet direct de ces aérosols sur le climat. La rétrodiffusion de divers échantillons est ainsi étudiée à deux longueurs d'onde (355 et 532 nm) en s'appuyant sur le formalisme de la matrice de diffusion. Le rapport de dépolarisation est ainsi quantifié en géométrie de rétrodiffusion. Nous pensons que ce travail de laboratoire peut ouvrir de nouvelles perspectives sur notre compréhension de ces aérosols avec des applications notamment dans le domaine de la Télédétection lidar. Ces travaux coopératifs ont donné lieu à publication (Paulien et al., JQSRT, 2021), (Dubois et al., PCCP, 2021) ou sont en cours de soumission à l'automne 2021 pour ce qui concerne l'aérosol désertique.

**Mots-clefs** : aérosol minéral, polarimètre, rétrodiffusion optique

### Abstract

The optical backscatter of aerosols is essential to understand the Earth's climate, because of its role in the radiation balance. If the contribution of sulfate aerosol is nowadays well-known (IPCC 2013), it is not the same for mineral aerosol of desert origin or carbonaceous aerosol, especially when the latter is embedded in complex core-shell structures such as in organosulfates. In this context, the present contribution aims at determining, in laboratory, the polarimetric and spectral characteristics of the backscattering of some mineral aerosols, soot aggregates and organosulfates via a laboratory Pi-polarimeter, unique in the world. This laboratory approach is essential to quantify the direct effect of these aerosols on climate. The backscatter of various samples is studied at two wavelengths (355 and 532 nm) using the scattering matrix formalism. The depolarization ratio is thus quantified in backscattering geometry. We believe that this laboratory work can open new perspectives for our understanding of these aerosols with applications notably in the field of lidar remote sensing. This collaborative work has been published (Paulien et al., JQSRT, 2021), (Dubois et al., PCCP, 2021) or is in the process of being submitted in fall 2021 regarding mineral dust.

**Keywords** : mineral dust, scattering matrix, light backscattering

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-27947

## ANALYSE D'IMAGES POUR L'ETUDE DE LA REMISE EN SUSPENSION DE PARTICULES

### *Image analysis for the study of particle resuspension*

C. CAZES (1,2), L. FIABANE (2), F. THÉRON (1), D. HEITZ (2), L. LE COQ (1)

1. IMT Atlantique, GEPEA-CNRS UMR 6144, Nantes, France

2. INRAE – UR 1466 OPAALE, Rennes, France

**Correspondant** : corentin.cazes@imt-atlantique.fr

#### Résumé

L'on s'intéresse à la remise en suspension de microparticules isolées déposées en monocouche sur une paroi d'un système de ventilation. Ces particules sont soumises à des accélérations d'air et le comportement des dépôts est enregistré par méthodes optiques. Les résultats sont analysés à l'aide d'un nouvel algorithme de traitement d'images ; cet algorithme retourne la cinétique de remise en suspension - l'évolution du nombre de particules remises en suspension ou restant à la paroi en fonction du temps - et permet de catégoriser les particules suivant leur taille, ainsi que les agglomérats de particules présents sur le dépôt.

**Mots-clefs** : Remise en suspension de particules, Traitement d'image

#### Abstract

The focus is on resuspension of isolated microparticles deposited in a monolayer on a wall. These particles are subject to air flow acceleration and the deposit behaviour is monitored by optical method. Results are analysed using a new image processing algorithm; this algorithm returns the resuspension kinetics - the particle number evolution with respect to time - and allows for the categorisation of particles in terms of size, as well as particle clusters in the deposit.

**Keywords** : Resuspension particle, Image processing

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-27959

## **PRESENTATION FLASH 1 : "180 SECONDES" AVEC POSTER**

*Président de séance : Dr François GENSDARMES*

**P1 - DEVELOPEMENT ET CALIBRATION DU MINI-E-RATES (EMISSION RATES ANALYSIS THROUGH EXPERIMENTS) : UN BANC EXPERIMENTAL POUR LA MESURE DU TAUX D'ÉMISSION DE BIOAEROSOLS DE SOURCES VARIABLES**

*Development and calibration of the mini-E-RATEs (Emission Rates Analysis Through Experiments): an experimental bench for variable sources bio-aerosols emission rate measurement*

L. AIT ALI YAHIA, H. JEAUX, E. GÉHIN

CERTES, Université Paris-Est, Créteil, France

**Correspondant** : lyes.ait-ali-yahia@u-pec.fr

**Résumé**

Dans cette étude nous avons développé et calibré le mini-E-RATES, un banc expérimental permettant la mesure du taux d'émission de bioaérosols de sources variables. La mesure du taux d'émission se fait par analyse des cinétiques de concentration en particules dans une enceinte propre à atmosphère contrôlée. Le mini-E-RATES a été calibré en évaluant le taux d'émission d'un générateur de billes de polystyrène latex (PSL) monodisperses (atomiseur TSI). Deux tailles de particules (1,05 mm et 1,53 mm) ont été générées et injectées dans une sphère creuse en verre propre à atmosphère contrôlée. La concentration en particules dans la sphère a été évaluée en utilisant un TSI/APS (Aerosol Particle sizer). Le taux d'émission a été évalué à partir de ces mesures de concentration en suivant la méthode développée par Géhin et al., (2008). Un bon accord a été trouvé entre le taux d'émission évalué à partir des mesures du mini-E-RATES et le taux d'émission évalué en sortie du générateur, ceci pour plusieurs débits d'aérations de la sphère. Une fois calibré, le mini-E-RATES est maintenant testé avec des faibles concentrations en particules générées en continu et en discontinu afin de tester les limites de la méthode d'évaluation du taux d'émission.

**Mots-clefs** : Bioaérosols, taux d'émission, aérocontaminants

**Abstract**

In this study we developed and calibrated the mini-E-RATES, an experimental bench designed for the measurements of variable sources bioaerosols emission rates. The emission rate measurement is obtained by analysis of the particles concentration kinetics in a clean room with a controlled atmosphere. The mini-E-RATES was calibrated by evaluating the emission rate of a monodispersed particle generator (the atomiser TSI). A polystyrene latex (PSL) aerosol with two particle sizes (1,05 mm and 1,53 mm) was generated and injected in a clean hollow glass sphere with a controlled atmosphere. The particles concentration in the sphere was measured with an Aerosol Particle sizer (TSI/APS). This particle concentration was used to evaluate the emission rate following the methodology developed by Géhin et al., (2008). The emission rate evaluated following this methodology was found to be in good agreement with the one evaluated at the outlet of the generator independently of the airflow injected in the sphere. Once calibrated, the mini-E-RATES is tested with low particles concentrations (generated in continuous and discontinuous) to test the limits of the emission rate evaluation method.

**Keywords** : Bioaerosols, emission rate, aero-contaminants.

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28171

**P2 - ÉVALUATION DE LA CONTRIBUTION DE LA FORCE DE COULOMB  
SUR LA FILTRATION DES AÉROSOLS À L'AIDE D'UNE GRILLE MÉTALLIQUE  
BIEN CARACTÉRISÉE**

*EVALUATION OF COULOMB FORCE CONTRIBUTION ON THE FILTRATION OF  
AEROSOLS USING A WELL-CHARACTERIZED METALLIC GRID*

S. RAJUPET, M. SOULARD, S. BOURROUS, F. GENSDARMES, M. SOW

Institut de Radioprotection et Sécurité Nucléaire (IRSN), PSN-RES, SCA, Gif-sur-Yvette, France

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

**Résumé**

Nous présentons une méthodologie expérimentale et numérique grâce à laquelle nous pouvons comparer les efficacités de filtration en prenant en compte une description précise de la force électrostatique entre une particule sphérique et une fibre.

**Mots-clefs** : aérosol, filtration, électrostatique

**Abstract**

We present an experimental and numerical methodology through which we can compare the filtration efficiencies taking into account a precise description of the electrostatic force between a spherical particle and a fiber.

**Keywords** : aerosol, filtration, electrostatic

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28129

### **P3 - FORCES D'INTERACTION DE TYPE VAN DER WAALS SE PRODUISANT ENTRE AGGLOMERATS DE NANOPARTICULES DE TYPE « FRAMBOISE »**

#### *Van Der Waals Interaction Forces Between Raspberry-like Agglomerates of Nanoparticles*

J. MORÁN (1), M. R. KHOLGHY (2), C. HENRY (3), J. YON (1)

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

2. Department Mechanical and Aerospace Engineering, Carleton University, Ottawa, ON, Canada

3. Université Côte D'Azur, Inria, CNRS, Cemef, France

**Correspondant** : josec.moranc@gmail.com

#### **Résumé**

Les forces d'interaction de Van der Waals entre les agglomérats de nanoparticules sont déterminées à partir d'expressions analytiques dérivées d'une fonction de corrélation de paires simplifiée. Ces forces sont directement proportionnelles au taux de remplissage, un paramètre morphologique lié à l'empilement des particules primaires constitutives de l'agglomérat. Les expressions proposées sont en bon accord avec les calculs préliminaires basés sur des calculs détaillés de sphère-molécule.

**Mots-clefs** : van der Waals, agglomérat, nanoparticules, fractale

#### **Abstract**

Van der Waals interaction forces between agglomerates of nanoparticles are determined based on analytical expressions derived from a simplified pair correlation function. These forces are directly proportional to the packing factor, a morphological parameter related to the packing of the constituting primary particles inside an agglomerate. The proposed expressions are in good agreement with preliminary calculations based on detailed sphere-molecule calculations.

**Keywords** : van der Waals, agglomerates, nanoparticles, fractal

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28074

## P4 – CARACTÉRISATION DU GÉNÉRATEUR DE PARTICULES D'ARGENT: UNE VOIE VERS LA STANDARDISATION DE LA GÉNÉRATION D'AÉROSOLS

### *Characterising the silver particle generator: a pathway towards standardising aerosol generation*

V. BERGER (1), A. BOIES (1,4), T. HAMMER (2), M. IRWIN (1), H. SCHULZ (1), U. SONKAMBLE (1), J. SWANSON (1,3), K. VASILATOU (2)

1. Catalytic Instruments GmbH & Co.KG, 83026 Rosenheim, Germany
2. Federal Institute of Metrology METAS, 3003 Bern-Wabern, Switzerland
3. Minnesota State University, Mankato, MN 56001, United States
4. University of Cambridge, Department of Engineering, Cambridge, CB2 1PZ, United Kingdom

**Correspondant** : info@catalytic-instruments.com

#### Résumé

Il existe actuellement peu d'options commerciales pour la génération stable et répétable de particules d'aérosol solides dans la gamme de taille 1-200 nm. Ces options comprennent les générateurs d'étincelles, les fours à tubes, les électrosprays et les brûleurs à gaz utilisant des flammes de diffusion, mais toutes présentent divers inconvénients ou défis.

Il existe donc un besoin d'options supplémentaires pour un générateur de particules simple à utiliser, capable de produire des concentrations suffisamment élevées de petites particules d'aérosol solides. Les utilisations d'un tel dispositif comprennent l'étalonnage des compteurs de particules de condensation, la mesure des efficacités de filtration, ainsi que l'étalonnage et les mesures complexes rendues possibles par les équipements spécialisés dans les aérosols. Les particules d'argent peuvent être utilisées comme substitut des particules de suie, mais étant donné leur composition élémentaire unique, cette approche peut offrir des incertitudes réduites par rapport aux autres techniques de génération.

Les fours à tubes peuvent être utilisés pour générer des nanoparticules d'argent pour les CPC étalonnés, mais outre la taille, le coût et les inconvénients d'un four à tubes, il est difficile de générer des concentrations et des distributions de taille répétables à partir d'un four à tubes typique.

Nous présentons ici la caractérisation d'un nouveau générateur de particules d'argent, capable de produire des concentrations suffisamment élevées de particules dans la gamme de taille de 1 à 200 nm. Les données présentées comprennent des exemples de distributions de taille, des performances de stabilité et des mesures de répétabilité sur l'ensemble de sa gamme opérationnelle. Sur 15 heures d'utilisation du SPG montre que la variation de la concentration et du GMD est de l'ordre de 1 %.

Ce nouveau générateur de particules d'argent résout plusieurs aspects clés associés à la production d'aérosols de nanoparticules métalliques. En fixant l'emplacement et la surface du métal exposé au flux de gaz fourni, la stabilité des nanoparticules produites est grandement améliorée par rapport à un four à tubes typique. De plus, la variabilité journalière est considérablement réduite à quelques pour cent, tant dans les domaines de la concentration que de la taille.

Le SPG a été finement réglé pour générer une distribution de taille d'aérosol solide répétable pour chaque point de consigne.

Le cycle thermique a été optimisé et l'appareil est opérationnel à partir du mode de veille en moins de 15 minutes. Il est important de noter que sa conception nouvelle et brevetée permet d'obtenir un dispositif plus compact qui permet de réduire la consommation d'énergie.

**Mots-clefs** : aérosol, aérosol -générateur, nanoparticule, instrumentation

### Abstract

There currently exists few commercial options for the stable and repeatable generation of solid aerosol particles in the 1-200 nm size range. Such options include spark generators, tube furnaces, electrosprays, and gas burners utilizing diffusion flames, but all have various drawbacks or challenges.

Thus, there is a need for additional options for a simple-to-use, particle generator capable of producing sufficiently high concentrations of small, solid aerosol particles. Uses for such a device include the calibration of condensation particle counters, measuring filtration efficiencies, and the calibration and complex measurements made possible with specialist aerosol equipment. Silver particles can be used as a proxy for soot particles but given their single elemental composition this approach may offer reduced uncertainties to other generation techniques.

Tube furnaces can be used to generate silver nanoparticles for calibrated CPCs, but aside from the size, cost, and inconvenience of a tube furnace, it is challenging to generate repeatable concentrations and size distributions from a typical tube furnace.

Here we present the characterisation of a new Silver Particle Generator, capable of producing sufficiently high concentrations of particles in the 1 - 200 nm size range. Data presented includes example size distributions, stability performance, and repeatability measurements across its operational range. Over 15 h of operation the SPG shows a variation in concentration and GMD to be to the order of 1 %.

This novel Silver Particle Generator solves several key aspects associated with the production of metallic nanoparticle aerosols. By fixing the location and surface of metal exposed to the supplied gas stream, the stability of the nanoparticles produced is greatly enhanced compared to a typical tube furnace. Further, day-to-day variability is greatly reduced, in both concentration and size domains, to a few percent.

The SPG has been finely tuned to generate a repeatable solid aerosol size distribution for each set point.

Thermal cycling has been optimised, and the device is operational from standby in under 15 minutes. Importantly, its novel and patented design allows for a more compact device that allows for lower energy consumption.

**Keywords** : aerosol, generator, nanoparticle, instrumentation

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-30439

## **P5 - CARACTERISATION D'AEROSOLS PAR DIFFUSION DE LA LUMIERE: MESURES MULTISPECTRALES AVEC UNE SOURCE SUPERCONTINUUM**

*Aerosols characterisation by light scattering: multispectral measurement with a supercontinuum source*

K. ALEAU (1), M.J. BERG (2), G. HUSS (3), R. CEOLATO (1)

1. ONERA, The French Aerospace Lab, Toulouse, France
2. Department of Physics, Kansas State University, Manhattan, Kansas, USA
3. Leukos Laser, Limoges, France

**Correspondant** : killian.aleau@onera.fr

### **Résumé**

La diffusion de la lumière est couramment employée pour la caractérisation des aérosols. Un nouvel instrument a été développé pour mesurer les diagrammes de diffusion de la lumière à plusieurs longueurs d'ondes par des aérosols à partir d'une source laser supercontinuum. Ces diagrammes de diffusion sont propres à chaque aérosol pour une longueur d'onde donnée et dépendent de leurs propriétés microphysiques : taille, forme, indice optique. Cet article rappelle le principe de fonctionnement de l'instrument et présente des exemples de caractérisation d'aérosols non sphériques dont les cendres volcaniques.

**Mots-clefs** : Diffusion, Multispectrale, Aérosols, Mesures 2D

### **Abstract**

Light scattering is commonly used for the characterization of aerosols. A new instrument was developed to measure the scattering patterns product by aerosols at several wavelengths from a supercontinuum laser source. These scattering patterns are specific to each aerosol for a given wavelength and depend on their microphysical properties: size, shape, optical index. This article looks back on the operating principle of the instrument and presents examples of non-spherical aerosols characterization including volcanic ash.

**Keywords** : Diffusion, Multispectral, Aerosols, 2D measurements

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28451

**P6 - ETUDE DE LA CARACTERISATION D'AEROSOLS GENERES LORS DE LA  
DECOUPE MECANIQUE DE SIMULANT DU CORIUM : LE PROJET URASOL  
DANS LE CONTEXTE DU DEMANTELEMENT DE FUKUSHIMA-DAIICHI**

*Characterization Of The Aerosols Generated By Mechanical Cutting Using Fuel  
Debris Simulant: The URASOL project in the framework of Fukushima Daiichi  
dismantling*

R. BERLEMONT (1), E. PORCHERON (2), A. BOULAND (2), Y. LEBLOIS (2), C. JOURNEAU (3), J. DELACROIX (3), D. MOLINA (3), C. SUTEAU (3), C. GUEVAR (4), V. TESTUD (4), Y. LALLOT (1), D. ROULET (1), Y. TSUBOTA (5), A. IKEDA-OHNO (5)

1. ONET Technologies, Pierrelatte, France
2. Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), PSN-RES, SCA, Gif-sur-Yvette, France
3. CEA, DES, IRESNE, DTN, SMTA, LEAG, Cadarache, Saint-Paul-lez-Durance, France
4. CEA, DES, ISEC, DMRC, SASP, LMAT, Univ Montpellier, Marcoule, France
5. International Research Institute for Nuclear Decommissioning (IRID) / Japan Atomic Energy Agency (JAEA), Ibaraki-ken, Japan

**Correspondant** : rberlemont@onet.fr

### Résumé

Dans le cadre du démantèlement des réacteurs nucléaires de Fukushima Daiichi, ce travail illustre la caractérisation des aérosols générés lors de la découpe mécanique (par technique de carottage) de simulants de corium. Lors de la découpe, les aérosols sont collectés et acheminés à travers des lignes de prélèvement vers les instruments de mesure. Il a été observé que les aérosols sont produits par arrachement mécanique et que leurs tailles sont de l'ordre de quelques microns avec une morphologie angulaire. La taille des particules ne dépend pas de la nature des échantillons (porosité, composition). En revanche, les concentrations massiques en aérosols diffèrent selon la nature des échantillons. La fraction mise en suspension brute a été déterminée à environ 10<sup>-3</sup>.

**Mots-clefs** : Découpe mécanique, concentration massique, distribution granulométrique, morphologie, mise en suspension

### Abstract

As part of the dismantling of the nuclear reactors at Fukushima Daiichi, this work illustrates the characterization of the aerosols generated during the mechanical cutting (by core boring technique) of corium simulants. During cutting, the aerosols are collected and conveyed through sampling lines to the measuring instruments. It has been observed that aerosols are produced by mechanical stripping and that their sizes are of the order of few microns with angular morphology. The size of the particles does not depend on the nature of the samples (porosity, composition). On the other hand, the mass concentrations of aerosols differ according to the nature of the samples. The resuspension airborne fraction was determined to be about 10<sup>-3</sup>.

**Keywords** : Mechanical cutting, mass concentration, size distribution, morphology, resuspension

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28349

## **P7 - MODELISATION DE L'INFLUENCE D'UN DEPOT D'AEROSOL SUPER-MICRONIQUE SUR LA MESURE DE L'AEROSOL RADIOACTIF**

*Modelling the influence of a super-micronic aerosol deposit on the measurement of radioactive aerosol*

G. DOUGNIAUX, K. ANKRAH, W. SOERJADY

Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN), PSN-RES, SCA, Gif-sur-Yvette, France

**Correspondant** : gregoire.dougniaux@irsn.fr

### **Résumé**

Dans le contexte des mesures de la contamination aéroportée, il est nécessaire de s'appuyer sur des modèles et des simulations numériques afin d'améliorer la maîtrise des mesures effectuées, en particulier l'influence des différentes dimensions d'aérosols prélevés sur la mesure nucléaire. Cet article présente une méthode de représentation de ces dépôts d'aérosols dans Geant4, un logiciel de simulation des interactions rayonnement-matière. Les premiers résultats de modélisation présentés ici sont validés par des mesures expérimentales.

**Mots-clefs** : Modélisation Geant4, aérosol radioactif, spectrométrie alpha, filtration

### **Abstract**

In the context of airborne contamination measurements, it is necessary to rely on models and numerical simulations in order to improve the control of the measurements carried out, in particular the influence of the different dimensions of aerosols sampled on the nuclear measurement. This article presents a method of representing these aerosol deposits in Geant4, a software for simulating radiation-matter interactions. The first modelling results presented here are validated by experimental measurements.

**Keywords** : Geant4 modelling, radioactive aerosol, alpha spectrometry, filtration

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-27956

## P8 - ÉVALUATION DES PERFORMANCES D'UN LAVEUR A PULVERISATION POUR L'ELIMINATION DES NANOPARTICULES CONTENUES DANS LES FUMÉES D'INCINERATION

*Evaluation of the performance of a spray scrubber for the removal of nanoparticles contained in incineration fumes*

E. ADAH (1), A. JOUBERT (1), M. HENRY (2), S. DURÉCU (2), L. LE COQ (1)

1. IMT Atlantique, GEPEA, CNRS UMR 6144, Nantes, France
2. Séché Environnement, Centre de Recherche, Saint-Vulbas, France

**Correspondant** : emmanuel-agbo.adah@imt-atlantique.fr

### Résumé

Les nanomatériaux (NM) étant de plus en plus présents dans les produits de consommation, leur devenir dans les processus de traitement des déchets tels que l'incinération est une préoccupation croissante. Cette étude vise à évaluer l'efficacité d'élimination des nanoparticules (NPs) par un laveur à pulvérisation fonctionnant dans des conditions d'une usine d'incinération de déchets. Une efficacité d'élimination de 45 à 62% pour des particules de 13 à 90 nm de diamètre aérodynamique est rapportée. Les résultats expérimentaux ont été comparés à un modèle mécanistique de collecte basé sur trois mécanismes, à savoir la diffusion Brownienne, l'impaction et l'interception, donnant des résultats prometteurs.

**Mots-clés** : Épurateur à pulvérisation, Nanoparticules, Mécanismes de collecte, Incinération

### Abstract

As nanomaterials (NMs) become increasingly present in consumer products, a growing concern exists about their fate in waste treatment processes such as incineration. This study aims to investigate the removal efficiency of nanoparticles (NPs) by a pilot-scale spray scrubber operated under conditions of a waste incineration plant. A removal efficiency of 45 - 62% for particle size 13 - 90 nm in aerodynamic diameter is reported. The results of a mechanistic collection model based on; Brownian diffusion, impaction and interception were found to be in agreement with the experimental results.

**Keywords** : Spray scrubber, Nanoparticles, Collection mechanism, Incineration

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28099

## P9 - COUPLAGE DE SIMULATIONS A L'ECHELLE MACRO ET NANOMETRIQUE DE LA FORMATION DE SUIE DANS UNE FLAMME DE DIFFUSION

### *Coupling of Macroscale and Nanoscale Simulations of Soot Formation in a Diffusion Flame*

J. MORÁN (1), F. ESCUDERO (2), A. FUENTES (2), A. POUX (1), F. CEPEDA (3), L. GALLEN (4), E. RIBER (4), J. YON (1)

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

2. Dep. de Industrias, Univ. Técnica Federico Santa María, Valparaíso, Chile

3. Department of Mechanical and Industrial Engineering, Ryerson University, Toronto, Canada

4. CERFACS, Toulouse, France

**Correspondant** : yon@coria.fr

#### Résumé

Des études expérimentales ont suggéré que les particules de suie formées le long de différentes lignes de courant dans une flamme de diffusion peuvent avoir des morphologies différentes. Cependant, les incertitudes liées à l'échantillonnage et à leur analyse rendent difficile la quantification de ces différences. Dans ce travail, ce problème est exploré d'un point de vue numérique grâce à un couplage de simulations aux échelles macroscopique et nanoscopique. Ces simulations montrent des agrégats remarquablement plus grands et plus compacts dans les ailes de la flamme comparativement à ceux rencontrés le long de l'axe central. L'analyse des paramètres morphologiques tels que l'anisotropie, le recouvrement des monomères et le nombre de coordination révèle la complexité de la morphologie des particules de suie ainsi que la présence d'agrégats en chaîne le long des différentes lignes de courant de la flamme.

**Mots-clefs** : MET, suie, morphologie, recouvrement

#### Abstract

Experimental studies have suggested that soot particles formed along different streamlines in a diffusion flame may have different morphologies. However, the uncertainties linked to the sampling and their analysis make difficult the quantification of these morphological differences. This work explores this problem from a numerical point of view thanks to a coupling of nanoscale and macroscale simulations. The coupling shows remarkably larger and more compact aggregates near the wings of the flame compared to its centerline. The analysis of morphological parameters such as anisotropy, monomers overlapping, and coordination number reveals the complex morphology of soot and shows the presence of chain-like aggregates along the different streamlines of the flame.

**Keywords** : TEM, soot, morphology, overlapping

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28075



## **SESSION I : PHYSIQUE DES AEROSOLS 2**

*Présidents de séance : Dr Christophe HENRY, Dr Jérôme YON*

## MISE EN SUSPENSION DE PARTICULES DE TUNGSTENE POLY-DISPERSEES PAR DES ECOULEMENTS D'AIR TURBULENTS : EFFETS DE LA CONCENTRATION SURFACIQUE ET DES COLLISIONS INTER-PARTICULES

*Resuspension of poly-dispersed tungsten particles by turbulent air flows:  
effects of the surface concentration and inter-particle collisions*

S. PEILLON (1), A. M. VIDALES (2), J. BENITO (2), R. UÑAC (2), F. GENSDARMES (1)

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

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

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

### Résumé

La mise en suspension de particules poly-dispersées par des écoulements d'air turbulents a été étudiée expérimentalement dans une soufflerie appelée BISE. La configuration a été soigneusement validée pour produire des écoulements d'air de référence pour différentes valeurs de vitesses de frottement. Des dépôts monocouches de particules de tungstène poly-dispersées sur des surfaces de tungstène ont été utilisés pour les expériences. La fraction de particules détachées par classe de taille de 1  $\mu\text{m}$  à 50  $\mu\text{m}$  a été quantifiée pour analyser les effets de la vitesse de frottement et de la concentration des particules sur la surface. La comparaison des résultats avec les modèles de mise en suspension a révélé des divergences pour le comportement des particules de diamètre inférieur à 4,5  $\mu\text{m}$ . Ces divergences n'ont pas pu être comprises par l'évaluation de la distribution des forces d'adhésion particule-surface réalisée par microscopie à force atomique. En revanche, pour des concentrations surfaciques de particules allant de 47 à 85  $\text{mm}^{-2}$ , un effet de collision a été identifié en raison de la concentration et de la poly-dispersion des particules déposées sur la surface. En effet, lors de l'analyse des données expérimentales, une bonne corrélation linéaire est obtenue entre la fraction de petites particules détachées et un paramètre de collision, démontrant que les collisions pourraient être responsables de la fraction de mise en suspension étonnamment élevée pour une taille de particule inférieure à 4,5  $\mu\text{m}$  de diamètre. Les données expérimentales et l'analyse présentée dans l'article montrent que la concentration surfacique des particules et les effets de collision sont clairement pertinents et doivent être pris en compte dans les modèles de mise en suspension, en particulier dans le cas de dépôts de particules poly-dispersées.

**Mots-clés** : Mise en suspension, adhésion, particule, collision

### Abstract

Poly-dispersed particle resuspension by turbulent airflow was experimentally studied in a wind tunnel called BISE. The set-up was carefully validated to produce reference airflows with different friction velocities values. Monolayer deposits of poly-dispersed tungsten particles on tungsten surfaces were used for the experiments. The fraction of detached particles by size bin from 1  $\mu\text{m}$  to 50  $\mu\text{m}$  was quantified to analyze the effects of friction velocity and particles concentration on surface. Comparison of the results with resuspension modeling revealed discrepancies for particles behavior with diameter below 4.5  $\mu\text{m}$ . These discrepancies could not be understood by assessment of particle-surface adhesion force distributions carried out with Atomic Force Microscopy analysis. For particle surface concentrations ranging from 47 to 85  $\text{mm}^{-2}$ , a collision effect was identified due to the concentration and poly-dispersion of particles deposited on the surface. Indeed, when analyzing the experimental data, a good linear correlation is obtained between the fraction of the small particles detached and a collision parameter, demonstrating that collisions could be responsible for the unexpectedly high resuspended fraction observed for particle size below 4.5  $\mu\text{m}$  in diameter. The experimental data and the analysis presented in the paper show that particle surface concentration and collision effects are clearly relevant and should be considered in resuspension models, especially for poly-dispersed particles assessment.

**Keywords** : Resuspension, adhesion, particle, collision

DOI : 10.25576/ASFERA-CFA2022-27961

## MISE EN EVIDENCE D'EFFETS DE COLLISIONS ENTRE PARTICULES DANS LEUR REMISE EN SUSPENSION

### *Evidence of collision-induced effects in particle resuspension*

A. BANARI (1), C. HENRY (2), G. LÉCRIVAIN (1)

1. Helmholtz -Zentrum Dresden-Rossendorf, Institut für Fluidodynamik, Dresden, Germany
2. Université Côte d'Azur, Inria, CNRS, Cemef, France

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

#### Résumé

Nos travaux portent sur la remise en suspension de billes de verre microscopiques formant initialement un dépôt monocouche sous l'action d'un écoulement turbulent. Avec une couverture de surface intermédiaire, ici fixée à environ 10 %, nous avons expérimentalement identifié deux mécanismes de détachement distincts. Pour des vitesses d'écoulement relativement faibles, quelques particules faiblement adhérentes se mettent en mouvement sur la paroi puis entrent en collision avec les particules voisines, ce qui entraîne une remise en suspension en cascade. À des vitesses d'écoulement plus élevées, la plupart des particules individuelles sont mises en suspension via leur interaction avec l'écoulement turbulent. L'évolution de la fraction de particules restant sur la surface en fonction de la vitesse d'écoulement présente un fort caractère bimodal, qui n'a pas été rapporté jusqu'à présent.

**Mots-clefs** : écoulements multiphasiques, particule, resuspension, paroi, propagation de collision

#### Abstract

This study addresses the resuspension of microscopic glass particles from a monolayer bed into a turbulent gas flow. With an intermediate surface coverage, here set to about 10 % of the field of view, we report two distinct detachment mechanisms. At relatively low flow velocities, few loosely adhering particles move on the wall to eventually collide with neighboring particles resulting in a clustered resuspension. At higher fluid velocities, mostly individual particles resuspend due to their interaction with the turbulent flow. The resuspension curve, showing the remaining particle fraction as a function of the flow velocity, exhibits a strong bimodal character, that has not been reported so far.

**Keywords** : multiphase flow, particle, resuspension, collision-propagation

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-27862

## CARACTERISATION DE LA GENERATION DE PARTICULES LORS DU CHAUFFAGE DE SIMULANTS DE CORIUM : LE PROJET URASOL DANS LE CONTEXTE DU DEMANTELEMENT DE FUKUSHIMA DAIICHI

*Characterization of particle generation by heating of corium surrogates: the URASOL project in the framework of Fukushima Daiichi dismantling*

A. BOULAND (1), Y. LEBLOIS (1), E. PORCHERON (1), J. DELACROIX (2), H. LAFFOLLEY (2), D. MOLINA (2), C. JOURNEAU (2), C. SUTEAU (2), C. GUEVAR (3), V. TESTUD (3), R. BERLEMONT (4), Y. LALLOT (4), D. ROULET (4), Y. TSUBOTA (5), A. IKEDA-OHNO (5)

1. Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), PSN-RES, SCA, Gif-sur-Yvette, France
2. CEA, DES, IRESNE, DTN, SMTA, LEAG, Cadarache, Saint-Paul-lez-Durance, France
3. CEA, DES, ISEC, DMRC, SASP, LMAT, Univ Montpellier, Marcoule, France
4. ONET Technologies, Pierrelatte, France
5. IRID / JAEA, Ibaraki-ken, Japon

**Correspondant :** antonin.bouland-manpower@irsn.fr

### Résumé

Dans le cadre du traitement des débris de combustible de la centrale nucléaire accidentée de Fukushima Daiichi (1F), la caractérisation des particules radioactives pouvant être émises lors des opérations de découpe du corium par des outils thermiques ou mécaniques doit être réalisée afin de mettre en oeuvre des mesures de sûreté adaptées et de limiter les expositions sur le lieu de travail ainsi que la contamination environnementale. Dans ce contexte, le projet URASOL porté par le consortium français composé de ONET Technologies, du CEA et de l'IRSN pour JAEA/CLADS a été proposé pour obtenir des données de base concernant les caractéristiques des aérosols générés lors de la découpe de simulant de débris de combustibles par des outils thermiques ou mécaniques. Nous présentons ici une partie des résultats de caractérisation des aérosols émis lors du chauffage de simulant de corium représentant certaines conditions de la découpe par technique laser.

**Mots-clés :** Fukushima Daiichi, démantèlement, aérosol, simulant de corium, uranium appauvri, procédé thermique

### Abstract

In the fuel debris retrieval work at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plants (1F), characterization of radioactive particles associated with dismantling and processing through thermal or mechanical tools should be studied in order to thoroughly implement safety measures and manage the workplace exposures in a reasonable manner as well as environmental contamination. In this context, the URASOL project undertaken by the French consortium laboratories consisting of ONET Technologies, CEA and IRSN for JAEA/CLADS was proposed to obtain basic data on aerosols generation and characteristics from fuel debris cut by thermal or mechanical processing tools. We present here the aerosol characterization results on thermal trials.

**Keywords :** Fukushima Daiichi, decommissioning, aerosol, corium simulant, depleted uranium, thermal process

**DOI :** 10.25576/ASFERA-CFA2022-28361

## VALIDATION DE MESURES DE DEPOT D'AEROSOLS DANS DES GAINES RECTANGULAIRES DE RESEAU DE VENTILATION DE GRANDE TAILLE

### *Validation of aerosol deposition measurements in rectangular ducts of an industrial-size ventilation network*

D. COSTA (1), J. MALET (2), E. GÉHIN (2)

1. Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN), PSN-RES, SCA, LEMAC, Gif-sur-Yvette, France
2. Université Paris Est Créteil, CERTES, Créteil, France

**Correspondant** : delphine.costa-upec@irsn.fr

#### Résumé

Suite à la construction de l'installation DIESE, réseau de ventilation de taille industrielle et de section rectangulaire à l'IRSN de Saclay, des premières campagnes de mesures de dépôt d'aérosols ont été réalisées. Dans ce cadre, des vitesses de dépôt ont été obtenues en amont et en aval du premier coude de cette installation, sur les parois inférieure, supérieure et verticales de la gaine. D'un point de vue numérique, le modèle de dépôt d'aérosols développé par Ben Othmane et al (2010) pour des gaines de ventilation a été appliqué à l'installation DIESE dans le but d'obtenir des premières prédictions de vitesses de dépôt. Les vitesses de dépôt mesurées dans l'installation DIESE sont ainsi présentées et comparées aux travaux expérimentaux menés par Sippola et Nazaroff (2004) et aux prédictions issues du modèle de Ben Othmane et al (2010).

**Mots-clefs** : dépôt d'aérosol, ventilation, expérience, modèle

#### Abstract

Aerosol deposition measurement campaigns were performed after the installation of DIESE, an industrial-size ventilation network with rectangular section at the IRSN, Saclay, France. Deposition velocities were measured upstream and downstream of DIESE first bend on floor wall, vertical walls and ceiling wall of the bend. From a numerical perspective, the aerosol deposition model developed by Ben Othmane et al (2010) for ventilation ducts was applied to DIESE configuration in order to obtain first deposition velocity predictions. Deposition velocities measured in DIESE are presented and compared to the experimental results of Sippola and Nazaroff (2004) and to the predictions from the model of Ben Othmane et al (2010).

**Keywords** : aerosol deposition, ventilation, experiment, model

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28818



## **SESSION II : AEROSOLS et COVID-19**

*Présidentes de séance : Pr Caroline DUCHAINE, Pr Laurence LE COQ*

## COVID19 : LES DÉFIS DE L'ÉVALUATION DE L'EXPOSITION PROFESSIONNELLE AUX AÉROSOLS EN MILIEUX DE SOINS

*Challenges in the evaluation of healthcare workers exposure to COVID19 aerosols*

M. VEILLETTE (1), N. DUMONT-LEBLOND (1), C. DUCHAINE (2)

1. Institut Universitaire de Cardiologie et de Pneumologie de Québec-Université Laval, Québec, Canada
2. Département de Biochimie, Microbiologie et Bioinformatique, Université Laval, Québec, Canada

**Correspondant** : marc.veillette@criucpq.ulaval.ca

### Résumé

Pendant la première vague de COVID19 (printemps 2020), le rôle de la voie de transmission par aérosols n'était pas encore précisé par les organismes références, mais était déjà suspecté. Très peu de données étaient disponibles dans la littérature en regard des méthodes d'échantillonnages et ceci se traduisait par une pénurie d'information quant à la présence du virus dans l'air ambiant des milieux de soins qui étaient à ce moment sous pression et tentaient d'endiguer la transmission tant chez le personnel que chez les usagers. En regard de la littérature disponible à ce moment, diverses procédures furent déployées et la charge virale présente dans ces milieux fut mieux décrite.

**Mots-clefs** : Aérosols, COVID19, échantillonnage

### Abstract

During the first wave of COVID19 (spring 2020), the aerosol route or transmission of SARS-CoV-2 was not stated by reference agencies but strongly suspected. At this time, no accurate protocols were available for airborne monitoring of COVID19 leading to a lack of knowledge in terms of professional exposure for healthcare workers and nosocomial transmission between patients. Based on the available literature, multiple sampling procedure was used and compared to assess the ambient air viral load in acute care hospital settings

**Keywords** : Aerosols, COVID19, air sampling

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-27931

## MISE EN PLACE D'UNE METHODOLOGIE D'EVALUATION D'EPURATEURS D'AIR APPLIQUES AU CONTEXTE DE PANDEMIE VIRALE

### *Implementation of a methodology for the evaluation of air cleaners applied to the viral pandemic context*

M. DRAGHI (1), M. GUIZARD (1,2), CH. OLLIVIER (1), I. LACAZE (1), S. RITOUX<sup>1</sup>, S. DELABY,  
E. ROBINE (1), D. SAMRI (1)

1. Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Champs-sur-Marne, France

2. Sorbonne Université, Paris, France

**Correspondant** : marjorie.draghi@cstb.fr

#### **Résumé**

Parmi les mesures de prévention déployées pour limiter le risque de transmission interhumaine de la Covid19 dans les espaces de vie figurent la réduction des émissions de virus à la source (port du masque), le nettoyage / désinfection des mains et des surfaces, et le renouvellement de l'air des locaux, par l'aération régulière et par un bon fonctionnement du système de ventilation.

En complément de ces mesures, la question de l'utilisation de systèmes d'épuration de l'air se pose.

Cet article présente la démarche scientifique et les outils métrologiques et méthodes développés par le CSTB pour qualifier un dispositif de traitement de l'air utilisant les UV-C.

**Mots-clefs** : bioaérosol, UV-C, virus

#### **Abstract**

The preventive measures to limit the risk of human-to-human transmission of Covid19 in living spaces include reducing viral emissions at the source (wearing a mask), cleaning/disinfecting hands and surfaces, and renewing the air in the premises through regular ventilation and proper functioning of the ventilation system.

In addition to these measures, the question of the use of air purification systems arises.

This article presents the scientific approach adopted and the metrological tools and methods developed by the CSTB to qualify an air treatment system using UV-C.

**Keywords** : bioaerosol, UV-C, virus

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-27864

## MODELE EXPERIMENTAL DE LA TOUX - PROJET COVID-SPRAY

### *Experimental model of coughing - Covid-spray project*

M. MESSAN (1), R. BOURLET DE LA VALLÉE (1), F. LESPINASSE (2), J.B. BLAISOT (2), M.C. RENOULT (2)

1. INSA Rouen Normandie, Saint-Etienne-du-Rouvray, France

2. CNRS UMR 6614 CORIA, Saint-Etienne-du-Rouvray, France

**Correspondant** : renoulm@coria.fr

#### Résumé

Cet article présente une étude sur la modélisation expérimentale de la phase expiratoire d'un phénomène de toux. Les expériences ont été réalisées à partir d'un fluide viscoélastique synthétisé. Le champ de vitesses du spray de gouttelettes expulsées lors de l'expérience de toux a été caractérisé par vélocimétrie par images de particules (PIV). L'influence de différents paramètres expérimentaux a également été étudiée. Les résultats montrent une évolution au cours de la toux de la morphologie du spray passant d'un front laminaire à un écoulement tourbillonnaire. L'ordre de grandeur des vitesses moyennées obtenues concorde avec certaines études précédentes, notamment celle de Zhu et al (2005).

**Mots-clés** : aérosol, Covid-19, dispositif expérimental

#### Abstract

This article presents a study on the experimental modelling of the expiratory phase of coughing. The experiments were carried out using a synthesized viscoelastic fluid. The velocity field of the spray of droplets expelled during the coughing experiment was characterized by Particle Image Velocimetry (PIV). The influence of several experimental parameters was also studied. The results show an evolution during the cough of the spray morphology from a laminar front to a vortex flow. The order of magnitude of the obtained averaged velocities agrees with previous studies including that of Zhu et al (2005).

**Keywords** : aerosol, Covid-19, experimental set-up

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-27957

## VITESSE DES GOUTTELETTES DANS UN JET HUMIDE FLOTTANT

### *Droplet velocity in humid buoyant jet*

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

1. Université Paris-Est, CERTES (EA3481), Créteil, France

2. ESTACA, Montigny-le-Bretonneux, France

3. CSTB, Marne-la-Vallée, France

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

#### Résumé

L'objectif de cet article est d'étudier le comportement de gouttelettes de solution d'eau NaCl de 48  $\mu\text{m}$  dans un jet d'air humide avec une vitesse initiale de 5 m.s<sup>-1</sup> et une température de 34°C. En utilisant l'anémométrie Doppler laser et l'anémométrie Doppler de phase, nous avons étudié le transport et les gouttelettes dans le jet de gaz en mesurant la décroissance de la vitesse des gouttelettes à différents endroits de la source du jet.

**Mots-clés** : respiratory droplets, Phase doppler anemomtry, droplet velocity

#### Abstract

The purpose of this paper is to investigate the behavior of 48  $\mu\text{m}$  NaCl-water solution droplets in a humid air jet with an initial velocity of 5 m.s<sup>-1</sup> and a temperature of 34°C. Using Laser Doppler Anemometry and Phase Doppler Anemometry, we investigated the transport and of droplets within the gas jet by measuring the decay of droplet velocity at different locations from the jet source.

**Keywords** : Gouttelettes respiratoires, anémométrie laser Doppler, vitesse des gouttes

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28820

## ROLES DU RYTHME RESPIRATOIRE ET DE L'AJUSTEMENT SUR L'EFFICACITE DE PROTECTION RESPIRATOIRE

*Effects of the breathing rate and fit factor on respiratory protection efficiency*

A. SANTANDREA, S. CHAZELET

Laboratoire Procédés et Epuration des Polluants, Département Ingénierie des Procédés, Institut National de Recherche et de Sécurité, Vandoeuvre-lès-Nancy, France

**Correspondant** : audrey.santandrea@inrs.fr

### Résumé

S'il est nécessaire qu'un appareil de protection respiratoire soit adapté à la fois au polluant et à la situation de travail afin de fournir le niveau de protection attendu, il est également primordial qu'il soit adapté à l'utilisateur. Les performances de deux masques complets, disponibles en différentes tailles, ont été évaluées en fonction de leur ajustement au visage et du rythme respiratoire du porteur à l'aide d'une tête factice connectée à une machine simulant une respiration sinusoïdale. L'importance du choix de l'appareil de protection respiratoire (modèle et taille) en fonction des dimensions du visage, notamment pour des activités intenses induisant un rythme respiratoire élevé, a ainsi été mise en évidence.

**Mots-clefs** : aérosol, filtration, ajustement, appareil de protection respiratoire

### Abstract

If a respiratory protective device needs to be adapted to both the pollutant and the working situation in order to provide the expected level of protection, its adaptation to the user is also essential. The efficiency of two full-facepiece respirators, available in several sizes, was evaluated varying the fit factor and the breathing rate using a respirator testing headform connected to a digital breathing machine simulating a sinusoidal respiration. The choice of the respiratory protective device (model and size) according to the face dimensions was evidenced to be of great importance, especially for intense activities inducing a high breathing rate.

**Keywords** : aerosol, filtration, fitting, respiratory protective device

DOI : 10.25576/ASFERA-CFA2022-27847

## INFLUENCE DES CARACTERISTIQUES DES STRUCTURES TEXTILES SUR LEUR EFFICACITE DE FILTRATION ET PERMEABILITE A L'AIR

### *Influence of textile structures on their filtration efficiency air permeability*

O. DOUGUET (1,2), V. TSCHAMBER (1), K. GAUTIER (2), G. LEYSSENS (1), D. MATHIEU (2),  
M. A. BUENO (2), J.F. BRILHAC (1)

1. Laboratoire Gestion des risques et Environnement (LGRE UR 2334), Université de Haute-Alsace, Mulhouse, France
2. Laboratoire de Physique et Mécanique Textiles, Université de Haute-Alsace (LPMT UR 4365), Mulhouse, France

**Correspondant** : orlane.douguet@uha.fr

#### Résumé

Le présent travail consiste à étudier l'influence des caractéristiques des matériaux fibreux architecturés, tissus ou tricots, sur leur porosité aux échelles macro (motif du tricot ou du tissu) et microscopiques (fibres) et par conséquent sur les stratégies à adopter pour optimiser leur potentiel d'utilisation comme média filtrant. Les résultats obtenus portent sur des structures dont les paramètres ont été variés. Les résultats obtenus montrent que les tricots et les tissus présentent des différences au regard de leur efficacité de filtration et perméabilité à l'air. Par ailleurs, alors que la perméabilité à l'air évolue linéairement avec la porosité macroscopique des matériaux étudiés, l'efficacité de filtration suit une loi de puissance. Enfin, une pilosité de surface dense permet de générer une échelle de porosité microscopique et peut permettre d'augmenter l'efficacité de filtration sans diminuer la perméabilité à l'air.

**Mots-clefs** : matériaux fibreux, filtration, porosité, perméabilité à l'air

#### Abstract

This work deals with the influence of the characteristics of architecturally structured fibrous materials, woven or knitted fabrics, on their porosity at the macro (knitted or woven fabric pattern) and microscopic (fibres) scales, and consequently with the strategies to be adopted to optimize their potential for use as filter media. The results obtained concern structures with various parameters. The results show that knitted fabrics and woven fabrics differ in their filtration efficiency and air permeability. Moreover, whereas the air permeability evolves linearly with the macroscopic porosity of the materials studied, the filtration efficiency follows a power law. Furthermore, dense surface pilosity allows the generation of a microscopic porosity scale and can increase the filtration efficiency without decreasing the air permeability.

**Keywords** : fibrous materials, filtration, porosity, air permeability

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-27964



## **PRESENTATION FLASH 2 : "180 SECONDES" AVEC POSTER**

*Président de séance : Dr Olivier WITSCHGER*

## **P10 - COMPARAISON ENTRE L'EFFICACITE DE FILTRATION ET LA RESPIRABILITE POUR EVALUER LA PERFORMANCE DES MASQUES A USAGE NON SANITAIRE**

*Comparison of filtration efficiency and breathability to assess the performance of  
community face masks*

H.E. WHYTE (1,2), A. JOUBERT (2), L. LE COQ (2), J. POURCHEZ (1)

1. Mines Saint-Etienne, Université Lyon, Université Jean Monnet, INSERM, U 1059 Sainbiose, Centre CIS, Saint-Etienne, France.

2. IMT Atlantique, GEPEA, CNRS UMR 6144, Nantes, France

**Correspondant** : henrietta.whyte@emse.fr

### **Résumé**

Les efficacités de filtration d'un panel de dix masques à usage non sanitaire neufs ont été déterminées expérimentalement vis-à-vis de particules de DEHS et d'un aérosol bactérien de *Staphylococcus aureus* (selon la norme EN 14683+ AC). Ces efficacités ont été rapprochées de leurs performances en respirabilité (pression différentielle) afin de déterminer une éventuelle corrélation. Les résultats ont montré qu'il n'existe pas de corrélation directe entre l'efficacité de filtration et le paramètre de respirabilité même si des tendances se dégagent.

**Mots-clefs** : Masques à usage non sanitaire, efficacité de filtration, respirabilité, pression différentielle

### **Abstract**

The filtration efficiencies of ten community face masks were determined experimentally using DEHS particles and a *Staphylococcus aureus* bacterial aerosol (according to EN 14683+ AC). These efficiencies were then compared to their breathing performance (differential pressure) to determine a possible correlation. The results showed that there is no direct correlation between the filtration efficiency and the breathing performance parameter, even though some trends were apparent.

**Keywords** : Community face masks, filtration efficiency, breathing performance, differential pressure

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28122

## **P11 - DEVELOPPEMENT D'UN MODELE ANATOMIQUE ET PHYSIOLOGIQUE RESPIRATOIRE DE PRIMATE NON HUMAIN POUR ETUDIER LE DEPOT DES AEROSOLS**

*Development of an anatomical and physiological Non-Human Primate respiratory  
model to study aerosol deposition*

J- R. CREPPY (1,2), M. CABRERA (2), J. PARDESSUS (2), G. ROSEAU (3), B. DELACHE (1), J. MONTHARU (3), L.  
GARANGER (3), F. DUCANCEL (1), L. VECELLIO (3)

1. Center for Immunology of Viral, Autoimmune, Hematological and Bacterial Diseases (IMVA-HB/IDMIT) Inserm,  
CEA, Université Paris-Saclay, Fontenay-aux-Roses, France
2. Centre d'Etude des Pathologies Respiratoires, INSERM U1100, Université de Tours, Tours

**Correspondant** : justinac@hotmail.fr

### **Résumé**

Les études précliniques utilisant des modèles animaux sont essentielles et dans certains cas réglementaires pour les aérosols inhalés. Le macaque a été identifié comme un modèle animal pertinent mais difficile d'accès. Dans le contexte de la réduction des expérimentations animales, nous avons développé un modèle respiratoire imprimé en 3D. Une étude comparative entre le modèle imprimé et le macaque a été réalisée avec trois tailles de particules (10 $\mu$ m, 1.4 $\mu$ m et 0.4 $\mu$ m) par imagerie scintigraphique. Le modèle imprimé montrait une relative bonne prédiction de la totalité de l'aérosol déposé mais surestimait le dépôt pulmonaire.

**Mots-clefs** : dépôt d'aérosols, modèles alternatifs, in vitro 3D cast, macaques

### **Abstract**

Les études précliniques utilisant des modèles animaux sont essentielles et dans certains cas réglementaires pour les aérosols inhalés. Le macaque a été identifié comme un modèle animal pertinent mais difficile d'accès. Dans le contexte de la réduction des expérimentations animales, nous avons développé un modèle respiratoire imprimé en 3D. Une étude comparative entre le modèle imprimé et le macaque a été réalisée avec trois tailles de particules (10 $\mu$ m, 1.4 $\mu$ m et 0.4 $\mu$ m) par imagerie scintigraphique. Le modèle imprimé montrait une relative bonne prédiction de la totalité de l'aérosol déposé mais surestimait le dépôt pulmonaire.

**Keywords** : Aerosol deposition, Alternative model, 3D Cast models, macaques

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28331

## P12 - CARACTERISATION DES EMISSIONS DE COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS DES DEJECTIONS ANIMALES ET DE LEUR REACTIVITE A L'OZONE

### *Characterization of volatile organic compound emissions from animal manure and their ozone reactivity*

K.M. HAIDER (1,2), F. LAFOUGE (2), C. DECUQ (2), B. ESNAULT (2), A. FORTINEAU (2), Y. CARPENTIER (1),  
D. PETITPREZ (3), C. FOCSA (1), R. CIURARU (2)

1. Université de Lille, CNRS, UMR 8523 - PhLAM - Physique des Lasers, Atomes et Molécules, Lille, France
2. INRAE, UMR ECOSYS, INRAE, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, Thiveral-Grignon, France
3. Université de Lille, CNRS, UMR 8522 – PC2A – PhysicoChimie des Processus de Combustion et de l'Atmosphère, Lille, France

**Correspondant** : kawssar-mujtaba.haider@univ-lille.fr

#### Résumé

Les composés organiques volatils (COV) sont importants pour la production d'ozone et des précurseurs critiques des aérosols organiques secondaires dans l'atmosphère. Les activités agricoles telles que l'utilisation d'engrais minéraux, l'élevage et l'épandage de fumier animal contribuent à la pollution atmosphérique. L'épandage de fumier animal sur le sol est associé à divers polluants tels que les aérosols primaires, l'ammoniac et le sulfure d'hydrogène, ainsi qu'aux émissions de COV. Dans ce contexte, une étude expérimentale a été menée sur différents types de fumier (vache, cheval, brebis et chèvre) collectés à Grignon (Paris, France). Les échantillons ont été placés dans des chambres de simulation atmosphérique et les émissions en phase gazeuse de composés organiques volatils et leurs produits d'oxydation résultant de réactions d'ozonolyse ont été caractérisés par spectrométrie de masse. Plus de deux cents COV ont été détectés et quantifiés. Les familles de COV détectées comprenaient des composés oxygénés, azotés, soufrés, des composés azotés et oxygénés et des hydrocarbures. Les composés oxygénés se sont avérés être les COV dominants dans tous les échantillons. Lorsqu'ils sont exposés à l'ozone, seuls les échantillons de fumier de vache ont montré une réactivité due à la présence du scatole (C<sub>9</sub>H<sub>9</sub>N). Cependant, aucune formation de particules n'a été observée dans nos conditions expérimentales. Cela est principalement dû aux faibles émissions de SO<sub>2</sub> des échantillons, car le SO<sub>2</sub> et le scatole jouent un rôle clé dans la formation d'aérosols organiques secondaires. Les données expérimentales obtenues dans le cadre de cette étude aideront à améliorer les inventaires des émissions par les activités agricoles et fourniront des informations sur les COV d'origine agricole qui peuvent servir de précurseurs d'aérosols organiques secondaires en présence de photo-oxydants, comme l'ozone.

**Mots-clefs** : produits résiduels organiques, composés organiques volatils, réactivité à l'ozone, aérosol organique secondaire, spectrométrie de masse

#### Abstract

Volatile organic compounds (VOCs) are significant to ozone production and critical precursors of secondary organic aerosols in the atmosphere. Agricultural activities such as the use of mineral fertilizers, livestock production and land application of animal manure contribute to atmospheric pollution. Land application of animal manure is associated with variety of pollutants such as primary aerosols, ammonia, and hydrogen sulfide as well as VOC emissions. In this context, an experimental study was carried out on different animal manures (e.g. cow, horse, sheep, and goat) taken from Grignon (Paris, France). The samples were placed in atmospheric simulation chambers and the gas phase emissions of VOCs and their oxidation products resulting from ozonolysis reactions were characterized using mass spectrometric tools. More than two hundred VOCs were detected and quantified. The detected VOCs families included oxygenated compounds, nitrogen-containing compounds, sulfur-containing compounds, nitrogen and oxygen containing compounds and hydrocarbons. Oxygenated compounds were found to be the dominating VOCs in all samples. When exposed to ozone, only cow manure samples showed reactivity due to skatole (C<sub>9</sub>H<sub>9</sub>N). However, no particle formation was observed in our experimental conditions. This is mainly explained by low SO<sub>2</sub> emissions from the samples, as SO<sub>2</sub> together with skatole play a key role in secondary organic aerosol formation. The experimental dataset obtained in this study will help to improve emission inventories for agricultural activities

## Présentation Flash 2 : « 180 secondes avec poster

---

and provide deeper insights into potential VOCs that can serve as secondary organic aerosol precursors in the presence of photo-oxidants (e.g. ozone).

**Keywords** : organic waste products, volatile organic compounds, ozone reactivity, secondary organic aerosol, mass spectrometry

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-27971

## **P13 - REDUCTION DES EMISSIONS D'AMMONIAC D'ORIGINE AGRICOLE : LE PROJET ABAA**

### *REDUCTION OF THE NH<sub>3</sub> EMISSION FROM AGRICULTURE: THE ABAA PROJECT*

O. LE BIHAN (1), A. GUEZENGAR (2), A. LAPLANCHE (1), L. ODDOS (2), C. QUENARD (2), G. LEFEUVRE (1)

1. Air Breizh, Rennes, France

2. Chambre d'Agriculture Régionale de Bretagne, Rennes, France

**Correspondant** : olebihan@airbreizh.asso.fr

#### **Résumé**

L'amélioration de la qualité de l'air en Europe passe prime abord par la baisse des émissions de polluants. Parmi ceux-ci figure l'ammoniac, qui joue un rôle de précurseur des particules fines. L'activité agricole en est la source principale, la Bretagne se plaçant en troisième position des régions émettrices, après les Pays-Bas et le Nord de l'Italie. Des pratiques agricoles moins émettrices ont été développées et sont disponibles ; elles restent néanmoins peu utilisées dans les exploitations agricoles. Le projet ABAA a été conçu afin de promouvoir ces bonnes pratiques. Pour ce faire, une démarche intégrée sera mise au point et mise en oeuvre sur le terrain, tout d'abord au niveau d'un territoire pilote situé à proximité de Brest puis progressivement vers l'échelle régionale. Un outil d'aide à la décision jouera un rôle central ; il permettra notamment de mettre en lien des informations météorologiques, agronomiques mais aussi concernant la qualité de l'air (inventaire d'émission, mesures, modélisation, prévision).

**Mots-cléfs** : NH<sub>3</sub>, PM<sub>2.5</sub>, agriculture

#### **Abstract**

In Europe, over half-million people die prematurely every year due to ambient air pollution including fine Particulate Matter PM<sub>2.5</sub>. Ammonia (NH<sub>3</sub>) was shown to be a major precursor of atmospheric PM. The agricultural sector is currently responsible for the vast majority of NH<sub>3</sub> emissions in the European Union (EU). There is an urgent need to promote and facilitate the use of the Best Available Techniques (BAT) by the farmers, with an assessment of the impact. The main objective of the ABAA project is to develop and implement a demonstration system at the scale of the Brittany Region to reduce ambient Particulate Matter (PM) levels, resulting in the improvement of ambient air quality. The principle is based on the development of a network of farmers, involved in the NH<sub>3</sub> emission reduction, thanks to the use of BAT. To do so, an integrated method will be developed, based on a Decision Support System (SDS) fed by the production of technical information in the field of air quality and farming.

**Keywords** : NH<sub>3</sub>, PM<sub>2.5</sub>, agriculture

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28261

## P14 - HUMIDIFICATION ET REFROIDISSEMENT EVAPORATIF APPLIQUES A LA CONSERVATION DES FRUITS ET LEGUMES DANS DES VITRINES REFRIGEREES OUVERTES

*Humidification and evaporative cooling applied to the preservation of fruit and vegetables in open refrigerated display cabinets*

E. POWAGA (1), F. CAUNEAU (1), P.H. BIWOLE (2), M. IBRAHIM (3), F. RICHARD (4)

1. Laboratoire PERSEE, MINES ParisTech, Sophia Antipolis, France
2. Institut Pascal, Université Clermont Auvergne, Aubière, France
3. Polytech'Lab, Université Côte d'Azur, Sophia Antipolis, France
4. Groupe ARFITEC, Grasse, France

**Correspondant** : emilie.powaga@mines-paristech.fr

### Résumé

Environ 45% de la production mondiale de fruits et légumes sont annuellement perdues malgré les efforts réalisés pour recourir à la chaîne du froid dans la logistique post-récolte. En plus de n'être pas particulièrement adaptées aux fruits et légumes, les techniques classiques de froid industriel, sont énergivore et source d'émission de gaz à effet de serre. Du fait des progrès décisifs qu'ils ont permis d'accomplir dans le domaine de la conservation des fruits et légumes, les dispositifs basés sur la brumisation sont prometteurs. Cette étude illustre les potentialités de l'injection d'un aérosol d'eau dans une enceinte réfrigérée en termes de rafraîchissement et d'humidification de l'ambiance et en termes de diminution de perte de masse des fruits et légumes entreposés.

**Mots-clefs** : aérosol d'eau, refroidissement évaporatif, conservation des produits frais

### Abstract

Approximately 45% of the world's fruit and vegetable production is still lost annually despite efforts to use the cold chain in all post-harvest logistics. In addition, conventional industrial refrigeration techniques are energy-intensive and a source of greenhouse gas emissions. Because of the decisive progress they have made in the field of fruit and vegetable conservation, misting-based systems are promising. This study illustrates the potential of injecting a water aerosol into an open vertical refrigerated display case in terms of cooling and humidifying the atmosphere and in terms of preserving the stored fruit and vegetable.

**Keywords** : water aerosol, mist evaporative cooling, preservation of fresh products

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-27901

**P15 - ASSOCIATION ENTRE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE AMBIANTE ET LES VENTES DE MEDICAMENTS CONTRE L'ASTHME ET LES ALLERGIES POUR 63 MILLIONS D'HABITANTS DE FRANCE METROPOLITAINE EN 2013**

*Association between ambient atmospheric pollution and sales of asthma and allergy medicines for 63 million inhabitants of metropolitan France in 2013*

M. EL HOMSI (1), S. SCLISON (2), D. HUGUET (2), B. DESSIMOND (3), J. PRUD'HOMME (1), A. COLLETTE (4), I. ANNESI-MAESANO (1)

1. INSERM, Université de Montpellier et IDESP, Montpellier, France

2. IQVIA, Courbevoie, France

3. INSERM et Sorbonne Université Paris VI, EPAR, Faculté de Médecine, Saint-Antoine Paris, France

4. Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS), Verneuil-en-Halatte, France

**Correspondant** : marwan\_eh@outlook.fr

### Résumé

La pollution atmosphérique est connue pour être associée à plusieurs morbidités et mortalités. Les ventes de médicaments constituent un bon indicateur de l'évolution d'une pathologie. L'objectif de cette étude est d'évaluer les effets à court terme de la pollution de l'air sur les ventes de médicaments contre l'asthme et les allergies en France métropolitaine. Le modèle additif généralisé (GAM) appliqué a mis en évidence une association significative entre le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) et les particules en suspension  $\geq 10 \mu\text{m}$  de diamètre (PM<sub>10</sub>) et la vente de médicaments contre l'asthme et les allergies.

**Mots-clefs** : Pollution atmosphérique, médicaments, asthme, épidémiologie

### Abstract

Air pollution is known to be associated with several morbidities. Drug sales are a good indicator of the course of a disease. The aim of this study is to assess the short-term effects of air pollution on the sales of asthma and allergy medications in metropolitan France. The applied generalized additive model (GAM) demonstrated a significant association between nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) and airborne particles  $\geq 10 \mu\text{m}$  in diameter or less (PM<sub>10</sub>) and the sale of asthma drugs and allergies.

**Keywords** : Air pollution, drugs, asthma, epidemiology

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28192

## **P16 - POINT SUR LES PROJETS DE NORMALISATION « AIR DES LIEUX DE TRAVAIL » RELATIFS AUX AGENTS BIOLOGIQUES AUX NIVEAUX EUROPEEN ET FRANÇAIS**

### *Update on "workplace air" standardisation projects relating to biological agents at European and French levels*

P. DUQUENNE (1), P. LE CANN (2), B. FACON (3), O. SCHLOSSER (4), E. DALIBERT (5), M. DUSSÉAUX (5), A. SACHOT (6), P. ARNOULD (7), P. LOISON (8), L. DUPONT (9), I. CHEVALIER-ALLIO (10), E. BARZYKOWSKI (11)

1. INRS, Laboratoire ASTEC, Vandoeuvre-lès-Nancy, France
2. Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique, Rennes, France
3. CRAMIF, Laboratoire des Biocontaminants, Paris, France
4. SUEZ, CIRSEE, Le Pecq, France
5. Laboratoire des microorganismes et allergènes, Service Parisien de Santé Environnementale, Paris, France
6. DGA Techniques navales, Toulon, France
7. Groupe Kersia, PAE Actiparc, Boz, France
8. INRS, Laboratoire MA, Vandoeuvre-lès-Nancy, France
9. SNCF VOYAGEURS - DIRECTION DU MATERIEL INGÉNIERIE DU MATÉRIEL - AGENCE d'ESSAI FERROVIAIRE (AEF), Vitry-sur-Seine, France
10. Laboratoire d'Analyses de Surveillance et d'Expertise de la Marine (LASEM) - Base Navale de Brest, Brest, France
11. AFNOR, La Plaine Saint-Denis (Secrétariat AFNOR)

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

#### **Résumé**

La présentation fait un état des lieux des travaux de normalisation menés aux niveaux européen et français sur la période 2018-2021 et précise les orientations prévues après 2022. Les normes EN 13098, EN 14031 et EN 14583 sur les agents biologiques ont été révisées par le groupe de travail CEN/TC 137/WG5 « Mesurage des agents biologiques ». Ce même groupe propose des projets de normes concernant les mesures des mycotoxines, des virus dans l'air et des agents biologiques par les techniques de biologie moléculaire. Il propose aussi d'accentuer la promotion de la recherche pour accompagner la normalisation et le travail en réseau. Au niveau français, le groupe miroir AFNOR X43C/GE1 suit ces travaux et a engagé un travail sur la stratégie de mesure. Les travaux de normalisation ont créé une dynamique nouvelle et fédératrice sur le thème des risques biologiques et permettent de diffuser la culture et la démarche de prévention.

**Mots-clefs** : Agents biologiques ; Méthodes et stratégies de mesure ; Prévention, travail en réseau

#### **Abstract**

The presentation provides an overview of the standardisation work carried out at European and French level over the 2018-2021 period and specifies the directions that have been given after 2022. The standards EN 13098, EN 14031 and EN 14583 relative to biological agents have been revised by the working group CEN/TC 137/WG5 "Measurement of biological agents". The same group is proposing draft standards for the measurement of mycotoxins, viruses in air and biological agents by molecular techniques. It also proposes to increase the promotion of research to support standardisation and networking. At the French level, the AFNOR X43C/GE1 mirror group is following this work and has initiated work on the measurement strategy. The standardisation work has created a new and unifying dynamic on the issue of biological risks and has made it possible to disseminate the culture and the prevention approach.

**Keywords** : Biological agents; Measurement methods and strategies; Prevention, Working in network

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28329

## P17 - VARIATIONS SAISONNIÈRES DES BIOAÉROSOLS VIRAUX DANS LES CENTRES DE TRAITEMENT DES EAUX USÉES

### *Bioaerosols seasonal variations in Indoor Wastewater Treatment Plants*

M. VEILLETTE (1), R. MAAL-BARED (2), C. DUCHAINE (3)

1. Institut Universitaire de Cardiologie et de Pneumologie de Québec-Université Laval, Québec, Canada
2. EPCOR, Edmonton, Canada
3. Département de Biochimie, Microbiologie et Bioinformatique, Université Laval, Québec, Canada

**Correspondant** : marc.veillette@criucpq.ulaval.ca

#### Résumé

Les bioaérosols générés par le traitement des eaux usées peuvent contenir de grandes quantités de microorganismes et ainsi mener à une exposition chez les travailleurs, particulièrement lorsque les étapes de traitement sont réalisées à l'intérieur. Certains virus retrouvés dans cet environnement pourraient représenter un risque pour la santé des travailleurs et être responsables de symptômes d'ordre respiratoire ou gastroentérique. Un suivi saisonnier des concentrations de marqueurs bactériens et de virus mené dans deux centres de traitement des eaux usées a permis de décrire la présence d'une multitude de virus pathogènes dans l'air ambiant ainsi que leur corrélation avec des marqueurs bactériens.

**Mots-clefs** : Eaux usées, virus, bioaérosols

#### Abstract

Indoor wastewater treatment could lead to emission of bioaerosols loaded with bacteria and viruses coming from the effluent. Some of the virus known to be present in wastewater could lead to respiratory and gastrointestinal symptoms in workers. We describe seasonal concentration of biological markers and viruses in two treatment plants. Many pathogenic viruses were detected in the air in the working environment in these installations as well their correlation with bacterial markers.

**Keywords** : Wastewater, virus, bioaerosols

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-27932

## P18 - ÉVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES ASSOCIÉS À L'EXPOSITION ENVIRONNEMENTALE PAR INHALATION CHRONIQUE DE COMPOSÉS CHIMIQUES RETROUVÉS DANS LES STRUCTURES HOSPITALIÈRES, LIBÉRALES ET MÉDICO-SOCIALES

*Indoor air quality: risk assessment in hospitals, medical-social and liberal facilities*

A. COLAS (1,2), A. BAUDET (3), A. FLORENTIN (1,4)

1. CHRU-Nancy, Département Territorial d'hygiène et de prévention du risque infectieux, Nancy, France
2. Université de Lorraine, Faculté de Médecine, Département d'Hygiène, de Prévention des Risques Environnementaux et Associés aux Soins, Nancy, France
3. Faculté d'Odontologie de Lorraine, Université de Lorraine, Vandoeuvre-lès-Nancy, France
4. Université de Lorraine, Faculté de Médecine, département DHREAS et APEMAC, équipe MICS, Nancy, France

**Correspondant** : [anais.colas@univ-lorraine.fr](mailto:anais.colas@univ-lorraine.fr)

### Résumé

En milieu hospitalier, la maîtrise de la qualité de l'air est un enjeu majeur, notamment dans le cadre de la prévention des infections associées aux soins. Mais en dehors du risque infectieux, la pollution de l'air, néfaste pour les individus, y est peu étudiée. A partir de précédentes campagnes de mesures ambiantes, l'objectif principal de ce travail était de mener une évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) associés à l'exposition environnementale par inhalation chronique de composés chimiques retrouvés dans les structures hospitalières, libérales ou médico-sociales. La probabilité et la gravité des effets indésirables susceptibles de se produire était évaluée par le calcul du quotient de danger (QD) pour les effets déterministes ou de l'excès de risque individuel (ERI) pour les effets stochastiques. Les trois composés présentant les concentrations moyennes les plus élevées dans l'ensemble des structures étaient l'éthanol (358,7 µg/m<sup>3</sup>), l'isopropanol (27,4 µg/m<sup>3</sup>) et l'acétone (26,3 µg/m<sup>3</sup>). Les concentrations des différents polluants mesurées dans les structures libérales et médico-sociales étaient supérieures à celles mesurées dans les structures hospitalières, en lien avec un système de traitement de l'air plus optimal à l'hôpital. Aucun QD n'était supérieur à 1 et seules 3 molécules présentaient un QD au-delà de 0,1. Seuls les ERI du formaldéhyde en milieu libéral et médico-social étaient supérieurs à 1.10<sup>-5</sup> avec une valeur maximale de 3,8.10<sup>-5</sup> pour les médecins généralistes. A l'exception du formaldéhyde, le risque sanitaire pour l'inhalation chronique des composés investigués ne semble pas préoccupant. Néanmoins, certaines valeurs ont tendance à s'approcher des seuils d'acceptabilité justifiant une réflexion sur la mise en place d'actions correctives, notamment l'implantation de systèmes de ventilation, absents de la majorité des cabinets libéraux ici investigués.

**Mots-clefs** : qualité de l'air intérieur, composés organiques, évaluation du risque sanitaire

### Abstract

In hospitals, indoor air quality is a major issue, particularly in the field of infection control and prevention. But apart from the risk of infection, air pollution, is little studied. In order to assess levels of pollution in these environments. From previous environmental measurement campaigns, the main objective of this work was to conduct a quantitative health risk assessment of the chronic inhalation of chemical compounds found in hospital and in medical-social and liberal facilities. Chemical compounds retrieved at the highest median concentration and frequencies were ethanol (358,7 µg/m<sup>3</sup>), isopropanol (27,4 µg/m<sup>3</sup>) and acetone (26,3 µg/m<sup>3</sup>). The concentrations of the various pollutants measured in medical-social and liberal facilities were generally higher than those measured in hospitals. No HQ was greater than 1 and only 3 compounds had a QD above 0.1. Only formaldehyde EIR in medical-social and liberal facilities were greater than 1.10<sup>-5</sup> with a maximum value of 3.8.10<sup>-5</sup> for general practitioners. With the exception of formaldehyde, the health risk for chronic inhalation of the compounds investigated does not appear to be of concern. Nevertheless, some values tend to approach the acceptability thresholds justifying a reflection on the implementation of corrective actions like the installation of ventilation systems, absent from the majority of the liberal practices here investigated.

**Keywords** : indoor air quality, organic compounds, risk assessment

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-27903

## P19 - MESURES DES BIOAEROSOLS DANS DES SALLES UNIVERSITAIRES A L'AIDE D'UN COMPTEUR DE PARTICULES BIOTRAK

*Measures of bioaerosols in classrooms via a Biotrak particle counter*

I. HARBELOT, L. AIT-ALI-YAHIA, E. GEHIN

Laboratoire CERTES, UPEC, Créteil, France

**Correspondant** : harbelot@u-pec.fr

### Résumé

Les bioaérosols sont des particules aéroportées biologiques, reconnues comme principale source de maladies infectieuses dans les environnements intérieurs. Notre but est de les mesurer, chercher à caractériser physiquement leurs sources, et connaître leur impact sur la qualité d'air intérieur. Pour cela, nous utilisons un compteur de particules Biotrak TSI 9510-BD, permettant le comptage en temps réel des particules totales et viables dans l'atmosphère, dans des environnements universitaires occupés ou vides (salles de classe, laboratoires scientifiques) (expériences menées en 2019).

**Mots-clefs** : Bioaérosols, particules viables, sources, taux d'émission

### Abstract

Bioaerosols are airborne particles with biological origin, known to be one of the main transmission routes of infectious diseases in indoor environment. Our objective is to measure them, try to physically characterize their sources, and their impact on indoor air quality. We used the Biotrak Particle Counter TSI 9510-BD to count in real time total and viable particles in the atmosphere in real life conditions such as: empty and full universities classrooms and scientific laboratories (experiences conducted in 2019).

**Keywords** : Bioaerosols, viable particles, sources, emission rates.

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28456

## **SESSION III : BIOAEROSOLS**

*Présidents de séance : Dr Philippe DUQUENNE, Dr Enric ROBINE*

## IDENTIFICATION ET QUANTIFICATION DES BIOAEROSOLS ET DES GENES DE RESISTANCE AUX ANTIBIOTIQUES EMIS PAR DES BASSINS EXTERIEURS DE TRAITEMENT DES EAUX USEES.

*Identification and quantification of bioaerosols and antibiotic resistance genes emitted by wastewater treatment ponds*

A. BÉLANGER CAYOUCETTE (1,2), P. B.L. GEORGE (1,3,4), N. TURGEON (1), M. VEILLETTE (1), C. DUCHAINE (1,2)

1. IUCPQ, Québec, Canada

2. Département de biochimie, microbiologie et bio-informatique, Université Laval, Québec, Canada

3. Département de médecine moléculaire, Faculté de médecine, Université Laval, Québec, Canada

4. Centre de recherche en données massives, Université Laval, Québec, Canada

**Correspondant** : amelia.belanger-cayouette.1@ulaval.ca

### Résumé

Les usines de traitements des eaux (UTE) sont une source de bioaérosols pouvant contenir des gènes de résistance aux antibiotiques (GRA) pouvant être émis lors des traitements extérieurs. De l'air autour de trois types de bassins d'UTE a été prélevé afin de quantifier et d'identifier les bactéries totales et les GRA dans ces bioaérosols. Les données météo ont été collectées. Une plus grande concentration de bactéries totales a été retrouvée en aval des bassins comparativement à en amont et au centre. Les bassins de boues activées semblent émettre plus de bactéries totales que ceux d'eau aérée. Les résultats préliminaires n'ont pas démontré d'émission significative de GRA. D'autres cibles de GRA seront analysées.

**Mots-clés** : Bioaérosols, Résistances aux antibiotiques, Eaux usées

### Abstract

Wastewater treatment plants (WTP) are a bioaerosols source which may contain antibiotics resistance genes (ARG) which can be emitted during outside treatments. Air around three types of WTP ponds was collected in order to quantify total bacteria and ARGs in these bioaerosol. Weather data has been collected. A greater concentration of total bacteria was found downstream of the ponds compared to upstream and nearby. Activated sludge ponds seem to emit more total bacteria than aerated water ponds. Preliminary results did not demonstrate any significant release of ARG. Other ARG targets will be analyzed.

**Keywords** : Bioaerosols, Antimicrobial resistance, Wastewater treatments

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-27983

**EVALUATION D'UNE METHODOLOGIE UTILISANT LES FILTRES DE REPRISE DES CENTRALES DE TRAITEMENT D'AIR POUR QUALIFIER LA QUALITE MICROBIOLOGIQUE DE L'AIR INTERIEUR DES BUREAUX**

*Testing of methodology using air handling unit filters to qualify the microbiological quality of indoor air in offices*

G. PAVARD (1,2), A. JOUBERT (1), Y. ANDRÈS (1), P. LE CANN (2)

1. IMT Atlantique, GEPEA, CNRS UMR 6144, Nantes, France

2. EHESP, Inserm, IRSET - UMR\_S 1085, Rennes, France

**Correspondant** : gaetan.pavard@imt-atlantique.fr

### Résumé

La pandémie Covid-19 a permis de rappeler l'importance de maintenir une qualité de l'air intérieur convenable pour diminuer les risques de propagation des particules virales. L'objectif de cette étude est de tester une méthodologie utilisant les filtres de reprise des centrales de traitement d'air pour identifier les contaminants microbiens présents dans l'air intérieur de bureaux. La méthodologie met en oeuvre des coupons de média filtrant prélevés périodiquement sur les filtres et analysés par méthodes culturale et moléculaire. Les résultats montrent que la concentration en microorganismes cultivables sur les filtres se stabilise après 4-5 mois et les genres *Aspergillus*, *Cladosporium* et *Penicillium* sont majoritaires.

**Mots-clefs** : Qualité microbiologique de l'air, Bureaux, Centrale de Traitement d'Air, Filtres, Aérosols microbiens

### Abstract

The Covid-19 pandemic reminded us of the importance of maintaining adequate indoor air quality to reduce the risk of propagation of viral particles. The aim of this study is to use air handling unit (AHU) filters to develop a methodology to identify microbial contaminants present in office indoor air. The methodology involves discs of filter media taken periodically from the extraction filters and analysed by cultural and molecular methods. The concentration of cultivable microorganisms on the filters stabilises after 4-5 months. The genera *Aspergillus*, *Cladosporium* and *Penicillium* are the most represented.

**Keywords** : Microbiological air quality, Offices, Air Handling Units, Filters, Microbial aerosols

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28304

## ÉVALUATION EN LABORATOIRE DE LA MATRICE DE DIFFUSION DE POLLENS D'AMBROISIE, FRENE, BOULEAU ET PIN : APPLICABILITE A LEUR CLASSIFICATION.

*Laboratory evaluation of the scattering matrix of ragweed, ash, birch and pine  
pollen: applicability to classification*

D. CHOLLETON (1,2), E. BIALIC (2), A. DUMAS (2), P. KALUZNY (2), P. RAIROUX (1), A. MIFFRE (1)

1. Université de Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS, Institut Lumière Matière, Villeurbanne, France
2. TERA-Sensor, Rousset, France

**Correspondant** : danael.cholleton@univ-lyon1.fr

### Résumé

Les pollens sont des bioaérosols qui affectent la santé publique et ont un impact sur le bilan radiatif. Dans ce contexte, nous étudions ici les différences potentielles qui peuvent exister dans l'aptitude de quatre taxons (ambroisie, bouleau, pin et frêne) à diffuser la lumière et ce à deux longueurs d'onde simultanément (532 et 1064 nm) en s'appuyant sur le formalisme de la matrice de diffusion. Via notre polarimètre de laboratoire, les incertitudes sur l'évaluation des éléments de la matrice de diffusion sont suffisamment faibles pour montrer que ces quatre pollens, lorsqu'ils sont contenus dans l'air ambiant, présentent des caractéristiques spectrales et polarimétriques de diffusion optique différentes, sous la forme de dix éléments de matrice de diffusion (cinq par longueur d'onde). Nous pensons que ce travail de laboratoire, soumis à AMT à l'automne 2021, peut ouvrir de nouvelles perspectives pour la détection des pollens atmosphériques.

**Mots-clefs** : pollen, matrice de diffusion, diffusion optique, classification

### Abstract

Pollens are bioaerosols that affect public health and have an impact on the radiation budget. In this context, we investigate here the potential differences in the ability of four taxa (ragweed, birch, pine and ash) to scatter light at two wavelengths simultaneously (532 and 1064 nm) using the scattering matrix formalism. Using our laboratory polarimeter, the uncertainties in the evaluation of the scattering matrix elements are small enough to show that these four pollens, when contained in ambient air, exhibit different spectral and polarimetric optical scattering characteristics, in the form of ten scattering matrix elements (five per wavelength). We believe that this laboratory work, submitted to AMT in the fall of 2021, may open new perspectives for the detection of atmospheric pollens.

**Keywords** : pollen, scattering matrix, light scattering, classification

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-27945

## VERS UNE SOLUTION AUTOMATISEE DE COMPTAGE ET D'IDENTIFICATION DES POLLENS PRESENTS DANS L'AIR

*Towards an automated solution for counting and identifying airborne pollen*

H. EL AZARI (1), J.B RENARD (2), J. LAUTHIER (3), E.R BLEZA (3), J. RICHARD (3), J. SURCIN (2)

1. Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement et de l'Espace CNRS ; LIFY AIR ; Université d'Orléans, Orléans, France
2. Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement et de l'Espace CNRS, Orléans, France
3. LIFY AIR, Orléans, France

**Correspondant** : houssam.el-azari@cnrs-orleans.fr

### Résumé

La surveillance des épisodes de pollens est un enjeu de santé publique majeur à l'échelle mondiale. Or, les méthodes utilisées actuellement pour l'identification et le suivi de l'évolution des concentrations polliniques sont d'une efficacité relative. L'objectif de cet article est de proposer une alternative pour tendre vers une automatisation de ce processus grâce au concept physique de diffusion lumineuse. En particulier, nous avons dans un premier temps étudié les réponses optiques de certaines espèces de pollens grâce à l'instrument PROGRA2. Nous avons ensuite examiné la capacité de BeeNose, un nouveau capteur-compteur de pollens, à discriminer quelques taxons à partir de mesures réalisées en laboratoire. Les résultats montrent que les pollens ont des signatures optiques caractéristiques. Les propriétés de brillance et de polarisation peuvent permettre de les reconnaître et de les distinguer de certains aérosols comme les particules carbonées. Des confusions sont toutefois possibles à certains angles de diffusion, soit avec des particules minérales soit entre certaines espèces possédant des comportements optiques similaires. D'autres paramètres tels que la météo, la saisonnalité ou le couvert végétal devront donc être considérés pour affiner l'identification dans ces cas.

**Mots-clefs** : Pollen; Identification; Diffusion lumineuse

### Abstract

Pollen monitoring is a major worldwide public health issue. However, methods currently used to identify pollen grains and monitor the evolution of their concentrations are relatively effective. The aim of this paper is to offer an alternative to automate this process thanks to the physical concept of light scattering. More specifically, we first studied the optical responses of some pollen species with the PROGRA2 instrument. We then examined the ability of BeeNose, a new pollen sensor-counter, to discriminate some pollen taxa based on laboratory measurements. The results showed that pollen grains have distinctive optical signatures. Furthermore, brightness and polarization properties can be used to recognize and distinguish between them and aerosols such as carbonaceous particles. Yet, there is a confusion at some scattering angles, either with mineral particles or among species having a similar optical behaviour. Other parameters such as weather, seasonality or plant cover should then be considered to improve the identification in these cases.

**Keywords** : Pollen, Identification, Light scattering

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28313



## **CONFERENCE PLENIERE**

**Pr Frédéric Thévenet**

## Processus hétérogènes et aérosols minéraux : quelles conséquences sur les gaz traces et les propriétés de surface des aérosols ?

*Processus hétérogènes et aérosols minéraux : quelles conséquences sur les gaz traces et les propriétés de surface des aérosols ?*

F. THÉVENET

IMT Nord Europe, Ecoles Mines Telecom, Université de Lille, France

**Correspondant** : frederic.thevenet@imt-lille-douai.fr

### Résumé

L'objectif de cette conférence plénière est d'expliciter le rôle des processus physico-chimiques hétérogènes impliquant différents gaz traces atmosphériques (COV, ozone, SO<sub>2</sub>, etc) à la surface d'aérosols minéraux désertiques et volcaniques. Les avantages et les limitations des dispositifs expérimentaux disponibles pour caractériser ces processus sont présentés, ainsi que les paramètres expérimentaux obtenus. La finalité est d'évaluer l'impact des processus hétérogènes à la fois sur le budget des gaz traces et sur le vieillissement des aérosols minéraux au cours de leur transport dans l'atmosphère.

**Mots-clefs** : Processus hétérogènes, aérosols minéraux

### Abstract

L'objectif de cette conférence plénière est d'expliciter le rôle des processus physico-chimiques hétérogènes impliquant différents gaz traces atmosphériques (COV, ozone, SO<sub>2</sub>, etc) à la surface d'aérosols minéraux désertiques et volcaniques. Les avantages et les limitations des dispositifs expérimentaux disponibles pour caractériser ces processus sont présentés, ainsi que les paramètres expérimentaux obtenus. La finalité est d'évaluer l'impact des processus hétérogènes à la fois sur le budget des gaz traces et sur le vieillissement des aérosols minéraux au cours de leur transport dans l'atmosphère.

**Keywords** :

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28837

## **PRESENTATION FLASH 3 : "180 SECONDES" AVEC POSTER**

*Président de séance : Pr Dominique THOMAS*

## P20 - UN SPECTROMETRE DE MASSE POUR LA MESURE DE NANOPARTICULES AEROPORTEES : VERS UNE ARCHITECTURE MINIATURE

*Mass spectrometer for airborne nanoparticles: toward a miniaturized architecture*

A. REYNAUD (1,2), T. FORTIN (3), V. ÇUMAKU (1,3), S. HENTZ (1,2), C. MASSELON (3,4)

1. Université Grenoble Alpes, Grenoble, France
2. CEA, LETI, MINATEC Campus, Grenoble, France
3. CEA, IRIG, Health Department, Grenoble, France
4. Inserm, UMR\_S 1292, Grenoble, France

**Correspondant** : adrien.reynaud@cea.fr

### Résumé

Grâce à une technologie innovante, l'architecture NEMS-MS (NanoElectroMechanical System-Mass Spectrometry) est capable de mesurer la masse de nanoparticules d'origines naturelles ou artificielles dans une gamme (MDa-GDa) difficilement accessible en spectrométrie de masse conventionnelle. Sa miniaturisation lui permettrait de s'exporter hors du laboratoire mais nécessite d'adapter la lentille aérodynamique utilisée pour focaliser les particules sur le capteur NEMS. Ce travail présente donc la caractérisation numérique de la lentille du système - validée expérimentalement - et propose une méthode d'optimisation tenant compte des paramètres système (pression, débit) pour sa miniaturisation.

**Mots-clefs** : NEMS, nanoparticules, capteur, lentille aérodynamique

### Abstract

Thanks to an innovative technology, the NEMS-MS (NanoElectroMechanical System-Mass Spectrometry) is capable of measuring the mass of natural or artificial nanoparticles in a challenging range for conventional mass spectrometry (MDa-GDa). Its miniaturization would allow performing measurements outside of the laboratory but requires adapting the aerodynamic lens used to focus particles on the NEMS sensor. Thus, this work presents the numerical study of the lens and proposes an optimization method for its miniaturization, considering the system parameters (pressure, flowrate).

**Keywords** : NEMS, nanoparticles, sensor, aerodynamic lens

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-27941

## P21 - QUALIFICATION D'UNE BUSE DE NEBULISATION POUR LA GENERATION D'AEROSOLS CALIBRES

### *Qualification of a nebulization nozzle for the generation of calibrated aerosol*

A. KORT, L. JUHEL-FAUVEL, B. HIPPEAU, N. LE ROUX, F. GENSDARMES

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

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

#### Résumé

Ce travail s'inscrit dans le cadre de la maîtrise de la génération des particules utilisées par l'IRSN pour étudier les transferts et les dépôts de contaminants particuliers dans l'air. L'objectif est de proposer dans un premier temps un générateur d'aérosols calibrés à 3  $\mu\text{m}$  en diamètre aérodynamique médian massique en vue du remplacement des générateurs à ultrasons LIXEA SinapTec®. Pour ce faire, la buse de nébulisation Tekceleo a été retenue et une étude a été menée en vue de sa qualification.

Cette communication présente les résultats de la qualification de cette buse de nébulisation.

**Mots-clefs** : buse de nébulisation, Welas, impacteur Andersen, génération

#### Abstract

This work is part of the control of particle generation for IRSN studies on particulate contamination transfer and deposition. The objective as a first step is to provide an aerosol generator calibrated to 3  $\mu\text{m}$  in mass median aerodynamic diameter for the replacement of LIXEA SinapTec® ultrasonic generators. The Tekceleo nebulization nozzle was selected and a study was carried out for its qualification.

This communication presents the qualification results of this nebulization nozzle.

**Keywords** : nebulization nozzle, Welas, Andersen impactor, generation

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28021

## P22 - CARACTERISATION DES AEROSOLS DE NaCl ET DE CsCl PRODUITS PAR UN GENERATEUR A ULTRASONS (MODELE SINAPTEC 80 KHZ)

*Characterization of NaCl and CsCl aerosols produced by an ultrasonic generator (SinapTec 80 kHz)*

X. SIMON (1), G. BARBIER (1), V. MATERA (2), R. PAYET (1), N. GAUDEL (2), S. BAU (1)

1. Laboratoire de Métrologie des Aérosols,
2. Laboratoire d'Analyse Inorganique et de Caractérisation des Aérosols, INRS, Vandoeuvre-lès-Nancy, France

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

### Résumé

Du fait de leur aptitude à mesurer des événements en temps réel de courte durée, les compteurs optiques de particules (COP) et les photomètres sont de plus en plus utilisés pour la caractérisation des aérosols dans les atmosphères de travail. Un projet INRS vise à étudier les performances de ces familles d'instruments optiques à lecture directe vis-à-vis de la concentration massique des aérosols. Les essais de laboratoire sont menés avec une variété de générateurs de particules, en voie sèche ou en voie humide, permettant de couvrir une gamme de diamètre de  $\sim 0,1$  à  $\sim 20$   $\mu\text{m}$  et une gamme de concentration de  $\sim 20$   $\mu\text{g.m}^{-3}$  à  $\sim 50$   $\text{mg.m}^{-3}$ . Afin de compléter l'éventail des moyens de génération disponibles, l'objectif de ce travail était de prendre en main un générateur à ultrasons (modèle SinapTec 80 kHz) récemment acquis et de caractériser la diversité des aérosols générés, notamment en terme de distributions granulométriques, de concentrations en masse et de stabilité. Le générateur était alimenté avec des solutions de NaCl ou de CsCl dont les concentrations massiques étaient comprises entre 0,1 et 100 g.L<sup>-1</sup>. Conformément à la théorie (gouttelettes générées de 25  $\mu\text{m}$  pour une fréquence de 80 kHz), le générateur permet bien de produire une variété d'aérosols présentant des diamètres médians équivalent en masse (TSI OPS 3330 et TSI APS 3321) compris entre environ 1 et 10  $\mu\text{m}$ . Les concentrations massiques associées étaient le plus souvent comprises entre 0,2 et 2  $\text{mg.m}^{-3}$  (TSI AM520). L'emploi d'environ 400 mL de solution correctement agitée permet de générer des aérosols stables en distribution granulométrique en masse (CV > 2%) et en concentration massique (CV > 10%) pendant  $\geq 3$  h.

**Mots-clefs** : concentration massique, compteur optique de particules, photomètre, distribution granulométrique

### Abstract

Because of their ability to measure short-term fluctuations, optical particle counters (OPC) and photometers are widely used for real-time aerosol characterization in workplace atmospheres. An INRS project aims to study the performance of these direct reading optical instruments with respect to the aerosols mass concentration. Laboratory tests are conducted with a variety of particle generators, covering a diameter range of  $\sim 0.1$  to  $\sim 20$   $\mu\text{m}$  and a concentration range between  $\sim 20$   $\mu\text{g.m}^{-3}$  and  $\sim 50$   $\text{mg.m}^{-3}$ . In order to diversify the usable generators, the objective of this work was to characterize the aerosols generated by an ultrasonic generator (SinapTec 80 kHz model), in particular in terms of particle size distributions, mass concentrations and stability. The generator was fed with NaCl or CsCl solutions whose mass concentrations were between 0.1 and 100 g.L<sup>-1</sup>. In accordance with the theory (generated droplets of 25  $\mu\text{m}$  for a frequency of 80 kHz), the generator is able to produce a variety of aerosols presenting mass median diameters (TSI OPS 3330 and TSI APS 3321) between  $\sim 1$  and  $\sim 10$   $\mu\text{m}$ . Associated mass concentrations were often measured between 0.2 and 2  $\text{mg.m}^{-3}$  (TSI AM520). Using approximately 400 mL of properly stirred solution will generate aerosols that are stable in particle mass size distribution (CV >2%) and mass concentration (CV >10%) for at least 3 hours.

**Keywords** : mass concentration, optical particle counter, photometer, size distribution

DOI : 10.25576/ASFERA-CFA2022-27976

## P23 - VERS UN PASSAGE AU TRL 8 D'UN DISPERSEUR DE POUDRE DE TYPE VORTEX SHAKER

*Towards a passage to TRL 8 of a vortex shaker type powder disperser*

J. LEGLISE (1), V. CRENN (1), D. LE DUR (1), F. GENSDARMES (2)

1. ADDAIR, Buc, France

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

**Correspondant** : j.leglise@addair.fr

### Résumé

La qualification et l'étalonnage d'instruments de mesure des aérosols nécessitent le recours à des moyens de génération stables, contrôlés et répétables. Si la plupart des générateurs ont besoin d'une source d'air comprimé, le système présenté ici possède l'avantage d'être auto-alimenté en air propre et sec, et portable. L'air sous pression est injecté verticalement à un débit compris entre 1 et 5 L/min jusque dans un réceptacle contenant la poudre à disperser. La poudre mise en suspension transite ensuite vers la sortie du générateur par l'intermédiaire d'un cône élutriateur. Ce générateur présente l'avantage d'utiliser de très faibles quantités de matière première et permet de délivrer des concentrations adaptées, notamment, aux tests des compteurs optiques. Le dispositif est agité à l'aide d'un moteur à masse oscillante dont la fréquence de vibration est réglable par l'utilisateur.

**Mots-clefs** : Générateur, poudre, vortex, portable

### Abstract

The qualification and calibration of aerosol measuring instruments require the use of stable, controlled and repeatable generation means. While most generators need a source of compressed air, the system shown here has the advantage of being self-supplied with clean, dry air, and portable. The pressurized air is injected vertically at a flow rate between 1 and 5 L/min into a receptacle containing the powder to be dispersed. The resuspended powder then passes to the generator outlet via an elutriator cone. This generator has the advantage of using a very small amount of powder and makes it possible to deliver concentrations suitable, in particular, for the tests of optical particle counters. The device is agitated by means of an oscillating mass motor whose vibration frequency is adjustable by the user.

**Keywords** : Generator, powder, vortex, portable

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28366

## P24 - EFFETS DES SURFACES MICRO-NANOSTRUCTUREES SUR L'IMPACTION MONODISPERSEE DE BILLES DE LATEX

### *Effects of micro-nanostructured surfaces on the impaction of monodispersed latex beads*

A. AL NAJJAR (1,2,3), F. MARTY (1), E. ALGRE (1), P. DIDIER (2), E. GEHIN (2), S. MOULARAT (3), C. MOTZKUS (3)

1. Univ Gustave Eiffel, ESYCOM, ESIEE Paris, Noisy le Grand, France

2. Univ Paris Est Creteil, CERTES, Créteil, France

3. Laboratoire microbiologie, CSTB, Marne-la-Vallée, France

**Correspondant** : antonella.alnajjar@esiee.fr

#### Résumé

L'objectif de cette étude est d'observer l'effet des surfaces micro-nanostructurées sur l'impaction monodispersée de billes de latex. Afin d'étudier cet effet, des surfaces d'intérêt ont été fabriquées à la salle blanche de l'ESIEE et un banc d'impaction a été mis en place au CSTB. Plusieurs paramètres influent sur le spot d'impaction des billes de latex lors de l'impaction tel que le temps d'impaction, le diamètre des billes de latex, et la structure des micropiliers. La caractérisation des surfaces avant et après impaction est effectuée à l'aide d'un microscope optique, permettant d'identifier les différents profils du spot d'impaction. Pour une surface plane de silicium (Si), un profil annulaire est obtenu en raison de l'effet de rebond lors des impactions. Cependant, cet effet peut être atténué en modifiant la structure de la surface d'impaction. Ainsi, lors des impactions sur des surfaces micro-nanostructurées, telles que le black silicium (bSi) ou des micropiliers, l'effet de rebond est limité et un spot de billes de latex est obtenu

**Mots-clefs** : impaction, billes de latex, micro-nanostructurées

#### Abstract

The objective of this study is to observe the effect of micro-nanostructured surfaces on the monodisperse impaction of latex beads. In order to study this effect, surfaces of interest have been fabricated in the ESIEE clean room and an impaction bench has been set up at CSTB. Several parameters influence the impaction spot of the latex beads during impaction such as the impaction time, the diameter of the latex beads, and the structure of the micropillars. The characterization of the surfaces before and after impaction is performed using an optical microscope, allowing to identify the different profiles of the impaction spot. For a flat silicon (Si) surface, an annular profile is obtained due to the important rebound effect during impactions. However, this effect can be mitigated by modifying the structure of the impaction surface. Thus, when impacting on micro-nanostructured surfaces, such as black silicon (bSi) or micropillars, the rebound effect is limited and a latex bead spot is obtained

**Keywords** : impaction, latex beads, micro-nanostructured

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28326

## P25 - OPTIMISATION DE LA METHODE DE PRELEVEMENT DE PARTICULES ULTRAFINES METALLIQUES PAR DES IMPACTEURS EN CASCADE

### *Optimization of a sampling method of metallic ultrafine particles by cascade impactors*

V. MATERA (1), N. GAUDEL (1), S. BAU (2)

1. Laboratoire d'Analyse Inorganique et de Caractérisation des Aérosols,
2. Laboratoire de Métrologie des Aérosols, Département Métrologie des Polluants,  
INRS, Vandoeuvre-lès-Nancy, France

**Correspondant** : virginie.matera@inrs.fr

#### Résumé

Les impacteurs en cascade permettent de déterminer, via l'analyse gravimétrique des supports, la distribution granulométrique en masse d'aérosols. L'aérosol généré sur un banc de fumées de soudage (BFS) a permis de déterminer l'influence sur le prélèvement de divers paramètres tels que la nature et la quantité du dépôt de graisse sur les supports de collecte pour plusieurs dispositifs. Quatre impacteurs en cascade ont été étudiés lors de ces essais (DLPI+, MARPLE, SIOUTAS et Minimoudi). Les résultats confirment l'intérêt du graissage des supports. Les conditions optimales de préparation des supports, afin de réaliser des prélèvements reproductibles, ont également été déterminées.

**Mots-clefs** : nanoparticules, distribution, impacteur, dépôts de graisse, DLPI+, MARPLE, SIOUTAS, Minimoudi

#### Abstract

Cascade impactors make it possible to determine, via gravimetric analysis of the supports, airborne particle mass size distribution. The aerosol generated by a welding fume setup was used to determine the influence on the sampling of various parameters such as the nature and quantity of the grease deposit on the collection supports for several devices. Four cascade impactors were studied during these tests (DLPI +, MARPLE, SIOUTAS and Minimoudi). The results confirm the benefit of lubricating the supports. The optimal conditions for preparing the supports, in order to carry out reproducible samples, were also determined.

**Keywords** : nanoparticles, distribution, impactor, grease deposit, DLPI+, MARPLE, SIOUTAS, Minimoudi

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-27970

## P26 - CARACTERISATION STRUCTURALE DE MEDIAS DE COLLECTE DE NANOPARTICULES PAR DIFFUSION ET MESURE EXPERIMENTALE DE LA PENETRATION

### *Structural properties determination and experimental penetration measurement of diffusion grids*

A. HOYOS (1,2), A. JOUBERT (2), S. BAU (1)

1. Laboratoire de Métrologie des Aérosols, INRS, Vandoeuvre-lès-Nancy, France

2. IMT Atlantique, GEPEA, CNRS UMR 6144, Nantes, France

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

#### **Résumé**

La distribution granulométrique des aérosols de nanoparticules compte parmi les paramètres d'importance dans la caractérisation des expositions professionnelles, et sa mesure requiert des techniques très coûteuses et délicates à mettre en œuvre sur le terrain. Dans le cadre du développement d'une solution alternative à ces méthodes reposant sur l'utilisation d'un couple sélecteur / détecteur, deux médias permettant la sélection diffusionnelle des particules submicroniques ont été caractérisés en laboratoire. Les propriétés structurales de ces médias, ainsi que la mesure expérimentale de leur efficacité de collecte, ont été utilisées pour alimenter des modèles théoriques et semi-empiriques de pénétration. Le modèle mathématique développé s'ajuste bien aux résultats expérimentaux de pénétration pour différents médias et permet de caractériser l'efficacité de collecte de toutes les particules indépendamment de leur morphologie.

**Mots-clefs** : diffusion, pénétration, nanoparticules

#### **Abstract**

The number size distribution of airborne submicrometer particles is one of the most important parameters for the characterization of occupational exposures, and its measurement involves expensive techniques that are not often suitable for workplace measurements. As part of the development of an alternative solution to these methods based on the combination of particle size selectors and a portable condensation particle counter, two media were characterized in the laboratory. The structural properties of these diffusion grids, as well as their experimental collection efficiency, were used to develop theoretical and semi-empirical models of penetration. The resulting mathematical model fits well to the experimental values for different velocities and allows characterizing the collection efficiency of particles regardless of their morphology.

**Keywords** : diffusion, penetration, nanoparticles

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28004

**P27 - ETUDE AU LABORATOIRE DES PERFORMANCES D'INSTRUMENTS DE  
MESURE EN TEMPS REEL DE LA CONCENTRATION MASSIQUE DES AEROSOLS :  
APPLICATION A UN AEROSOL MONODISPERSE DE SILICE**

*Laboratory study of the performances of direct-reading instruments for the  
measurement of aerosol mass concentration: application to a monodisperse silica  
aerosol*

S. BAU, V. KOEHLER, X. SIMON

Laboratoire de Métrologie des Aérosols, Institut National de Recherche et de Sécurité,  
Vandoeuvre-lès-Nancy, France

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

**Résumé**

La métrologie en temps réel (MTR) des polluants particuliers dans les atmosphères de travail s'est démocratisée ces dernières années et permet de répondre à de nombreux enjeux de prévention. Parmi les différentes familles d'instruments de MTR, les compteurs optiques de particules (COP) et les photomètres sont les seuls à mesurer la concentration massique des aérosols. Il existe aujourd'hui de nombreux appareils sur le marché, pour lesquels il demeure un déficit de connaissances concernant leurs performances. Ces travaux présentent les résultats obtenus pour deux photomètres et un COP vis-à-vis d'un aérosol d'essai monodispersé de silice. In fine, les connaissances acquises permettront d'élaborer des préconisations en matière de mise en oeuvre de la MTR pour la mesure de la concentration massique des aérosols au poste de travail.

**Mots-clefs** : métrologie temps réel, compteur optique de particules, photomètre

**Abstract**

The use of real-time metrology (RTM) of particulate pollutants in work atmospheres has increased in recent years and allows multiple prevention issues to be addressed. Among the different families of RTM instruments, optical particle counters (OPC) and photometers are the only ones to measure the mass concentration of aerosols. If there are many devices on the market, their performances still need to be investigated. This work presents the results obtained for two photometers and an OPC using a monodisperse silica test aerosol. Ultimately, the knowledge acquired in this study will help develop recommendations for the implementation of RTM to measure aerosol mass concentration at workplaces.

**Keywords** : real-time metrology, optical particle counter, photometer

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28009

## P28 - ETUDE EXPERIMENTALE DE LA REMISE EN SUSPENSION PARTICULAIRE PAR IMPACT DE JETS LIQUIDES CONTAMINES SUR UNE SURFACE

*Experimental study of airborne release by contaminated liquid jets impact onto a surface*

M. MBAYE (1,2), M. SOW (1), C. JOSSERAND (2)

1. Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), PSN-RES, SCA, LPMA, Gif-sur-Yvette, France
2. Laboratoire d'Hydrodynamique de l'Ecole polytechnique, Palaiseau, France.

**Correspondant** : modou.mbaye@irsn.fr

### Résumé

Le sujet de cette étude porte sur l'aérocontamination lié aux aérosols produits lorsqu'un jet de liquide circulaire contaminé impacte une surface solide. L'objectif de l'étude est de réaliser des expériences en laboratoire à échelle réduite et d'identifier les mécanismes qui sont à l'origine de la mise en suspension de gouttelettes secondaires évaporables lors de l'impact d'un jet de liquides. Les paramètres d'influence retenus sont : de la vitesse débitante et le diamètre du jet de liquide, ainsi que la hauteur d'impact du jet. Pour chaque essai, la masse totale d'aérosols collectés augmente par palier avec la vitesse. Une augmentation lente pour les faibles vitesses probablement dû aux mécanismes d'impact unique de gouttes et une augmentation plus rapide pour les fortes vitesses causées par les impacts multiples de gouttes. La taille des aérosols collectés est dans la gamme respirable, inférieure à 10  $\mu$ m. Ce travail devrait permettre à l'IRSN de disposer des éléments pour estimer le rejet potentiel de contaminant lors d'un scénario accidentel de chute de liquide contaminé.

**Mots-clefs** : impact de Jet, instabilité de Rayleigh Plateau, aérosols, gouttelettes secondaires.

### Abstract

The topic of this study is the aerocontamination related to aerosols produced when a contaminated circular liquid jet impacts a solid surface. The objective of the study is to carry out laboratory experiments on a reduced scale and to identify the mechanisms which are at the origin of the suspension of secondary evaporable droplets linked to the impact of a liquid jet. The parameters of influence retained are: the flow velocity and the diameter of the liquid jet, as well as the impact height of the jet. For each test, the total mass of aerosols collected increases in steps with the velocity. A slow increase for low velocities probably due to single drop impact mechanisms and a faster increase for high velocities caused by multiple drop impacts. The size of the collected aerosols is in the respirable range, below 10  $\mu$ m. This work should allow nuclear safety authorities to estimate the potential release of contaminant during a contaminated liquid drop accident scenario.

**Keywords** : jet impingement, Rayleigh Plateau instability, aerosols, secondary droplets.

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-27965

**SESSION IV : MICRO-CAPTEURS DEDIES A LA DETECTION  
TEMPS REEL DE PARTICULES**

*Présidents de séance : Dr François GAIE-LEVREL, Dr Benjamin SUTTER*

**DEVELOPPEMENT D'UN AEROSOL ATMOSPHERIQUE MODELE EN  
ENVIRONNEMENT CONTROLE POUR LA DETERMINATION DES PERFORMANCES  
METROLOGIQUES DE SYSTEMES CAPTEURS**

*Development of an atmospheric aerosol model in a controlled environment for  
determining the metrological performance of low cost sensors*

A. BESCOND, T MACÉ, F. GAIE-LEVREL

Laboratoire National de métrologie et d'Essais, Paris, France

**Correspondant** : alexandre.bescond@lne.fr

**Résumé**

Depuis une dizaine d'années, les systèmes capteurs ont fait leur apparition sur le marché et permettent d'améliorer la couverture spatio-temporelle pour la mesure de la pollution atmosphérique. Leur fiabilité et leur justesse sont des paramètres importants pour permettre de s'assurer de la pertinence de ces systèmes capteurs dans les réseaux de surveillance de la qualité de l'air. L'objectif de cette étude est de pouvoir évaluer les performances métrologiques de systèmes capteurs soumis à un aérosol atmosphérique modèle dans un environnement contrôlé.

**Mots-clefs** : systèmes capteurs, aérosol, métrologie, qualité de l'air

**Abstract**

over the last ten years, sensor systems have appeared on the market and have made it possible to improve the spatio-temporal coverage for measuring atmospheric pollution. Their reliability and accuracy are important parameters to ensure the relevance of these sensor systems in air quality monitoring networks. The objective of this study is to be able to evaluate the metrological performance of low cost sensors exposed to an atmospheric aerosol model in a controlled environment.

**Keywords** : low cost sensors, aerosol, metrology, air quality

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-27885

## EVALUATION DES PERFORMANCES DE MESURE DE MICRO-CAPTEURS DE PARTICULES A BAS COUTS VIS-A-VIS D'AEROSOLS DE NOAA

### *Performance assessment of low-cost particle sensors to measure NOAA aerosols*

B. SUTTER, A. BOIVIN, R. PAYET, V. KOEHLER, S. BAU, X. SIMON, O. WITSCHGER

Laboratoire de Métrologie des Aérosols, Institut National de Recherche et de Sécurité,  
Vandoeuvre-lès-Nancy, France

**Correspondant** : benjamin.sutter@inrs.fr

#### Résumé

Dans le cadre de travaux de recherche prénormatifs qui ont été engagés par le CEN/TC137 afin d'étudier l'application des micro-capteurs d'aérosols pour l'évaluation de l'exposition professionnelle aux NOAA, nous avons exposé six types de micro-capteurs à des aérosols produits à partir de neuf poudres différentes composées de Nano-Objets, Aggrégats et Agglomérats (NOAA). Une grande variabilité des réponses en fonction des aérosols générés est observée, quel que soit le type de micro-capteur, ne permettant pas de garantir une détermination précise des concentrations massiques (PM<sub>x</sub>) et numériques (PN<sub>x</sub>). Néanmoins, ces capteurs possèdent tous des réponses linéaires qui pourraient être calibrées vis-à-vis des aérosols mesurés.

**Mots-clefs** : Micro-capteur, NOAA, performance

#### Abstract

As part of prenormative research that was initiated by CEN / TC137 to study the application of aerosol micro-sensors for the assessment of occupational exposure to NOAAs, we have exposed six types of sensors to nine different powders constituted by Nano-Objects, Aggregates and Agglomerates (NOAA). A great variability of the responses in function of the powders generated was observed, whatever the type of sensor. It does not make it possible to guarantee a precise determination of the PM<sub>x</sub> and PN<sub>x</sub>. However, all these sensors have linear responses that can be calibrated regarding the measured aerosols.

**Keywords** : Low-cost sensor, NOAA, Performance

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-27952

## DEVELOPPEMENT DE CAPTEURS DE TYPE MEMS DEDIES A LA MESURE EN TEMPS REEL DE LA CONCENTRATION MASSIQUE EN AEROSOLS

### *Development of MEMS-type sensors dedicated to real-time measurement aerosol mass concentration*

P. DIDIER (1), U. SOYSAL (1), E. ALGRÉ (2), C. MOTZKUS (3), E. GÉHIN (2)

1. Univ Paris Est Creteil, CERTES, Creteil, France
2. Université Gustave Eiffel, ESYCOM (EA2552), ESIEE Paris, Noisy-le-Grand, France
3. CSTB, Marne-la-Vallée, France

**Correspondant** : pierre.didier@u-pec.fr

#### **Résumé**

De nos jours, la détection et la caractérisation des particules de l'air est un enjeu sociétal majeur. Des outils existent pour mesurer la contamination de l'air conformément aux directives et normes en vigueur. Cependant, malgré leurs performances élevées, ils ont des inconvénients tels que leurs encombrements, leurs coûts ou encore leurs impossibilités de réaliser des mesures en temps réel. Ainsi ce résumé présente un concept miniaturisé d'un système de détection et de suivi des particules dans l'air comprenant un micro-impacteur combiné à un capteur résonant de type MEMS. Les étapes permettant l'obtention de ce système ainsi que des résultats préliminaires de caractérisation de dépôt de particules seront présentés.

**Mots-clefs** : qualité de l'air, aérosols, MEMS, micro-impacteur

#### **Abstract**

Nowadays, the detection and characterization of air particles is a major societal issue. Tools exist to measure air contamination in accordance with the directives and standards. However, despite their high performance, they have disadvantages like their dimensions, their costs or their impossibility to carry out real-time measurements. Thus, this summary presents a miniaturized concept of a system for detecting and monitoring particles in the air comprising a micro-impactor combined with a resonant sensor of MEMS type. The steps allowing this system to be obtained as well as the preliminary results of particle deposition characterization will be presented.

**Keywords** : air quality, aerosols, MEMS, micro-impactor

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28276

## DEVELOPPEMENT DES CAPTEURS OEM NEXT-SENSOR DEDIES A LA SURVEILLANCE EN TEMPS REEL DE PARTICULES

*Development of OEM Next Sensor dedicated to real-time particle monitoring*

A. DUMAS (1), L. DEBARD (1), L. ALLOUL-MARMOR (2)

1. TERA Sensor, Rousset, France

2. Consultante indépendante, Paris, France

**Correspondant** : antoine.dumas@groupe-tera.com

### Résumé

La société TERA Sensor a développé une gamme de capteurs à bas coût, les NextSensor (NextPM, NextOPC, NextPM Lt) à des fins de surveillance de la qualité de l'air (air extérieur et intérieur, salles propres et environnements maîtrisés, etc...). Basés sur le principe de la diffusion de la lumière, ces capteurs se distinguent par leur technologie innovante associée à trois brevets, leurs performances et leurs dimensions. Cette présentation vise à décrire la technologie de ces capteurs et présenter différents résultats d'intercomparaison avec des appareils de référence en vue du développer de nouvelles technologies sur mesure.

**Mots-clefs** : Micro-capteurs, qualité de l'air, précision, particules fines, surveillance

### Abstract

TERA Sensor has developed a range of low-cost sensors, the NextSensor (NextPM, NextOPC, NextPM Lt) for air quality monitoring (outdoor and indoor air, cleanrooms and controlled environments, etc.). Based on the principle of light scattering, these sensors are distinguished by their innovative technology associated with three patents, their performance and their dimensions. This presentation aims to describe the technology of these sensors and present different intercomparison results with reference devices in order to develop new tailor-made technologies.

**Keywords** : Micro-sensors, air quality, accuracy, particulate matter, monitoring

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28457



## **SESSION V : METROLOGIE DES AEROSOLS**

*Présidents de séance : Dr Soleiman BOURROUS, Dr Olivier LE BIHAN*

## QUALIFICATION D'UN IMPACTEUR ANDERSEN AVEC L'AERODYNAMIC AEROSOL CLASSIFIER (AAC)

### *Qualification of an Andersen impactor with an Aerodynamic Aerosol Classifier (AAC)*

A. KORT, C. BODIOT, L. JUHEL-FAUVEL, F. GENSDARMES

Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN), PSN-RES, SCA, Gif-sur-Yvette, France

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

#### Résumé

Dans le cadre d'études expérimentales en lien avec l'aérodispersion de contaminants particulaires, il est important d'avoir une mesure robuste de la granulométrie des aérosols en termes de diamètre aérodynamique. L'impacteur Andersen, largement utilisé pour cette mesure, est simple d'utilisation. Il doit toutefois être qualifié et étalonné pour produire des données fiables, notamment en raison de son matériau de fabrication en aluminium, n'autorisant pas les mêmes performances d'usinage et de vieillissement que l'acier inox. Pour ce faire, des aérosols fluorescents étalons sont sélectionnés à l'aide d'un AAC. La concentration massique des dépôts sur les filtres de l'impacteur Andersen est déterminée par fluorimétrie. Enfin, les diamètres sélectionnés avec l'AAC sont comparés aux diamètres médians calculés à partir de l'analyse des données utilisant les diamètres de coupure des étages donnés par le constructeur et également ceux issus de la publication de Vaughan (1988). Ces derniers sont plus proches des diamètres de référence sélectionnés par l'AAC.

**Mots-clefs** : impacteur Andersen, AAC, fluorimétrie

#### Abstract

In the context of experimental studies on airborne dispersion of particulate contaminant, it is important to have a robust measurement of the aerosol size distribution in terms of aerodynamic diameter. Andersen impactor is widely used for this measurement. Nevertheless, it has to be qualified and calibrated to produce reliable data, especially because of its aluminum construction material that does not allow the same machining and aging performance as stainless steel. To do this, standard fluorescent aerosols are selected using the AAC. The mass concentration on the Andersen impactor filters is determined from fluorimetric measurements. The selected diameters with AAC are then compared to the median diameters calculated from data analysis using constructor's and Vaughan (1988) cut off diameters. These are closer to the reference diameters selected by the AAC.

**Keywords** : Andersen impactor, AAC, fluorimetry

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28008

## PROPOSITION D'UN PROTOCOLE DE VERIFICATION DES SPECTROMETRES AERODYNAMIQUES ET MISE EN ŒUVRE SUR 18 APPAREILS

*Proposal of a verification procedure of aerodynamic particle sizers and application  
to a set of 18 devices*

A. BOIVIN, S. BAU

Laboratoire de Métrologie des Aérosols, Institut National de Recherche et de Sécurité,  
Vandoeuvre-lès-Nancy, France

**Correspondant** : alexis.boivin@inrs.fr

### Résumé

Cette étude vise à proposer un protocole opérationnel pour vérifier, en laboratoire, les granulomètres aérodynamiques (APS, TSI modèles 3320 & 3321), qui permettent de mesurer la distribution granulométrique des aérosols entre 0,5 et 20  $\mu$ m. Associé à des critères de performance, le protocole a été appliqué à un ensemble de 18 spécimens d'APS, afin de s'assurer de l'applicabilité de la procédure proposée. Les résultats montrent des écarts entre les mesures issues des APS et les valeurs de référence, soulignant la nécessité de qualifier les performances des APS ainsi que la variabilité interspécimens.

**Mots-clefs** : APS, précision en taille, précision en concentration, protocole de vérification

### Abstract

This study aims at proposing an operational protocol to verify, in the laboratory, aerodynamic particle sizers (APS, TSI models 3320 & 3321), which allow the size distribution of aerosols to be measured in the range from 0.5 to 20  $\mu$ m. Associated with performance criteria, the protocol was applied to a set of 18 specimens of APS, in order to ensure the applicability of the procedure proposed. The results show discrepancies between the measurements and reference values, highlighting the need for qualifying the performances of APS as well as the inter-specimen variability.

**Keywords** : APS, sizing accuracy, concentration accuracy, verification protocol

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28010

## NOUVEAU DISPOSITIF POUR LE PRÉLÈVEMENT PERSONNEL DES AÉROSOLS SEMI-VOLATILS SUR LES LIEUX DE TRAVAUX

*New device for personal sampling of semi-volatile aerosols in the workplace*

N. REKEB (1,2), B. SUTTER (1), E. BELUT (1), C. BROCHARD (1), S. MELIN (1), E. GEHIN (2)

1. INRS, Vandoeuvre-lès-Nancy, France

2. Université Paris Est Créteil, CERTES, Créteil, France

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

### Résumé

Dans cet article, nous présentons un nouveau dispositif de Prélèvement Personnel des Aérosols Semi-volatils (PPAS), inspiré du principe de l'impacteur virtuel. Le dispositif permet de mesurer séparément la concentration massique des phases particulaire et vapeur d'un aérosol semi-volatile. Les performances du PPAS ont été évaluées par simulation numérique et validées par des tests expérimentaux menés dans un banc de génération d'aérosols organiques. L'efficacité de transmission du dispositif est supérieure à 86 % pour des particules de diamètre aérodynamique  $> 0,05 \mu\text{m}$  et atteint une valeur de 100 % pour les particules de diamètre aérodynamique compris entre 2 et  $20 \mu\text{m}$ . Le dispositif est portable avec une perte de charge maximale de 160 Pa compatible avec les capacités des pompes de prélèvement individuelles, permettant ainsi de réaliser des prélèvements de 8 h sur les lieux de travail.

**Mots-clefs** : Aérosols, semi-volatils, Efficacité de transmission, séparation dichotomique

### Abstract

In this article, we present a new device for sampling semi-volatile aerosols (PPAS), inspired by the virtual impactor concept. The device allows measuring separately the concentration of the particulate and vapour phases of a semi-volatile aerosol. The performances of the device were evaluated by numerical simulation and validated by experiments conducted in an organic aerosol generation test rig. The transmission efficiency of the device is higher than 86 % for particle aerodynamic diameters  $> 0.05 \mu\text{m}$  and reaches a value of 100% for particles aerodynamic diameters between 2 and  $20 \mu\text{m}$ . The PPAS device is portable with a maximum pressure drop of 160 Pa adapted to the performances of individual sampling pumps, thus allowing 8-hour sampling at the workplace.

**Keywords** : Aerosol, semi volatiles, transmission efficiency, dichotomous separation

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28153

## METHODE QUANTITATIVE DE CARACTERISATION DE LA MASSE A L'AIDE DE GRILLES TEM POUR L'EVALUATION DE L'EXPOSITION AUX PARTICULES SUBMICROMETRIQUES

### *Quantitative method of mass characterization using TEM grids for airborne submicrometric particle exposure assessment*

M. XIANG (1,2), M. MORGENEYER (1), F. PHILIPPE (1,2), C. BRESSOT (2)

1. Génie de procédés, Sorbonne Universités, Université de Technologie de Compiègne, Compiègne, France
2. Direction des Risques Chroniques, Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques, Verneuil-en-Halatte, France

**Correspondant** : maiqi.xiang@utc.fr

#### Résumé

Le travail présenté ici vise à proposer une nouvelle méthode quantitative pour caractériser les concentrations massiques élémentaires par échantillonnage de particules et TEM - EDS. Le principe est de collecter les particules en suspension dans l'air sur une grille TEM poreuse, puis d'y ajouter une certaine masse de particules de référence, et de déterminer les pourcentages relatifs de tous les éléments via l'EDS. Les résultats montrent que les écarts absolus entre les rapports de masse élémentaire théoriques et les rapports expérimentaux restent inférieurs à 8%. Cette approche assure la sécurité, l'adaptabilité et la praticabilité lors de l'évaluation du risque d'exposition aux matières dangereuses.

**Mots-clés** : quantification de masse, TEM-EDS, particule submicrométrique

#### Abstract

The work presented here aims to propose a new quantitative method to measure elemental mass concentrations via particle sampling and TEM-EDS. The principle is to collect airborne particles on a porous TEM grid, then add a certain mass of reference particles on it, and determine the relative percentages of all elements via EDS. Results show that the absolute deviations between the theoretical elemental mass ratios and the experimental ratios remain lower than 8%. This approach ensures safety, adaptability, and practicability when assessing the exposure risk of hazardous materials.

**Keywords** : mass quantification, TEM-EDS, submicrometric particle

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28162

## CALIBRATION D'UN NOUVEAU GRANULOMETRE TEMPS REEL SELECTIF POUR UN AEROSOL DE FLUORESCEINE

### *Calibration of a new real time and selective aerosol granulometer for fluorescein soda particles*

S. BOURROUS, A. KORT, F. GENSDARMES, C. PREVOST

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

**Correspondant** : soleiman.bourrous@irsn.fr

#### Résumé

Dans les installations industrielles où le risque de rejet de pollution particulaire à caractère radiologique, toxique ou biologique doit être surveillé, la réglementation impose la maîtrise des systèmes de filtration à très haute efficacité sur les émissaires. Pour cela, le recours à un aérosol fluorescent (principalement composé de fluorescéine sodée) est très souvent utilisé et proposé par certaines normes (NF EN ISO 16170 notamment).

À l'heure actuelle, les mesures de concentration d'aérosol fluorescent se font par prélèvement sur filtre et une analyse en différée est effectuée en laboratoire en appliquant le principe de fluorescence. Récemment, le SCA (Service du confinement et de l'aérodispersion des polluants) a développé un instrument de mesure en temps réel permettant la quantification sélective d'aérosols submicroniques de fluorescéine sodée (AEROFLU).

Cette communication présente la calibration de ce nouvel instrument à l'aide d'un banc expérimental utilisant un classificateur aérodynamique (AAC) pour la production d'aérosols étalons. Les mesures effectuées à l'aide du système AEROFLU seront comparées aux mesures effectuées par un SMPS.

**Mots-clefs** : calibration, concentration en masse, fluorescéine sodée

#### Abstract

In industrial installations where the risk of radiological, toxic or biological particulate release must be monitored, the regulations impose the control of high efficiency filtration systems on the exhaust. For this, the use of a fluorescent aerosol (mainly composed of sodium fluorescein) is often used and proposed by certain standards (NF EN ISO 16170 in particular).

At present, measurements of the concentration of fluorescent aerosol are carried out by sampling on a filter and off-line analysis is carried out in the laboratory by applying the principle of fluorescence. Recently, the SCA (Airborne Pollutants and Containment Department) developed a real-time measuring instrument allowing the selective quantification of submicron sodium fluorescein aerosols (AEROFLU).

This communication presents the calibration of this new instrument with an experimental bench using an aerodynamic classifier (AAC) for the production of standard aerosols. The measurements made using the AEROFLU system will be compared to those made by a SMPS.

**Keywords** : calibration, mass concentration, fluorescein soda

DOI : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28819

## DEPLOIEMENT EN MICROENVIRONNEMENT DE 2 PRELEVEURS CYCLONIQUES POUR L'ETUDE TOXICOLOGIQUE DE PARTICULES

### *Deployment in microenvironment of 2 cyclone samplers for the toxicological study of particles*

A. DELATER (1,3), B. BERTHELOT (1), L. MEUNIER (1), S. FABLE (1), M. DE MENDONÇA ANDRADE (1), O. LE BIHAN (1), J. QUERON (1), G. LACROIX (1), M. PLUMAIL (1), C. GAMEZ (1), K. BLAZY (1), M. FLOREANI (1), A. ALBINET (1), S. NGO (2), G. BRUN (2), H. CARRILHO

1. INERIS, Institut Nationale de l'Environnement industriel et des RISques, Verneuil-en-Halatte, France
2. SNCF Voyageurs – Ingénierie du Matériel – Agence d'Essai Ferroviaire, Vitry-sur-Seine, France
3. Université Paris Est Créteil et Université de Paris, CNRS, LISA, Créteil, France

**Correspondant** : ambre.delater@ineris.fr

#### Résumé

Les prélèvements de particules sur filtre ne permettent pas à l'heure actuelle d'étudier leurs effets toxicologiques correctement. En effet, pour effectuer des analyses *in vitro*, les particules doivent être désorbées du filtre pour être déposées sur des cellules. Or les étapes de désorption peuvent induire des modifications des propriétés physico-chimiques des particules. Une méthode de prélèvement alternative est donc recherchée. Les préleveurs de bioaérosols représentent de potentiels candidats pour cela, puisqu'ils collectent les particules sur d'autres supports que le filtre (e.g. directement dans un liquide). Deux préleveurs de bioaérosols (i.e. le Coriolis Micro et le Coriolis Compact - Bertin Instruments) ont été testés dans deux microenvironnements différents (i.e. quai et rame de train). Les résultats ont montré qu'il est possible de déployer de tels préleveurs sur le terrain et que les échantillons prélevés sont compatibles avec des tests *in vitro*. Toutefois, leur efficacité de prélèvement selon le diamètre des particules doit encore être caractérisée.

**Mots-clefs** : prélèvement, aérosol, tests *in vitro*, microenvironnement

#### Abstract

Particles sampling on filters does not enable to study their health effect without bias. To analyze particles with *in vitro* test, the particles must indeed be desorbed from filter and deposited on cells. Yet, the desorption steps may induce modifications of the physico-chemical properties of the particles. Thus, an alternative sampling method should be set-up. Bioaerosol samplers are potential candidates for this, since they collect particles on other media. Two bioaerosol samplers (i.e., Coriolis Micro and Coriolis Compact - Bertin Instruments) were tested in two different microenvironments (i.e., platform and train). The results showed that it is possible to deploy such samplers in real conditions and that the samples collected are compatible with *in vitro* tests. However, their sampling efficiency as a function of particle diameter still needs to be evaluated.

**Keywords** : sampling, aerosol, *in vitro* test, microenvironment

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-27912

## MISE EN PLACE ET CARACTERISATION D'UN BANC DE GENERATION D'AEROSOLS DE FIBRES D'AMIANTE A PARTIR DE MPCA

*Elaboration of an experimental device to produce airborne asbestos fibers from  
asbestos-containing products*

S. RITOUX, CH. MOTZKUS, CH. OLLIVIER, M. DRAGHI, D. SAMRI

Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Champs-sur-Marne, France

**Correspondant** : sebastien.ritoux@cstb.fr

### Résumé

Dans le cadre de la prévention du risque amiante, les innovations et programmes de recherche sont régulièrement orientés vers des systèmes de détection voire mesures rapides de l'amiante. La mise au point de tels systèmes constitue un enjeu pour la filière afin de sécuriser les travailleurs vis-à-vis de l'exposition à ces fibres minérales délétères. L'évaluation objective des performances de ces systèmes destinés à être déployés sur le terrain nécessitent de les confronter à des échantillons réalistes d'empoussièrement. C'est dans cette logique que le CSTB a développé un banc spécifique sécurisé permettant de produire des aérosols issus de sollicitations mécaniques de MPCA.

**Mots-clefs** : amiante, fibres, MPCA aerosol, empoussièrement réaliste, sollicitations mécaniques

### Abstract

Within the framework of asbestos risk prevention, innovations and research programs are regularly oriented towards systems for the detection or rapid measurement of asbestos.

The development of such systems is a challenge for the industry in order to protect workers from exposure to these hazardous mineral fibers. The objective evaluation of the performance of these systems, intended to be deployed in the field, requires to confront them with realistic dust samples. In this aim the CSTB has developed a specific secured bench allowing to produce aerosols resulting from mechanical sollicitations of asbestos-containing materials.

**Keywords** : asbestos containing products, fibers, aerosol, realistic dusting, mechanical stress

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28324

## DEVELOPPEMENT D'UNE CAVITE MULTI SPECTRALE COMPACTE POUR LA CARACTERISATION EMBARQUEE D'AEROSOLS

### *Development of a compact multi-spectral cavity for on-flight aerosol characterisation*

G. LEFEVRE, J. YON, M. MAZUR

UMR 6614 CORIA, INSA de Rouen, Saint Etienne du Rouvray, France

**Correspondant** : guillaume.lefevre@coria.fr

#### Résumé

Dans cette étude, une cavité optique multispectrale (405, 450, 520 nm) permettant la mesure d'extinction et de diffusion à 90° est développée. Cette cavité a pour but d'être miniaturisée et finalement embarquée sur un drone pour des mesures résolues temporellement et spatialement afin d'étudier les panaches de fumées ou pour le monitoring de la qualité de l'air. L'une des premières étapes de ce développement, et qui est l'objet de cette étude, est la mise en place de la cavité et son étalonnage. En effet, la détermination des coefficients de réflexion des miroirs constituant la cavité et la calibration des capteurs sont une étape cruciale pour la qualité des mesures. Pour ce faire, nous avons utilisé la génération d'un aérosol « étalon » (miniCAST) en laboratoire couplée à la théorie de Rayleigh-Debye-Gans pour les agrégats fractals (RDG-FA). A termes, cette cavité permettra d'obtenir des informations sur la fraction volumique, leur taille ainsi que des informations sur leurs propriétés optiques via la dépendance spectrale de l'indice optique.

**Mots-clefs** : Nanoparticules, Cavité optique multispectrale, RDG-FA

#### Abstract

In this study, a multispectral optical cavity (405, 450, 520 nm) allowing the measurement of extinction and scattering at 90° is developed. This cavity is intended to be miniaturized and eventually mounted on a UAV for temporally and spatially resolved measurements to study smoke plumes or for air quality monitoring. One of the first steps in this development, which is the subject of this study, is the design and commissioning of the cavity and its calibration. Indeed, the determination of the reflection coefficients of the mirrors constituting the cavity and the calibration of the sensors are a crucial step for the quality of the measurements. For this purpose, we used the generation of a "standard" aerosol (miniCAST) in the laboratory coupled with the Rayleigh Debye Gans for Fractal Aggregates (RDG-FA) theory. In the future, this cavity will provide information on the soot volume fraction, size and optical properties through the spectral dependence of the optical index.

**Keywords** : Nanoparticles, Multiwavelength optical cavity, RDG-FA

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-27943

## MESURE IN-SITU DE LA GÉNÉRATION DE SECONDE HARMONIQUE INDUITE PAR DES PARTICULES DE SUIE EXPOSÉES À LA LUMIÈRE D'UN LASER FEMTOSECONDE

*In-situ measurement of second harmonic generation induced by soot particles exposed to femtosecond laser light*

M. JORET, S. IDLAHCEN, M. MAZUR, J. YON

CORIA, UNIROUEN, INSA Rouen, Rouen, France

**Correspondant** : marek.mazur@coria.fr

### Résumé

La présente étude démontre l'aptitude de particules de suie en phase aérosol à générer un signal de seconde harmonique (SHG) après exposition à une source laser femtoseconde. Pour ce faire, une configuration optique a été développée et optimisée afin de mesurer de manière fiable et répétable des signaux SHG extrêmement faibles. Un soin particulier a été apporté à l'analyse et à l'exclusion d'une grande variété de sources d'erreurs, garantissant ainsi que les mesures correspondent bien à des signaux SHG induits par les particules. Les mesures effectuées dans une flamme laminaire prémélangée 1D ainsi que dans un champ électrique ont montré que l'intensité mesurée est liée quadratiquement à l'intensité de la lumière laser incidente, ce qui est caractéristique des phénomènes non linéaires mis en jeu. La mesure de SHG induite par ces particules ouvre des perspectives nouvelles de caractérisation des aérosols.

**Mots-clefs** : Optique non linéaire, génération de seconde harmonique, particules de suie, mesures in-situ

### Abstract

The present paper demonstrates the ability of soot particles in aerosol phase to generate Second Harmonic Generation (SHG) when exposed to a femtosecond laser pulse. For this purpose, an optical setup was developed and optimized in order to measure extremely weak SHG signals generated in a reliable and repeatable way. Particular care has been taken in order to analyze and exclude a large variety of potential sources of error, thereby ensuring that the measurements are indeed due to SHG in the particles. Measurements conducted in a 1D laminar premixed flame as well as in an electric field have shown that the measured intensity is linked quadratically to the incoming laser light intensity, which is characteristic of non-linear optics phenomena. This paves the way to new methods of aerosol characterization.

**Keywords** : Non-Linear Optics, Second harmonic generation, Soot particles, In-situ measurement

## **SESSION VI : AEROSOLS ATMOSPHERIQUES**

*Présidents de séance : Dr Benoit SAGOT, Dr Karine SARTELET*

## PROJET CAPNAV: CARACTERISATION DES EMISSIONS PARTICULAIRES DES NAVIRES

*CAPNAV project: Characterization of particle matter emitted by ships*

B. SAGOT (1), J. GAUDILLIER (1), A. JOUBERT (2), K. CHAILLOU (2), L. LE COQ (2), N. QUENTIN (3), A. LE CAMPION (4), V. COQUEN (5), D. PONS (6), F. COLSON (7)

1. ESTACA'LAB, ESTACA Campus Paris-Saclay, Montigny-le-Bretonneux, France
2. IMT Atlantique, GEPEA, CNRS UMR 6144, Nantes, France
3. ENSM, Le Havre, France
4. Compagnie maritime Penn ar Bed. 1ier éperon, Port de commerce, Brest, France
5. Brittany Ferries, Port du Bloscon, Roscoff, France
6. Chantiers de l'Atlantique, Saint-Nazaire, France
7. BEE DISTRIBUTION - Sous la Ville - Brehan, France

**Correspondant** : benoit.sagot@estaca.fr

### Résumé

En France, la contribution du transport maritime à la pollution atmosphérique apparaît comme faible si on considère des approches classiques d'inventaires d'émission. En revanche, cette pollution est localisée, en particulier dans des zones portuaires où les navires effectuent des manœuvres régulières. Parmi les polluants produits par les navires, on considère que les SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> et émission particules fines (PM) sont les trois polluants les plus problématiques en termes d'environnement et d'impact sur la santé. Ce projet CAPNAV soutenu par l'ADEME dans le cadre de l'appel à projet CORTEA vise à mieux quantifier et caractériser les émissions particulaires, en particulier dans les différentes phases de manœuvre des navires. Dans cette première partie du projet, nous avons réalisé deux campagnes de mesure à bord du Fromveur 2, un navire à passagers qui opère les liaisons régulières entre Brest et les îles du Ponant.

**Mots-clefs** : suie, particules diesel, émissions des navires

### Abstract

In France, the contribution of maritime transport to air pollution appears to be low if we consider conventional emission inventories approaches. On the other hand, this pollution is localized, especially in port areas where ships perform regular maneuvers. Among the pollutants produced by ships, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> and particulate matter (PM) emissions are considered to be the three most problematic pollutants in terms of environment and health impact. This CAPNAV project supported by ADEME as part of the CORTEA call for proposals aims to better quantify and characterize particulate emissions, particularly in the different phases of ship maneuvering. In this first part of the project, we carried out two measurement campaigns aboard the Fromveur 2, a passenger ship that operates regular connections between Brest and the Ponant Islands.

**Keywords** : soot, diesel particles, ship emissions

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28291

**DEVELOPPEMENT DE MECANISMES CHIMIQUES SEMI-EXPLICITES POUR LA  
MODELISATION DE LA FORMATION D'AEROSOLS ORGANIQUES SECONDAIRES  
DES SESQUITERPENES**

*Development of semi-explicit chemical mechanisms for modeling secondary  
organic aerosol formation from sesquiterpenes*

Z. WANG (1,2), F. COUVIDAT (2), K. SARTELET (1)

1. Centre d'Enseignement et de Recherche en Environnement Atmosphérique (CEREA), École des Ponts ParisTech,  
Marne-la-Vallée, France

2. Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS), Verneuil-en-Halatte, France

**Correspondant** : zhizhao.wang@enpc.fr

**Résumé**

Cet article présente deux schémas chimiques semi-explicites pour simuler la formation et le vieillissement des aérosols organiques secondaires biogènes (AOS) des bêta-caryophyllène (BCARY) dans des modèles de qualité de l'air à grande échelle. Les mécanismes sont créés à l'aide du GENerator of Reduced Organic Aerosol Mechanisms (GENOA) à partir de la réduction du schéma de dégradation BCARY du Master Chemical Mechanism (MCM v3.3.1) quasi-explicite. Comparé au mécanisme MCM de référence, le mécanisme semi-explicite méc. I (méc. II) réduit le nombre de composés d'aérosol de 356 à 14 (10) avec une erreur moyenne de 2% (4%) sur les concentrations d'aérosols organiques.

**Mots-clefs** : sesquiterpène, aérosol organique secondaire, modélisation de la qualité de l'air, mécanisme chimique réduit

**Abstract**

This paper presents two semi-explicit chemical mechanisms for simulating the formation and aging of secondary organic aerosols (SOA) from Beta-caryophyllene (BCARY) in large-scale air-quality models. The mechanisms are reduced by the GENerator of Reduced Organic Aerosol Mechanisms (GENOA) from the BCARY degradation mechanism of the near-explicit Master Chemical Mechanism (MCM v3.3.1). Compared to the MCM mechanism, the reduced schemes mech. I (mech. II) reduces the number of aerosols from 356 to 14 (10) with an average error of 2% (4%) on organic aerosol concentrations.

**Keywords** : sesquiterpene, secondary organic aerosol, air quality modeling, reduced chemical mechanism

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-27984

## SIMULATION D'ATMOSPHERES URBAINES MULTIPHASIQUES POUR L'ETUDE DES EFFETS SUR LA SANTE : ANALYSE QUALITATIVE DES AEROSOLS ORGANIQUES SECONDAIRES GENERES

### *Multiphasic Urban Atmosphere Simulation to Study the Health Impacts: Qualitative Analysis of Generated Secondary Organic Aerosols*

E. ALMARJ (1), P. COLL (1), A. GRATIEN (1), T. BERTIN (1), M. CAZAUNAU (1), E. PANGUI (1), A. BERGÉ (1), C. GAIMOZ (1), M. BLAYAC (2), S. LANONE (2)

1. Université de Paris and Univ Paris Est Creteil, CNRS, LISA, Paris, France

2. IMRB - Inserm U955, Faculté de Médecine de Créteil, Créteil, France

**Correspondant** : elie.almarj@lisa.ipsl.fr

#### Résumé

L'exposition aux polluants atmosphériques engendre des impacts sanitaires chez l'homme, manifestés par des effets aigus ou chroniques. Il s'agit essentiellement d'altérations de la fonction respiratoire, qui se traduisent notamment par l'augmentation du risque de mortalité prématurée. Afin d'étudier les effets sur la santé de cette pollution, nous utilisons la chambre expérimentale de simulation atmosphérique multiphasique CESAM (Créteil, France), dans le cadre d'une plateforme, dénommée PolluRisk, destinée à exposer des modèles précliniques et des cellules à des atmosphères simulées. La réalisation de simulation réaliste d'épisodes de pollution atmosphérique représentatifs de cas urbains dans CESAM permet la génération de polluants secondaires sous l'action d'irradiation artificielle, y compris des aérosols organiques secondaires qui font l'objet de différentes analyses en cours de réalisation.

**Mots-clefs** : Pollution atmosphérique, Impact sanitaire, Aérosols organiques secondaires, Chambre de simulation

#### Abstract

Exposure to atmospheric pollutants lead to health impacts on humans, manifested by acute or chronic effects. These are essentially alterations in the respiratory function which can be clearly seen as an increased risk of premature mortality. In order to study the health impacts of such pollution, we use the atmospheric simulation chamber CESAM (Créteil, France), as part of a platform known as PolluRisk, dedicated to expose preclinical models and cells to simulated atmospheres. Realistic simulation of air pollution episodes representative of urban cases in CESAM allows the generation of secondary pollutants under the action of artificial irradiation, including secondary organic aerosols which are the subject of various analyses in progress.

**Keywords** : Atmospheric pollution, Health impact, Secondary organic aerosols, Simulation chamber

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28294

## SIMULATION MULTI-ECHELLE DES PARTICULES PRIMAIRES ET SECONDAIRES SUR PARIS: UNE ANALYSE A L'ECHELLE DE LA RUE

### *Multi-scale simulation of primary and secondary particles in Paris: a street-resolution analysis*

L. LUGON (1,2,3), K. SARTELET (1), Y. KIM (1), O. CHRETIEN (2)

1. CERA, Ecole des Ponts ParisTech, EDF R&D, Marne-la-Vallée, France
2. Ville de Paris Direction des Espaces Verts et de l'Environnement, Paris, France
3. Institut Max Planck de Météorologie, Hamburg, Allemagne

**Correspondant** : [lya.von-marttens@mpimet.mpg.de](mailto:lya.von-marttens@mpimet.mpg.de)

#### Résumé

Dans cette étude les concentrations des particules primaires et secondaires sont simulées pendant toute l'année 2014 dans les principales rues de Paris avec une chaîne de modèles multi-échelles, et avec une paramétrisation revisitée pour estimer les émissions hors échappement du trafic. Les concentrations des polluants réglementés concordent bien avec les observations en site de fond urbain et trafic. Quel que soit la saison, les concentrations de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, carbone suie et composés organiques anthropiques sont plus élevées dans les rues que dans le fond urbain d'un facteur 2,5 à 3 pour le carbone suie et les composés organiques anthropiques). Les concentrations sont les plus élevées durant les saisons froides (automne et hiver), à cause des émissions de particules et précurseurs par le chauffage résidentiel, et de la condensation des composés semi-volatils, favorisée par les basses températures. Les composés organiques biogéniques et inorganiques des particules présentent de faibles gradients de concentrations entre le fond urbain et les rues, mais ils sont aussi sensibles aux variations saisonnières et météorologiques.

**Mots-clefs** : simulations multi-échelle, polluants primaires et secondaires, exposition de la population, conditions météorologiques

#### Abstract

In this study the concentrations of primary and secondary particles are simulated throughout the year 2014 in the main streets of Paris with a chain of multi-scale models. A revised parameterization is used to estimate non-exhaust emissions. The concentrations of regulated pollutants over the whole year agree well with the observations. Regardless of the season, the concentrations of PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, black carbon and anthropogenic organic compounds are higher in the streets than in the urban background (by a factor 2.5 to 3 for black carbon and anthropogenic organic compounds). The concentrations are the highest in the cold seasons (autumn and winter), because of emissions of particles and precursors by residential heating, and of the condensation of semi-volatile compounds, favored by low temperatures. Biogenic and inorganic organic particles exhibit low concentration gradients between the urban background and the streets, but they are also sensitive to seasonal and meteorological variations.

**Keywords** : multi-scale simulations, primary and secondary pollutants, population exposure, weather conditions

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-27962

## FORMATION DE PARTICULES PAR SECHAGE EN GOUTTES : OBSERVATION DE L'EVOLUTION MORPHOLOGIQUE ET MESURE DU DIAMETRE AERODYNAMIQUE

*Particle formation via droplet drying: observing morphological evolution and measuring aerodynamic diameter*

DAN HARDY (1), JIM WALKER (1), PASCAL LEMAITRE (2), JONATHAN REID (1)

1. School of Chemistry, Univeristy of Bristol, Bristol, Royaume-Uni

2. PSN-RES, SCA, LPMA, IRSN, Gif-sur-Yvette, France

**Correspondant** : dan.hardy@bristol.ac.uk

### Résumé

In this article we study the influence of the drying kinetics of a droplet on the morphological characteristics of the particles produced, with the aim of modeling the aerodynamic properties of the aerosols thus formed.

We present the development of a new device making it possible to analyze in detail the evaporation of droplets, from their production to the formation of a dry particle, including the nucleation of the first crystals. This experiment makes it possible to study the evaporation of the drops with a temporal resolution lower than a microsecond, and thus to detect very precisely, by image analysis, the deduction of the crystallization. We present a first study carried out on an inorganic salt and which shows, depending on the drying conditions, a wide variety of particle morphologies.

**Mots-clefs** : séchage par atomisation, cristallisation, cinétique d'évaporation, morphologie

### Abstract

An investigation into the relationship between factors governing droplet drying and resultant particle morphologies, with a specific interest in the aerodynamic properties of dried particles.

This work describes a new Falling Droplet Column (FDC), which offers the capability to analyze in detail the entire evaporative lifetime of individual droplets, from generation to dry particle formation, with capability for sub-microsecond temporal resolution and subsequent offline analysis of dried particles by SEM. A comparison of evaporative profiles and resulting morphologies produced in a range of conditions for different inorganic salts is presented. We will explore the specific crystallization events through detailed imaging of aerosol droplets.

**Keywords** : spray drying, droplet crystallisation, evaporation kinetics, particle morphology

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-28397

## PRELEVEMENT SEQUENTIEL DE PRECIPITATION POUR L'ETUDE DE DEPOT HUMIDE D'AEROSOLS

### *Sequential sampling of precipitation to study aerosols wet deposition*

T. AUDOUX (1), B. LAURENT (1), S. CHEVAILLIER (2), A. FÉRON (1), E. PANGUI (2), F. MAISONNEUVE (2), S. TRIQUET (1), G. NOYALET (1), O. LAURET (2,3), P. ZAPF (2), F. HUET (3)

1. Université de Paris et Univ Paris Est Creteil, CNRS, LISA, Paris, France

2. Univ Paris Est Creteil et Université de Paris, CNRS, LISA, Créteil, France

3. Univ Paris Est Creteil, CNRS, ENPC, Université de Paris, OSU-EFLUVE, Créteil, France

**Correspondant** : thomas.audoux@lisa.ipsl.fr

#### Résumé

Cet article présente la mise en place d'une méthode de prélèvement séquentiel à haute fréquence de dépôt humide d'aérosols atmosphériques. Cette stratégie de collecte doit permettre de suivre l'évolution des concentrations de fractions solubles et insolubles collectées successivement au cours d'un même évènement de pluie. Ces mesures pourront permettre d'étudier la contribution relative des différents mécanismes d'incorporation des particules atmosphériques sous le nuage et dans le nuage par la pluie.

**Mots-clefs** : Dépôt humide, aérosol, prélèvement séquentiel

#### Abstract

This article presents the development of a high frequency sequential sampling method of atmospheric aerosol wet deposition. The sampling strategy allows us to study the evolution of both soluble and insoluble fractions of rain collected successively during a single event. Based on these measurements, the relative contribution of the different mechanisms of incorporation of atmospheric particles by the rain (washout and rainout) will be investigated.

**Keywords** : Wet deposition, aerosol, sequential sampling

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2022-27942



## EXPOSANTS & PARTENAIRES



## ADDAIR

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)

### EXPOSANT

*ADDAIR est un spécialiste reconnu de la mesure de la qualité de l'air et de la métrologie des aérosols et gaz dans l'environnement et à l'émission.*

*L'expertise de ses collaborateurs vous fournit un accompagnement et un conseil de qualité pour déterminer les solutions techniques les plus adaptées à vos applications.*

*ADDAIR vous forme, installe les équipements sur site et assure le service après-vente de votre instrumentation.*

*ADDAIR possède un parc analytique étoffé, utilisé pour des prestations d'études ou de locations pour le développement et la conception de ses produits propres.*



## AIRINSPACE

14 rue Jean Monnet  
78990 ELANCOURT

FRANCE

Tél. : +33 (0)1 30 07 01 01

Fax : +33 (0)1 30 07 01 03

Email : [contact@airinspace.com](mailto:contact@airinspace.com)

Site Web : [www.airinspace.com](http://www.airinspace.com)

### EXPOSANT

*AIRINSPACE® est une société française spécialisée dans la gestion du risque infectieux lié à l'environnement (air et surface). Nous développons, fabriquons et commercialisons entre autres des purificateurs d'air mobiles pour les hôpitaux et les ERP.*

*Leur efficacité est démontrée scientifiquement et cliniquement et répond aux normes nationales et internationales. Nos produits ont le label Origine France Garantie.*



**°Catalytic Instruments**  
hot technologies • clean solutions

## BERTIN INSTRUMENTS

10 bis avenue Ampère  
78180 MONTIGNY LE BRETONNEUX

FRANCE

Tél. : +33 (0)1 39 30 60 00

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

Email : [event@bertin-instruments.com](mailto:event@bertin-instruments.com)

Site Web : [www.bertin-instruments.fr](http://www.bertin-instruments.fr)

### EXPOSANT

*BERTIN TECHNOLOGIES, filiale du Groupe CNIM, s'appuie sur sa longue expérience d'ingénierie et d'innovation pour développer, produire et commercialiser dans le monde entier des systèmes et des instruments.*

*La gamme d'instrumentation de BERTIN TECHNOLOGIES est portée par la marque BERTIN INSTRUMENTS qui propose des solutions innovantes de mesure et d'échantillonnage pour des marchés à forte valeur ajoutée.*

## CATALYTIC INSTRUMENTS GmbH&CoKB

Zellerhornstrasse 7  
83026 ROSENHEIM

ALLEMAGNE

Tél. : +49 8031 901777-0

Fax : +49 8031 901777-5

Email : [info@catalytic-instruments.com](mailto:info@catalytic-instruments.com)

Site Web : [www.catalytic-instruments.com](http://www.catalytic-instruments.com)

### EXPOSANT

*CATALYTIC INSTRUMENTS est une société allemande spécialisée dans l'instrumentation innovante des aérosols basée sur la technologie du stripper °Catalytique. Le stripper °Catalytique contient un élément catalytique chauffé utilisé pour éliminer la fraction semi-volatile d'un aérosol.*

*Les produits comprennent CS015, CS08, CS10 et CS15 pour des débits compris entre 1,5 et 15 lpm. Notre filtre à vapeur °Catalytique convertit les gaz d'échappement nocifs des CPC en air et en eau propres. Un nouveau produit est le générateur de particules d'argent, qui génère des particules d'argent de 2 à 80 nm de taille et de concentration reproductibles.*



## DURAG France

147 avenue Paul Doumer  
92500 RUEIL-MALMAISON

FRANCE

Tél. : + 33 (0)1 41 29 04 60

Fax : +33 (0)1 41 29 04 68

Email : [info@fr.durag.com](mailto:info@fr.durag.com)

Site Web : [www.durag.com](http://www.durag.com)

### EXPOSANT

*DURAG conçoit et fabrique des équipements haute technologie dans les domaines de la combustion et de la surveillance environnementale.*

*Grace à ses solutions GRIMM, DURAG accompagne ses clients dans les domaines de la recherche concernant les aérosols, l'environnement, l'industrie et les lieux de travail.*

*Détection précise des particules en suspension dans l'air de 0,8 nanomètre à 35 microns.*

## ENVICONTROL

54 Route de Sartrouville  
78230 LE PECQ

FRANCE

Tél. : +33 (0)1 39 76 14 19

Email : [info@envicontrol.com](mailto:info@envicontrol.com)

Site Web : [www.envicontrol.com](http://www.envicontrol.com)

### EXPOSANT

*ENVICONTROL distribue des instruments d'analyse de gaz et de poussières, ainsi que les systèmes d'acquisition et gestion des données, pour des secteurs d'activités variés.*

*La valeur ajoutée d'ENVICONTROL réside dans le service à la clientèle, que ce soit dans l'étude, la proposition de solutions adaptées aux besoins spécifiques, ou l'accompagnement du matériel durant toute sa durée de vie.*

# HORIBA



Location Vente Métrologie

## HORIBA

14 boulevard Thomas Gobert  
91120 PALAISEAU

FRANCE

Tél : +33 (0)1 69 74 72 00

Email : [info-sci.fr@horiba.com](mailto:info-sci.fr@horiba.com)

Site Web : [www.horiba.com](http://www.horiba.com)

### EXPOSANT

*Les aérosols représentent une part importante de la pollution dans l'air et sont donc particulièrement étudiés.*

*La société HORIBA, spécialisée dans l'instrumentation environnementale, met à disposition des industriels et des sites de recherches des solutions analytiques pour le suivi de ces polluants et ce notamment par la vente d'analyseurs en ligne pour la mesure d'aérosols (taille/concentration/masse particulaire et composition élémentaire).*

## LVM' AIR

9 bis rue du Val  
27430 SAINT ETIENNE DU VAUVRAY

FRANCE

Tél. : +33 (0)6 37 37 89 59

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

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

### EXPOSANT

*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)*



## SISTEC

1040 rue Saint Alban  
38200 VIENNE

FRANCE

Tél. : +33 (0)4 74 56 17 17

Fax : +33 (0)4 74 87 26 35

Email : [contact@sistec-instrumentation.com](mailto:contact@sistec-instrumentation.com)

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

### EXPOSANT

*SISTEC est une société française qui propose une large gamme de solutions pour l'analyse de gaz pour la mesure environnementale, le contrôle de procédé et les applications en santé et sécurité.*

*SISTEC assure aussi la mise en service, la formation et le service après-vente des instruments que nous fournissons. Aujourd'hui nous avons étoffé notre gamme et proposons des solutions pour le comptage de particules ultrafines et ce dès 1 nanomètre de diamètre avec Airmodus.*

## 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.techsystemes.fr](http://www.techsystemes.fr)

### EXPOSANT

*TECH SYSTEMES accompagne les exploitants nucléaires, les industriels et les laboratoires de recherche pour garantir un échantillonnage aérosols et gaz fiable.*

*Grâce à ses connaissances scientifiques et normatives ainsi qu'aux expériences vécues depuis plus de 25 ans, TECH SYSTEMES réalise :*

- des calculs aérauliques par simulation pour comprendre les flux d'air
  - des études de dimensionnement des lignes de prélèvement (géométrie, taux de transmission particulière, plan CAO ...)
  - la fourniture des équipements accompagnés des dossiers Qualité
  - la fourniture de bancs d'essai aérauliques, d'enceintes confinées et de prototypes
- Les acteurs industriels et de la Recherche choisissent de travailler avec TECH SYSTEMES pour l'écoute et la compréhension attentives de leurs besoins, pour ses apports en conseil et en solutions sur mesure.*

*Nous vous donnons avec plaisir rdv pour visiter nos moyens d'étude et de recherche.*



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)

### PARTENAIRE

*La société TSI est un leader international dans la mesure des aérosols. Elle apporte son expertise à la recherche scientifique et aux applications industrielles comme la combustion, les nanoparticules, la filtration de l'air, la qualité de l'air et la métrologie.*



**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)



**DURAG GROUP**



**HORIBA**





# Spécialiste de la mesure de la qualité de l'air et de la métrologie des aérosols et gaz

## Services

- Fourniture d'équipements de mesure de la qualité de l'air
- Formation et installation sur site
- Service après-vente
- Recherche et développement
- Prestation de mesures / études
- Accompagnement et conseil

A large banner featuring the word "ADD AIR" in a bold, white, sans-serif font. The text is centered and set against a background of a sky with soft, white clouds, suggesting a clean and fresh atmosphere.

## Secteurs

- Environnement
- Physique des aérosols
- Emission automobile / aéronautique
- Emission industrielle / cheminée
- Hygiène industrielle / atmosphère contrôlée
- Test de filtration

## Instruments

- Analyseurs
- Préleveurs
- Générateurs
- Systèmes de dilution
- Bancs d'essais

Forte de son expertise technique, la société Addair se caractérise par sa réactivité et sa disponibilité. Nous avons établi une relation de confiance avec de nombreux partenaires académiques, institutionnels et industriels.



BP 70207 - 189 Rue Audemars - 78530, Buc, France  
+33 (0)9 86 22 20 30  
contact@addair.fr  
www.addair.fr



ISO 9001 : 2015



N° 2020/89856.1