



FIAP Paris  
30, rue Cabanis  
75014 PARIS

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

19 et 20 mars 2024

## Programme et Résumés des communications



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



remercie pour leur soutien, ses Exposants Partenaires au CFA 2024



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



Retrouvez leurs activités p.69 et suivantes.

# **37<sup>ème</sup> Congrès Français sur les Aérosols**

19 et 20 mars 2024

## **Programme et Résumés des communications**





Bienvenue à toutes & tous au congrès annuel CFA2024 qui se tient les 19 et 20 mars au FIAP Paris !

Cette **37<sup>ème</sup> édition du CFA** constitue à nouveau une opportunité unique pour les chercheurs, ingénieurs, doctorants, post-docs et industriels de se rencontrer et d'échanger autour des recherches dans les différents domaines de la Science des Aérosols.

Cette année, vous allez pouvoir assister à **40 communications**, en plus des deux conférences plénières. La première des conférences plénières portera sur une branche de l'Intelligence Artificielle qui est l'apprentissage profond. Spécialiste en morphologie mathématique et ses applications au traitement du signal et de l'image, le **Docteur Velasco-Forero** du Centre de Morphologie Mathématique de Mines Paris – PSL nous emmènera explorer les nouvelles perspectives et nouveaux défis, notamment en lien avec la science des aérosols. Lors de la deuxième conférence plénière, vous aurez le plaisir d'écouter la **Docteure Claudia Di-Biagio** du Laboratoire Interuniversitaire des Systèmes Atmosphériques (LISA) sur un thème clé qui est l'impact des aérosols dans le système climatique. Spécialiste des propriétés optiques, elle nous fera notamment découvrir la plateforme expérimentale CESAM, labellisée « Instrument National » de l'Institut national des sciences de l'Univers du CNRS, également labellisée par l'infrastructure ACTRIS de recherche européenne, en support des recherches sur le climat et la qualité de l'air.

Les communications orales du CFA2024 s'articulent autour de six thèmes, le premier faisant écho à la première conférence plénière et le dernier thème, à la seconde conférence plénière :

- Application de l'Intelligence Artificielle à la Science des Aérosols
- Filtration, procédés et Physique des Aérosols
- Métrologie, Caractérisation des Sources d'Aérosols
- Aérosols et Environnements
- Bioaérosols
- Aérosols issus de combustion.

Comme nous l'organisons depuis 2015, une session flash « 180 secondes avec poster » vient compléter la série des communications orales. Cette session comprend **10 présentations** couvrant les différents thèmes ci-dessus. Il est important de rappeler que depuis l'origine selon l'esprit du Conseil d'Administration, il n'y a pas de hiérarchie entre les communications orales classiques et les communications de la session flash, et que les deux types de communication sont publiés sur internet avec l'attribution d'un DOI.

L'ASFERA décerne depuis 1998 le prix Jean Bricard et depuis 2021 le prix André Renoux.

Le **prix Jean Bricard** récompense un jeune chercheur en cours de thèse de doctorat qui, par son travail, apporte une contribution significative et originale dans le domaine de la Science des Aérosols. Cette année, malheureusement pour la 4<sup>ème</sup> fois depuis sa création, le Conseil d'Administration ne décernera pas ce prix. Le **prix André Renoux** récompense quant à lui, une communication de la session « 180 secondes avec poster » dont le fond et la forme sont les mieux mis en valeur. Il est décerné par un comité spécifique présidé par le Dr François Gaie-Levrel. Ce prix sera remis dans l'après-midi de la deuxième journée.

Comme chaque année, quelques mots sur l'European Aerosol Assembly (EAA) dont l'ASFERA est un des 6 membres fondateur, et est maintenant au côté de 11 autres associations nationales :

- L'Asfera occupe encore pour six mois la présidence tournante de l'EAA et ce, jusqu'à la conférence EAC 2024 en août prochain à Tampere.
- Lors de la réunion du bureau de l'EAA qui s'est déroulée durant l'EAC 2023 à Malaga, nous avons eu le plaisir d'accueillir officiellement et pour la première fois l'Icelandic Aerosol and Dust Association (IceDust)
- Les prochaines conférences européennes et internationales fixées sont les suivantes :
  - EAC 2024, Tampere (Finland), 25-30 août, 2024
  - EAC 2025, Lecce (Italy), 31 août - 5 septembre, 2025
  - IAC 2026, TXi'an (China)
  - EAC 2027, Ljubljana (Slovenia)
- Pour 2028, plusieurs associations préparent un dossier de candidature.

Par ailleurs, depuis environ deux ans, il existait au sein de l'EAA une réelle volonté de faciliter l'accès et de promouvoir le partage au plus grand nombre des avancées publiées de la recherche scientifique en Science des Aérosols. C'est ainsi qu'en phase avec le développement de ladite « voie dorée du libre accès » (en anglais le *gold open access*), l'EAA a souhaité créer une nouvelle revue avec l'éditeur de publications scientifiques en libre accès Copernicus Publications. Cette **nouvelle revue « Aerosol Research » (AR)** est une **revue scientifique internationale** à but non lucratif **dédiée à la publication et au débat public d'études de haute qualité sur tous les aspects de la recherche liée aux aérosols**. Dans ce contexte, l'Asfera invite tous ses membres à considérer dès à présent cette nouvelle revue pour vos publications futures. Aerosol Research est disponible à l'adresse suivante : [www.aerosol-research.net](http://www.aerosol-research.net)

Le FIAP, lieu unique et convivial au cœur de Paris, nous accueille pour la 11<sup>ème</sup> fois. Comme l'année dernière, en plus de l'Auditorium, vous pourrez profiter pleinement de la salle Rio où sont localisés l'ensemble des exposants et les posters, mais aussi où se tiennent les pauses café et le cocktail. Nous sommes convaincus que vous saurez apprécier cette configuration.

Tout d'abord, un très grand merci à Laure Alloul-Marmor que vous connaissez toutes et tous, et dont l'engagement, l'efficacité, la disponibilité et l'écoute n'est plus à démontrer pour l'organisation de notre congrès. Et en plus toujours avec le sourire !

Le CFA n'aurait pas du tout la même saveur sans la présence, le soutien et la confiance de nos nombreux exposants partenaires. Nous sommes vraiment ravis de vous avoir avec nous. Un très grand merci !

La vie de l'Asfera et son congrès doit aussi beaucoup aux membres du Conseil d'Administration et du Comité local d'organisation. Merci à vous et à votre investissement, vos propositions toujours pertinentes.

Enfin, nous tenons à vous remercier toutes et tous pour votre participation, votre fidélité et votre engagement à rendre si dynamique notre événement national et notre communauté scientifique et technique pluridisciplinaire. Car tout l'enjeu de notre conférence annuelle est bien de promouvoir les recherches en Science des Aérosols et mettre en évidence leurs dynamiques et ses acteurs !

En cette fin d'hiver, nous vous souhaitons un beau congrès, de nombreuses discussions, mais aussi de nouvelles rencontres, des brassages d'idées et pourquoi pas l'émergence de projets dont vous viendrez parler dans les années à venir !



Olivier Witschger

Vice-président et Secrétaire Général de l'ASFERA

## COMITE SCIENTIFIQUE DU CFA 2024

Le Conseil d'Administration de l'ASFERA joue également le rôle de comité scientifique du congrès. Il 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, Conseil & Expertise

### 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, AIRPARIF

Docteur Olivier LE BIHAN, LB Environnement

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 2024

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

Docteur Isabelle HARBELOT, CERTES, Université Paris Est – Créteil

Docteur Amir BOULBAIR, CERTES, Université Paris Est – Créteil

Julian LEDUC, CSTB/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)



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

19 et 20 mars 2024

FIAP Paris, 30 rue Cabanis 75014 PARIS

### PROGRAMME

(Auditorium, sous-sol)

Mardi 19 mars 2024

9h00 – 9h05 Introduction par le Pr Evelyne GEHIN, Présidente de l'ASFERA

9h05 – 9h45 **CONFÉRENCE PLÉNIÈRE : Apprentissage profond : Nouvelles perspectives et nouveaux défis**  
par le Dr Santiago Velasco-Forero p.12

#### APPLICATION DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE A LA SCIENCE DES AEROSOLS

PRESIDENTS DE SEANCE : Dr Jeanne MALET, Dr Santiago VELASCO-FORERO

9h45 – 10h00 **Caractérisation des aérosols supermicroniques sur des surfaces bruitées par apprentissage profond**

S. Papine-Paktoris, J. Malet, P. Querre, S. Blusseau, S. Velasco-Ferero p.14

10h00 – 10h15 **Aérotape : Détection en temps réel des pollens d'ambroisie par microscopie optique** p.15

S. Bonnefond, R. Bernard, Y. Pratt, D. Filippi, B. Guinot, A. Reynaud, D. Baisnée, R. Sarda-Estève

10h15 – 10h30 **Identification de pollens par imagerie haute résolution et méthodes d'apprentissage profond**

A. Candassamy, A. Caplier, J. Chanussot, R. Sarda-Estève, D. Baisnée, A. Pouthier, D. O'Connor, B. Guinot p.16

10h30 – 10h45 **L'IA pour l'analyse des aérosols radioactifs**

A. Roblin, G. Dougniaux, J. Baccou, S. Velasco-Forero p.17

10h45 – 11h15 **PAUSE CAFÉ – VISITE DE L'EXPOSITION** (Salle Rio, sous-sol)

#### FILTRATION, PROCÉDES ET PHYSIQUE DES AEROSOLS

PRESIDENTS DE SEANCE : Pr Dominique THOMAS, Dr Jean-Pascal BORRA

11h15 – 11h30 **Influence d'une distribution de fibres multimodale sur la perméabilité de médias fibreux**

E. Cabaset, A. Charvet, N. Bardin-Monnier, D. Thomas p.20

11h30 – 11h45 **Dispositifs pour le piégeage passif des particules fines en environnement extérieur**

T.-H. Trinh, C. Pham, J.M. Nhut, F. Vigneron, C. Vieville, N. Reiminger, X. Jurado, H. Ba, T. Romero, L. Truong-Phuoc, N. Hertel, C. Legorgeu, L. Vidal, C. Pham-Huu p.21

11h45 – 12h00 **Filtration HEPA dans les systèmes intelligents de filtration de l'air de l'habitacle pour véhicules**

C. Krautner, J. Migaud, T. Siegele, M. Lehmann p.22

12h00 – 12h15 **Procédé plasma assisté par aérosol : Comment contrôler l'interaction plasma-gouttelettes ?**

M. Feron, V. Orlandi, R. Clergereaux p.23

12h15 – 12h30 **Une nouvelle approche pour améliorer les modèles de remise en suspension en milieu de gaz raréfié**

A. Louchami, A. Sellier, F. Gensdarmes p.24

12h30 – 14h15 **DEJEUNER**

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

**METROLOGIE, CARACTERISATION DES SOURCES D'AEROSOLS**  
**PRESIDENTS DE SEANCE** : Dr Xavier SIMON, Dr François GAIE LEVREL

- 14h15 – 14h30 Comparaison inter-laboratoires dédiée aux mesures de distributions granulométriques d'aérosols au moyen de compteurs optiques**  
S. Bau, V. Crenn, S. Jacquinet, C. Debert, D. Petitprez, L. Leclerc, A. Miffre, A. Rose, A. Tomas, A. Kort, D. Hébert, A. Joubert, F. Deschamps, S. Ritoux, L. Ait Ali Yahia, F. Gaie-Levrel p.26
- 14h30 – 14h45 Comparaison des concentrations massiques d'aérosols mesurées par 6 photomètres dans une atmosphère professionnelle de teillage du lin**  
X. Simon, A. Boivin, M. Pfrimmer, R. Payet, V. Matera, N. Gaudel, S. Bau p.27
- 14h45 – 15h00 Vers la mesure de poussières minérales avec l'Aérotape, un analyseur d'aérosols IoT basé sur l'analyse d'image**  
A. Reynaud, P.-Y. Quéhé, R. Bernard, D. Filippi, R. Sarda-Esteve, J. Sciare, B. Guinot p.28
- 15h00 – 15h15 Modélisation de l'influence des aérosols non radioactifs sur la mesure des moniteurs CAM**  
M.-D. M'Hayham, G. Dougniaux, X. Mougeot, B. Sabot p.29
- 15h15 – 15h30 Régénération de surface de silicium après impaction monodispersée de billes de latex et d'Arizona Dust**  
P. Didier, E. Algré, Y. Damerджи, F. Marty, S. Ritoux, E. Géhin p.30
- 15h30 – 16h00 PAUSE CAFÉ – VISITE DE L'EXPOSITION** (*Salle Rio, sous-sol*)
- 16h00 – 16h15 Relargage de nano-objets, leurs agrégats et agglomérats depuis les masques (RENAAME) : validation d'une méthode de « criblage » pour l'identification des éléments Ti et Ag dans les masques**  
F.-X. Ouf, S. Chazelet, G. Favre, N. Feltn, V. Lemarinier, V. Godefert, N. Lambeng, J. Mast, J. Noireaux, C. Oster, S. Pacault, X. Poisson, C. Wouters p.31
- 16h15 – 16h30 Etude expérimentale pour la mesure du taux d'émission des aérosols émis durant une procédure de trachéotomie**  
A.-C. D'Alicandro, E. Géhin, P. Haen, T. Perin, J. Malet, C. Prevost, J. Richard, L. Ait Ali Yahia p.32
- 16h30 – 16h45 Etude expérimentale des aérosols générés par explosif**  
N. Lecysyn, P. Lemaître p.33

**AEROSOLS ET ENVIRONNEMENTS**

**PRESIDENTS DE SEANCE** : Dr Alain MIFFRE, Pr Denis PETITPREZ

- 16h45 – 17h00 Rôle de la taille et de l'indice optique de l'aérosol désertique dans son aptitude à rétrodiffuser la lumière : expérience de laboratoire à 180.0°**  
A. Miffre, D. Cholleton, P. Rairoux p.36
- 17h00 – 17h15 Détermination des indices complexes de réfraction d'aérosols : du FIR à l'UV**  
M. Chehab, H. Herbin, D. Petitprez, S. Gosselin, V. Bizet p.37
- 17h15 – 17h30 Propriétés intrinsèques et biologiques comparées de particules (PM10) issues de l'air intérieur : particules domestiques versus particules d'enceintes ferroviaires souterraines**  
V. André, I. Pottier, C. El Hajjar, V. Seguin, T. Rogez, H. Carrilho p.38
- 17h30 – 17h45 Profils types journaliers des concentrations en particules dans les enceintes ferroviaires souterraines parisiennes**  
V. Rakotonirijanahary, S. Crumeyrolle, M. Bogdan, B. Hanoune p.39
- 17h45 – 18h00 Analyse temporelle des concentrations de pesticides dans l'air breton : un aperçu historique des mesures**  
K. Guillaume, O. Cesbron, N. Bonvallot, O. Le Bihan p.40

**18h COCKTAIL**

(*Salle Rio, sous-sol*)

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

## 19 et 20 mars 2024

FIAP Paris, 30 rue Cabanis 75014 PARIS

## PROGRAMME

(Auditorium, sous-sol)

Mercredi 20 mars 2024

- 9h00 – 9H05 Introduction par le **Dr François GENSDARMES**, Vice-Président de l'ASFERA
- 9h05 – 9h45 **CONFÉRENCE PLÉNIÈRE : Propriétés optiques spectrales des aérosols absorbantes – de la simulation de laboratoire aux effets sur le climat et apport à la télédétection**  
 Par le **Dr Claudia Di Biagio**, P. Formenti, J. Heuser, L. Fayad, C. Baldo, P. Alalam, M. Cazaunau, E. Pangui, A. Bergé, B. Picquet Varrault, J. F. Doussin p.42

### PRESENTATIONS FLASH : « 180 SECONDES » AVEC POSTER

PRESIDENT DE SEANCE : Dr François GENSDARMES, Vice-Président ASFERA

- 9h45 – 9h48 Introduction aux présentations flash et à la session Posters
- 9h48 – 9h51 **P1 - Appauvrissement de panache de particules par dépôt sec sur un couvert rural homogène : quantification in situ par la méthode de double traçage gaz/particules**  
 P. Rouspard, E. Dupont, D. Hebert, O. Connan, A. Faucheux, Y. Lefranc, B. Carissimo, D. Maro, P. Laguionie p.44
- 9h51 – 9h54 **P2 - Caractérisation d'injecteurs aéronautiques par diffraction laser et mesures lidar**  
 C. Ledent, B. Dejean, C. Laurent, O. Rouzaud, R. Ceolato p.45
- 9h54 – 9h57 **P3 - Mesure directe de la dispersion de gouttelettes dans une enceinte avec un photomètre à flamme pour aérosols à haute sensibilité**  
 J. Pongetti, K.-J. Hoffman, C.-D. Nickolaus p.46
- 9h57 – 10h00 **P4 - Granulométrie par extinction de gouttelettes générées par explosif**  
 N. Lecysyn, A. Rivière p.47
- 10h00 – 10h03 **P5 - Réduction de modèle pour la dynamique des aérosols**  
 O. Jacquot, V. Ehlacher, G. Stoltz, T. Lelièvre, K. Sartelet p.48
- 10h03 – 10h06 **P6 - Création de grandes particules d'argent frittées à l'aide d'un générateur de particules d'argent amélioré et d'une étape de frittage**  
 V. Berger, H.-J. Schulz, A. Boies, A. Wu, J. Swanson p.49
- 10h06 – 10h09 **P7 - Travaux d'intercomparaison visant à harmoniser la validation des méthodes de prélèvement et d'analyse des bioaérosols**  
 P. Loison, L. Alonso, C. Coulais, C. Dziurla, C. Pogner, L. Piglmann, N. Turgeon, X. Simon p.51
- 10h09 – 10h12 **P8 - Application de la PCR quantitative à l'évaluation de l'exposition des travailleurs aux bioaérosols**  
 L. Alonso, P. Loison p.52
- 10h12 – 10h15 **P9 - Conception d'un tunnel de bioaérosolisation pour l'expérimentation sur le terrain**  
 F. Lucas, A. Simons, R. Girault, C. Therial, F. Binet p.53
- 10h15 – 10h18 **P10 - Agents biologiques aéroportés : du réservoir aux effets sur la santé**  
 P. Duquenne p.54

10h20 – 10h45 **PAUSE CAFÉ – VISITE DE L'EXPOSITION** (Salle Rio, sous-sol)

10h45 – 11h45 **SESSION POSTERS** (Salle Rio, sous-sol)

## BIOAEROSOLS

PRESIDENTS DE SEANCE : Pr Françoise LUCAS, Dr Philippe DUQUENNE

- 11h45 – 12h00** Evaluation de différents milieux de culture généralistes pour le dénombrement des bioaérosols dans l'air des lieux de travail  
L. Alonso, P. Loison, L. Albers, C. Coulais, C. Dziurla p.56
- 12h00 – 12h15** Optimisation de la méthode de mesure des endotoxines dans l'air des lieux de travail : Validation sur le terrain  
P. Loison, L. Alonso, C. Coulais, C. Dziurla, L. Albers, O. Witschger, X. Simon p.57
- 12h15 – 12h30** Lévitacation acoustique pour l'étude de la persistance des bioaérosols respiratoires  
J. Leduc, J. Mark Vyskocil, G. De Jesus Ferreira, T.-L. Ha, E. Robine, L. Ait Ali Yahia, E. Géhin p.58
- 12h30 – 14h30** **DEJEUNER**
- 14h30 – 14h45** Mesure des poussières, des microorganismes et de l'ammoniac dans l'air des unités de méthanisation-compostage : zones concernées par la polyexposition et corrélation entre les paramètres mesurés  
P. Battais, F. Clerc, J. Kunz-Iffli, J. Grosjean, N. Monta, P. Duquenne p.59
- 14h45 – 15h00** Impact de l'essuyage des fromages sur l'aérosolisation des communautés microbiennes dans les caves d'affinage en conditions expérimentales  
R. Fantelli, C. Delbes, P. Battais, S. Lechene, P. Duquenne p.60
- 15h00 – 15h15** Microbiote associé aux brouillards de fluide de coupe  
A. Simons, C. Therial, R. Levilly, P. Duquenne, B. Facon, A. Pedros, V. Renevot, I. Colina Moreno, F. Lucas p.61
- 15h15 – 15h25** **PRIX JEAN BRICARD ET PRIX ANDRE RENOUX DU MEILLEUR POSTER**
- 15h25 – 15h45** **PAUSE CAFÉ – VISITE DE L'EXPOSITION** (*Salle Rio, Sous-sol*)

## AEROSOLS ISSUS DE COMBUSTION

PRESIDENTS DE SEANCE : Dr Cyprien JOURDAIN, Pr Jérôme YON

- 15h45 – 16h00** Correction de l'auto absorption dans les mesures de diffusion angulaire de la lumière par les particules de suie  
M. Littin, G. Lefevre, M. Mazur, A. Fuentes, J. Yon p.64
- 16h00 – 16h15** Amplification de l'absorption des suies atmosphériques induite par la morphologie de la phase revêtue condensée  
C. Jourdain, Y. Wang, D. Neubauer, J. Symonds, U. Lohmann, A. Boies p.65
- 16h15 – 16h30** Développement d'un banc d'essai pour la caractérisation du processus d'oxydation de nanoparticules de suie  
G. Lefevre, M. Littin, M. Mazur, J. Yon p.66
- 16h30 – 16h45** Les fumées d'incendies de forêt canadiens influencent la qualité de l'air dans la couche limite planétaire en Europe  
T.Q. Hu, P. Goloub, E. Bourriane, E. Freney, R. Dupuy, V. Riffault p.67
- 16h45 – 16h55** **CONCLUSION DU CONGRES PAR LA PRÉSIDENTE DE L'ASFERA**

**17h FIN DU CFA2024**

**CONFERENCE PLENIERE**

**Dr Santiago VELASCO-FORERO**

## APPRENTISSAGE PROFOND : NOUVELLES PERSPECTIVES ET NOUVEAUX DEFIS

### *Deep learning: New perspectives and new challenges*

S. Velasco-Forero

Centre for Mathematical Morphology, MINES ParisTech, Paris, France

**Correspondant** : Santiago Velasco-Forero (santiago.velasco@minesparis.psl.eu)

#### **Résumé**

Au cours de la dernière décennie, les techniques fondées sur l'apprentissage profond ont connu une utilisation croissante dans l'analyse d'images, de vidéos et de sons, s'attaquant ainsi à des tâches qui, pendant de nombreuses années, étaient exclusivement réservées à la perception humaine. Cette présentation met en lumière certains aspects visant à expliquer les performances exceptionnelles de ces méthodes dans les tâches supervisées, et plus récemment, dans les tâches génératives. De plus, elle illustre certaines limites inhérentes à ces méthodes, tout en examinant certaines des pistes de recherche actuellement explorées au sein de la communauté de l'intelligence artificielle.

**Mots-clés** : Intelligence artificielle, Apprentissage profond, analyse d'images

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2024-40225

**APPLICATION DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE A LA SCIENCE DES AEROSOLS**

*Présidents de séance : Dr Jeanne MALET, Dr Santiago VELASCO-FORERO*

## CARACTERISATION DES AEROSOLS SUPERMICRONIQUES SUR DES SURFACES BRUTEES PAR APPRENTISSAGE PROFOND

### *Characterization of supermicronic aerosol on noisy surfaces by deep learning*

S. Papine-Paktoris (1,2), J. Malet (2), P. Querre (3), S. Blusseau (4), S. Velasco (4)

1. École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris (ESPCI Paris), Paris, France
2. Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), PSN-RES/SCA/LEMAC, Saclay, France
3. Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), PSN-RES/SA2I/LIE, Saint-Paul-lez-Durance, France
4. Mines Paris, Université PSL, Centre de Morphologie Mathématique (CMM), Fontainebleau, France

**Correspondant** : Jeanne Malet (jeanne.malet@irsn.fr)

#### Résumé

Cette étude présente une méthode novatrice utilisant la microscopie optique et des techniques avancées de vision par ordinateur pour étudier le dépôt d'aérosols sur des surfaces complexes, telles que celles des gaines de ventilation. Le dispositif expérimental comprend un microscope optique motorisé et autofocus et propose l'utilisation d'un réseau de neurones convolutif, en l'occurrence le réseau Cellpose, pour traiter les images acquises. Les résultats montrent une performance élevée du réseau, surpassant même celle d'humains non expérimentés dans l'annotation des images. La comparaison entre la granulométrie obtenue par le réseau et celle mesurée expérimentalement révèle une bonne corrélation, bien que la méthode globale (incluant le réseau et l'extrapolation 3D) présente une surestimation de la masse des particules. Ces avancées offrent des perspectives prometteuses pour l'étude automatisée des aérosols supermicroniques déposés sur des surfaces variées.

**Mots-clefs** : Réseau de neurones, apprentissage profond, CNN, dépôt

#### Abstract

This study presents an innovative method using optical microscopy and advanced computer vision techniques to investigate aerosol deposition on complex surfaces, such as the ones of a ventilation duct. The experimental setup includes a motorized and autofocus optical microscope and the use of a convolutional neural network, Cellpose, to process the acquired images. The results demonstrate a high performance of the network, surpassing even that of inexperienced human annotators. The comparison between the particle size distribution obtained by the network and experimentally measured data reveals a good correlation, although the global method tends to overestimate particle mass. These results are promising for the analysis of supermicron aerosols deposited on various surfaces.

**Keywords** : neural network, deep learning, CNN, deposition

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38938

## AEROTAPE : DETECTION EN TEMPS REEL DES POLLENS D'AMBROISIE PAR MICROSCOPIE OPTIQUE

*Aerotape : real-time detection of ambrosia pollen by optical microscopy*

S. Bonnefond (1), R. Bernard (1), Y. Pratt (1), D. Filippi (1), B. Guinot (1), A. Reynaud (1), D. Baisnée (2), R. Sarda-Estève (2,3)

1. OBERON SCIENCES SAS, Villard-Bonnot, France

2. Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, CEA-CNRS, Saint-Aubin, France

3. Climate and Atmosphere Research Center, The Cyprus Institute, Aglantzia, Nicosia, Cyprus

**Correspondant** : Sylvain Bonnefond (sylvain.bonnefond@oberon.one)

### Résumé

En raison du réchauffement climatique, il est attendu que les concentrations de pollens soient plus élevées avec une saison pollinique plus longue, intensifiant par conséquent la gravité des symptômes causés par les allergies associées aux pollens. Cette problématique concerne particulièrement les espèces invasives comme l'ambrosie (Lake, 2017). Dans ce contexte, il existe un besoin réel de densifier les réseaux d'observation et géolocaliser les sources polliniques pour évaluer la propagation de ces espèces invasives, prévenir les symptômes de polypose, avec des instruments automatiques à coûts raisonnables qui identifient rapidement la présence de ces grains de pollen. La méthode standardisée et actuelle est la collecte de grains de pollens présents dans l'air par impaction à l'aide d'un piège pollinique. Les échantillons récoltés subissent un traitement chimique pour être ensuite analysés au microscope optique par un palynologue qui quantifie les grains de pollens. Cette analyse palynologique est cependant un processus lent, laborieux et coûteux. Dans ce contexte, nous avons cherché à développer une chaîne analytique complète et automatisée de mesures, entraînable pour la reconnaissance et le comptage des grains de pollens, inspirée de la norme actuelle EN 16868-19. Pour cela, nous avons utilisé une nouvelle approche combinant plusieurs outils analytiques comme la collecte des pollens, une acquisition numérique directe des images et la reconnaissance des pollens par apprentissage profond. Notre dispositif (Aer?tape) a été conçu pour éviter le temps passé par les palynologues sur les analyses en différé, suivre les concentrations de pollens en continu, augmenter le nombre de données, et densifier le nombre de sites d'observation. Notre étude se concentre sur le suivi temporel des concentrations de pollens d'ambrosie dont les données seront intercomparées avec celles d'un capteur Hirst afin de valider notre méthodologie et évaluer les performances de l'Aer?tape.

**Mots-clefs** : pollens, ambrosie, instrumentation, temps réel

### Abstract

Due to global warming, pollen concentrations are expected to be higher with a longer pollen season, thereby intensifying the severity of symptoms caused by pollen-associated allergies. This problem particularly concerns invasive species such as ragweed (Lake, 2017). In this context, there is a real need to densify observation networks and geolocate pollen sources to study the dispersion of these invasive species, prevent symptoms of polyposis, with automatic instruments at reasonable costs which quickly identify the presence of these pollen grains. The current standardized method is the collection of pollen grains present in the air by impaction using a pollen trap. The collected samples undergo chemical treatment and are then analyzed under an optical microscope by a palynologist who quantifies the pollen grains. This palynological analysis, however, is a slow, laborious and expensive process. In this context, we sought to develop a complete and automated analytical chain of measurements, trainable for the recognition and counting of pollen grains, inspired by the current standard EN 16868-19. We used a new approach combining several analytical tools such as pollen collection, direct digital acquisition of images and pollen recognition by deep learning. Our device (Aer?tape) was designed to avoid the time spent by palynologists on delayed analyses, monitor pollen concentrations continuously, increase the number of data, and densify the number of observation sites. Our study focuses on the temporal monitoring of ragweed pollen concentrations, the data of which will be intercompared with those of a Hirst sensor in order to validate our methodology and evaluate the performance of the Aerotape.

**Keywords** : pollen, ambrosia, instrumentation, real-time

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38937

## IDENTIFICATION DE POLLENS PAR IMAGERIE HAUTE RESOLUTION ET METHODES D'APPRENTISSAGE PROFOND.

### *Pollen identification using high resolution imaging and deep learning methods*

A. Candassamy (1,5), A. Caplier (1), J. Chanussot (1), R. Sarda-Esteve (2,3), D. Baisnee (2), A. Pouthier (4),  
D. O'Connor (5), B. Guinot (6)

1. GIPSA Lab, CNRS – Grenoble INP – Université Grenoble Alpes, Saint-Martin-d'Hères, France

2. Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, CEA-CNRS, Saint-Aubin, France

3. Climate and Atmosphere Research Center, The Cyprus Institute, Aglantzia, Nicosia, Cyprus

4. Hamamatsu photonics, Massy Palaiseau, France

5. School of Chemical Sciences, Insight SFI Research Centre for Data Analytics, Dublin City University, Ireland

6. Oberon Sciences, Villard-Bonnot, France

**Correspondant** : Anandaramane Candassamy (anandaramane.candassamy@oberon.one)

### Résumé

À ce jour, en raison du changement climatique, les allergies aux pollens et les maladies respiratoires associées constituent un problème majeur de santé publique. Dans un avenir proche, il est attendu que les concentrations de pollen soient plus élevées avec une saison pollinique plus longue, ce qui augmentera la gravité des symptômes. Cela sera particulièrement vrai en raison de l'invasion de plantes du sud vers le nord de l'Europe comme par exemple le pollen d'*Ambrosia artemisiifolia* communément appelé Ambroisie. Dans ce contexte, il existe un réel besoin d'identifier quotidiennement les grains de pollens en suspension dans l'air en utilisant des méthodes temps réel pour prévenir les symptômes de polyposse et évaluer la propagation d'espèces invasives. Pour répondre à ce besoin, la méthode standardisée actuelle est la collecte de grains de pollen présents dans l'air par impaction à l'aide d'un piège à spores muni d'un ruban adhésif. L'échantillon récolté subit un traitement chimique pour être ensuite analysé par microscopie optique par un palynologue. Cependant, l'analyse palynologique pour détecter et quantifier les grains de pollen sur des lames de microscope colorées est un processus lent et laborieux. Dans ce contexte, nous avons cherché à développer une chaîne analytique complète et automatisée et entraînable pour la reconnaissance et le comptage des grains de pollen en s'inspirant de la norme actuelle. Pour cela nous avons utilisé une nouvelle approche qui combine plusieurs outils comme la digitalisation et l'apprentissage profond. Ce dispositif a été conçu pour éviter le temps passé par les palynologues au microscope afin d'augmenter le nombre de sites d'observations. Nos résultats ont montré qu'après la numérisation de lames écoles concernant 16 pollens différents, notre processus peut identifier les différents pollens sur 100% de la surface de la lame avec une erreur maximale sur l'espèce de 3% en moins de 2 heures.

**Mots-clefs** : Changement climatique, Aerobiologie, Pollens, Apprentissage profond

### Abstract

Climate change, pollen allergy and associated respiratory diseases are major public health issues. In the future, higher pollen concentrations and a longer pollen season are expected and this will increase the severity of allergy symptoms. Equally, the spread of invasive species such as *Ambrosia artemisiifolia* (commonly named ragweed) from the south to Northern Europe is of concern, as it will disperse highly allergic pollen to new susceptible populations. In this context, there is a real need to identify airborne pollen grains on a daily basis using off-line and on-line methods to mitigate pollinosis symptoms. The current standardized method used is the collection of airborne pollen grains using a Hirst type trap which impacts pollen (and other particles) onto an adhesive tape, which is subsequently analyzed by a chemical treatment and manual microscopy by a palynologist. However, to detect and quantify pollen grains (palynological analysis), on standard colored glass microscope slides is a slow and a laborious process. In this context, the aim is to develop an automated trainable system for the recognition and the counting of pollen grains. This new approach utilizes several deep learning tools on digitalized slides. The system has been designed to avoid the time spent by palynologists on the microscope, to considerably increase the number of observations sites. The results showed that after the model was trained on test slides for 16 separate pollen taxa it can recognize pollens on 100% of the surface of the slide with a maximum error of 3% on the species in less than 2 hours.

**Keywords** : Climate change, Health, Aerobiology, Pollen, Deep Learning

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38843

## L'IA POUR L'ANALYSE DES AEROSOLS RADIOACTIFS

### *AI for radioactive aerosols analysis*

A. Roblin (1), J. Baccou (2), G. Dougniaux (1), S. Velasco-Forero (3)

1. Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), PSN-RES/SCA/LPMA, Saclay, France
2. Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), PSN-RES/SEMIA/LSMA, Saint-Paul-lez-Durance, France
3. CMM - MINES ParisTech, Fontainebleau, France

**Correspondant** : Arthur Roblin (arthur.roblin@irsn.fr)

#### Résumé

Dans les installations nucléaires, la surveillance obligatoire de la contamination aéroportée est opérée par des instruments dédiés qui collectent les aérosols sur un filtre, mesurent la radioactivité déposée et déclenchent une alarme lorsqu'un seuil prédéterminé en activité est dépassé. Cette mesure et donc les alarmes sont très influencées par les variations en taille et concentration des aérosols. Afin de contourner cette difficulté, nous nous intéressons à l'apport de l'intelligence artificielle pour obtenir de l'information sur la granulométrie des aérosols et sur la présence d'émetteurs alpha artificiels, à partir d'un spectre. L'objectif final est de réduire le taux de fausses alarmes.

**Mots-clefs** : intelligence artificielle, aérosols, radioactivité

#### Abstract

In nuclear facilities, the mandatory monitoring of airborne contamination is carried out by dedicated instruments that collect aerosols on a filter, measure the deposited radioactivity and trigger an alarm when a predetermined activity threshold is exceeded. This measurement, and hence the alarms, are highly influenced by variations in aerosol size and concentration. In order to overcome this difficulty, we are interested in using artificial intelligence to obtain information on aerosol granulometry and the presence of artificial alpha emitters, based on a spectrum. The ultimate aim is to reduce the false alarm rate.

**Keywords** : artificial intelligence, aerosols, radioactivity

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38916



**FILTRATION, PROCÉDES ET PHYSIQUE DES AÉROSOLS**

*Présidents de séance : Dr Jean-Pascal BORRA, Pr Dominique THOMAS*

## INFLUENCE D'UNE DISTRIBUTION DE FIBRES MULTIMODALE SUR LA PERMEABILITE DE MEDIAS FIBREUX

### *Influence of multimodal fiber diameter distribution on the permeability of fibrous media*

E. Cabaset, A. Charvet, N. Bardin-Monnier, D. Thomas

Université de Lorraine, CNRS, LRGP, Nancy, France

**Correspondant** : Elise Cabaset (elise.cabaset@univ-lorraine.fr)

#### Résumé

L'objectif de cette étude est d'estimer les perméabilités de médias fibreux constitués d'une distribution multimodale de diamètres de fibres. Des microstructures tridimensionnelles ont été générées à l'aide du logiciel Geodict (2022), avec des compacités variant de 0,01 à 0,20 et des diamètres de fibres s'étendant de 1,5  $\mu\text{m}$  à 30  $\mu\text{m}$ , suivant des distributions bimodales, trimodales, quadrimodales et décamodales. L'approche classique de prédiction de la perte de charge consiste à assimiler ces structures fibreuses complexes à des structures constituées d'un seul diamètre de fibres. S'il existe déjà dans la littérature scientifique, différentes corrélations permettant d'estimer le diamètre équivalent de telles structures fibreuses, aucune ne semble en mesure de prédire précisément la perméabilité lorsqu'elles sont combinées au modèle d'Happel modifié. Les perméabilités obtenues par simulation numérique ont ainsi permis d'introduire une nouvelle expression de diamètre équivalent et d'aboutir à une meilleure prédiction de la perméabilité d'une distribution multimodale de fibres.

**Mots-clefs** : média fibreux, perméabilité, polydispersité, simulation

#### Abstract

The objective of this study is to estimate the permeabilities of fibrous media composed of a multimodal distribution of fiber diameters. Three-dimensional microstructures were generated using Geodict (2022) software, with packing density varying from 0,01 to 0,2 and fiber diameters ranging from 1,5  $\mu\text{m}$  to 30  $\mu\text{m}$ , representing bimodal, trimodal, quadrimodal, and decamodal distributions. The conventional approach to predicting pressure drop involves assimilating these complex fibrous structures to structures composed of a single fiber diameter. Although various correlations already exist in the scientific literature for estimating the equivalent diameter of such fibrous structures, none of them appear to accurately predict permeability when combined with the modified Happel model. Then, based on the permeabilities obtained through numerical simulation, a new expression was introduced showing a better prediction of the permeability for multimodal fiber distribution.

**Keywords** : fibrous media, permeability, polydispersity, simulation

DOI : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38760

## DISPOSITIFS POUR LE PIEGEAGE PASSIF DES PARTICULES FINES EN ENVIRONNEMENT EXTERIEUR

### *Devices for passive trapping of particulate matters in outdoor environment air*

T.H. Trinh (1), C. Pham (2), J.M. Nhut (1), F. Vigneron (1), C. Vieville (3), N. Reiminger (4,5), X. Jurado (4), H. Ba (1), T. Romero (1), L. Truong-Phuoc (1), N. Hertel (6), C. Legorgeu (4), L. Vidal (7), C. Pham-Huu (1)

1. Institut de Chimie et Procédés pour l'Énergie, l'Environnement, et de la Santé (ICPEES), UMR 7515 de CNRS-Université de Strasbourg, Strasbourg, France
2. SICAT SAS, Strasbourg, France
3. ACM GmbH, Willstätt, Allemagne
4. AIR&D, Strasbourg, France
5. Laboratoire ICUBE, UMR 7357, CNRS/Université de Strasbourg, Strasbourg, France
6. TrapAparT SAS, Strasbourg, France
7. Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M), UMR 7361 de CNRS, Université de Haute-Alsace, Mulhouse, France

**Correspondant** : Cuong Pham-Huu, Jean-Mario Nhut (cuong.pham-huu@unistra.fr ; nhut@unistra.fr)

#### Résumé

La réduction de la concentration des aérosols (fines et ultrafines) en suspension est indispensable afin d'améliorer la qualité de l'air extérieur dans les milieux urbains. Notre projet vise à capturer des particules fines dans l'air avec une solution simple, mais efficace et éco-responsable. Deux prototypes ont été installés à proximité des deux axes routiers bien fréquentés de l'agglomération de Strasbourg (France), pour l'étude du captage des particules fines et ultrafines avec des pièges passifs, lavables, régénérables, avec une faible consommation d'énergie, tout en respectant la nature et le bien-être de la communauté environnante. Les pièges ont permis de capturer jusqu'à 90 g PM<sub>total</sub>/m<sup>2</sup> sur une période d'exposition de 14 semaines. Les modèles empiriques ainsi que des simulations théoriques sont en cours de développement, et basées sur différentes données collectées in situ, en temps réel tout au long de l'expérience. La solution proposée pourrait être un moyen efficace dans la réduction des fortes pollutions par des particules d'une agglomération urbaine.

**Mots-clés** : Filtre passif, particules fines, simulation CFD

#### Abstract

Particles aerosols reduction is very important for improving ambient air quality in urban area to jugulate indirect diseases. Our project aims to study a simple but efficient and eco-friendly solution for particulate matter (PM) trapping, and especially fine and ultrafine PM. Two prototypes were installed in a real environment next two high traffic road of Strasbourg (France), to experiment trapping of PM using passive, washable, regenerable with minimum energies consumption, in respect of nature and community health. Our air filters have been proved capacity of capturing up to 90 g total PM/m<sup>2</sup> during a period of 14 weeks of exposure. Empiric models and theory simulation are in process, based on in situ, real-time data collected during experiment. The developed solution could represent an efficient alternative for the reduction of air pollution by PM in urban area.

**Keywords** : Passive filter, particulate matters, CFD simulation

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38764

## FILTRATION HEPA DANS LES SYSTEMES INTELLIGENTS DE FILTRATION DE L'AIR DE L'HABITACLE POUR VEHICULES

### *HEPA filtration in smart cabin air filter systems for vehicles*

C. Krautner (2), J. Migaud (1), T. Siegele (3), M. J. Lehmann (3)

1. MANN+HUMMEL Filtration France, Laval, France
2. MANN+HUMMEL GmbH, Marklkofen, Allemagne
3. MANN+HUMMEL GmbH, Ludwigsburg, Allemagne

**Correspondant** : Jérôme Migaud (jerome.migaud@mann-hummel.com)

#### Résumé

Les particules ultrafines (PUF) peuvent nuire à notre santé en pénétrant dans nos poumons et notre système sanguin. Les cabines des véhicules peuvent contenir jusqu'à cinq fois plus de concentration de pollution (y compris de particules ultrafines) que l'air extérieur. Pour améliorer la qualité de l'air dans l'habitacle, nous avons développé un système de filtre à air intelligent composé de deux filtres : un préfiltre et un filtre à haute efficacité (HEPA) intégrés dans une unité de filtration pour le module de chauffage, ventilation et climatisation (HVAC). Le filtre HEPA élimine plus de 99,95 % de tous les polluants et, grâce à un contrôle intelligent, n'est activé que dans les environnements pollués. Le système de volets de commande intelligents, associé à un algorithme, ajuste et déclenche les modes d'air du système. Nous avons testé le système dans une voiture électrique, démontrant ses avantages pour les occupants.

**Mots-clefs** : Qualité d'air, particules ultrafines, filtration, gains d'énergie, HEPA

#### Abstract

Ultrafine particles (UFPs) can harm our health by entering our lungs and bloodstream. Vehicle cabins can have up to five times more pollution concentration (also UFPs) than outside air. To improve cabin air quality, we developed a smart cabin air filter system with two filters: a prefilter and a highly efficient filter (HEPA) integrated as a heating, ventilation and air conditioning (HVAC) filter stack. The HEPA-filter eliminates more than 99.95% of all pollutants and thanks to an intelligent steering, is only activated in polluted environments. The smart control flap system, combined with an algorithm, adjusts, and triggers the system's air modes. We tested the system in an electric car, showing its benefits for vehicle occupants.

**Keywords** : Air quality, ultrafine particles, filtration, energy savings, HEPA

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38928

## PROCEDE PLASMA ASSISTE PAR AEROSOL : COMMENT CONTROLER L'INTERACTION PLASMA-GOUTTELETTES ?

*Aerosol-assisted plasma process: How to control the plasma-droplet interaction?*

V. Orlandi (1,2,3), M. Féron (1,2), B. Briet (1), B. Melin (1), A. Paillet (3), T. Bourrienne (4), F. Burnet (4), A.-F. Mingotaud (5), M. L. Kahn (2), R. Clergereaux (1)

1. Laplace-UMR 5213, Université de Toulouse, France
2. LCC-UPR 8241, CNRS, Toulouse, France
3. Spaceship FR, CNES, Toulouse, France
4. CNRM-UMR3589, CNRS, Météo France, Toulouse, France
5. SOFTMAT, Université de Toulouse, France

**Correspondant** : Richard Clergereaux (richard.clergereaux@laplace.univ-tlse.fr)

### Résumé

Les couches minces déposées par procédés en voie sèche suscitent une grande attention en raison de la large gamme de fonctionnalités qu'elles peuvent développer. Dans ce contexte, l'injection de précurseurs liquides dans un plasma via l'injection d'un aérosol est une alternative aux méthodes classiques en phase gazeuse. Néanmoins, l'interaction entre le plasma et l'aérosol est un problème complexe qui demande la compréhension de phénomènes à l'intersection de la physique et de la chimie. En particulier, il est fondamental de contrôler la forme et la nature de l'aérosol, ainsi que l'interaction entre les gouttelettes liquides et le plasma. Ce dernier est un problème d'interface, conduisant à la fois à l'évaporation des gouttelettes et à la modification de leur nature chimique, influençant finalement les paramètres du plasma et la structure du film mince déposé. L'étude présentée a pour objectif de définir et de décrire les interactions plasma-gouttelette. Plus particulièrement, l'objectif est de caractériser la dynamique de l'aérosol et des gouttelettes. Notamment, le comportement de liquides purs ou de mélanges homogènes est étudié, offrant la possibilité d'optimiser les procédés assistés par aérosols avec des formes et des tailles de gouttelettes contrôlées.

**Mots-clefs** : aérosol, plasma, évaporation, revêtement

### Abstract

Thin films obtained from dry processes have garnered great attention due to their wide scope of functionalities. Within this context, the injection of liquid precursors in a plasma via aerosol spraying is an alternative to classical methods of vaporisation. However, the interaction between the plasma and the aerosol is a complex problem that requires the understanding of phenomena at the intersection between physics and chemistry. In particular, it is fundamental to control the shape and nature of the aerosol, as well as the interaction between the liquid droplets and the plasma. This latter is an interface problem, leading both to the evaporation of the droplets and the modification of their chemical nature, influencing ultimately the plasma behaviour and the deposited thin film. Here, the study aims to understanding and describing the plasma-droplet interaction. More specifically, the goal is to characterize the aerosol and droplets dynamics. For this scope, the behaviours of pure liquids but also homogenous mixtures are studied, offering the possibility of optimizing the process by spraying aerosols with controlled shapes and droplet sizes.

**Keywords** : aerosol, plasma, vaporization, coatings

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38940

## UNE NOUVELLE APPROCHE POUR AMELIORER LES MODELES DE REMISE EN SUSPENSION EN MILIEU DE GAZ RAREFIE

*A new approach for improving the re-suspension models in a rarefied gas  
environment*

A. Louchami (1,2), A. Sellier (2), F. Gensdarmes (1)

1. Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), PSN-RES/SCA/LPMA, Saclay, France
2. Laboratoire d'Hydrodynamique de l'Ecole Polytechnique (LadHyX), Palaiseau, France

**Correspondant** : Anis Louchami (anis.louchami@irsn.fr)

### Résumé

L'étude du scénario d'accident de perte de vide par entrée d'air dans le futur tokamak ITER conduit à examiner en particulier la remise en suspension de particules solides et microniques au voisinage d'une paroi solide plane sous l'effet d'un écoulement en gaz rarifié. Ce problème est régi par les équations de Stokes avec des conditions aux limites qui font intervenir une condition de glissement de Navier (Navier, 1823) à la fois sur la surface plane de la paroi et sur la surface de la particule. La résolution proposée pour résoudre ces équations repose sur une formulation utilisant des équations intégrales de frontière.

**Mots-clés** : Accident de perte de vide, Remise en suspension de particules solides, Condition de glissement de Navier, Equation de Stokes

### Abstract

The study of the scenario of Loss Of Vacuum Accident due to air inlet in the future ITER tokamak involves an examination of the resuspension of solid and micronic particles in the vicinity of a solid flat wall under the influence of a rarefied gas flow. This problem is governed by the Stokes equations with boundary conditions that include a Navier slip condition (Navier, 1823) both on the surface of the wall (solid and flat) and on the curved surface of the particle. The proposed resolution to solve these equations relies on a formulation using integral boundary equations.

**Keywords** : Loss Of Vacuum Accident, resuspension of solid particles, Navier slip condition, Stokes Equations.

DOI : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38925

**MÉTROLOGIE, CARACTÉRISATION DES SOURCES D'AÉROSOLS**

*Présidents de séance : Dr François GAIE-LEVREL, Dr Xavier SIMON*

## COMPARAISON INTER-LABORATOIRES DEDIEE AUX MESURES DE DISTRIBUTIONS GRANULOMETRIQUES D'AEROSOLS AU MOYEN DE COMPTEURS OPTIQUES

*Interlaboratory study devoted to aerosol number size distribution measurement  
using optical particle counters*

S. Bau (1), V. Crenn (2), S. Jacquinet (3), C. Debert (4), D. Petitprez (5), L. Leclerc (6), A. Miffre (7), A. Rose (8), A. Tomas (9), A. Kort (10), D. Hebert (11), A. Joubert (12), F. Deschamps (13), S. Ritoux (14), L. Ait Ali Yahia (15), F. Gaie-Levrel

1. INRS, Laboratoire de Métrologie des Aérosols, Vandoeuvre-lès-Nancy, France
2. ADDAIR, Buc, France
3. CEA, Laboratoire de Mesures, Sécurisation et Environnement, Grenoble, France
4. Airparif, Laboratoire de métrologie et innovation, Paris, France
5. Laboratoire PC2A, UMR 8522 CNRS/Université de Lille, Villeneuve-d'Ascq, France
6. Mines Saint-Etienne, Univ Jean Monnet, INSERM, U1059 Sainbiose; Centre CIS, Saint-Etienne, France
7. Institut Lumière Matière, UMR 5306 CNRS/U. Lyon, Villeurbanne, France
8. Service des Laboratoires de Santé Environnementale, Laboratoire Polluants Chimiques, Paris, France
9. Institut Mines-Télécom, Université de Lille, Center for Energy and Environment, Lille, France
10. IRSN, Laboratoire de Physique et de métrologie des aérosols, Gif-sur-Yvette, France
11. IRSN, Laboratoire Expérimental de Recherche et d'expertise sur les Transferts des radionucléides dans le milieu Atmosphérique, Cherbourg-en-Cotentin, France
12. IMT Atlantique, GEPEA, CNRS UMR 6144, Nantes, France
13. DGA Maîtrise NRBC, Vert-le-Petit, France
14. CSTB, Direction Santé Confort, Marne-la-Vallée, France
15. CERTES, Université Paris-Est Créteil, Créteil, France
16. LNE, Direction de la Métrologie Scientifique et Industrielle, Paris, France

**Correspondant** : Sébastien Bau (sebastien.bau@inrs.fr)

### Résumé

Dans le cadre de la mise au point et de la validation de méthodes pour la mesure des aérosols, un exercice d'intercomparaison portant sur la mesure de la distribution granulométrique des aérosols solides impliquant des granulomètres optiques a été organisé à l'échelle nationale. Cet essai inter-laboratoires s'est déroulé sur une durée de 18 mois et a porté sur trois échantillons. Seize partenaires ont été impliqués avec 35 appareils de mesure. Les mesures ont été normalisées par rapport à une mesure réalisée simultanément avec un spectromètre commun de contrôle lors des expérimentations menées chez chaque partenaire.

**Mots-clefs** : compteur optique de particules, comparaison interlaboratoires

### Abstract

As part of the development and validation of methods for measuring aerosol size distributions, an interlaboratory comparison involving optical particle counters was organized at the French national level. This exercise took place over a period of 18 months and covered three types of samples. 16 partners were involved with 35 instruments. The measurements were standardized in relation to measurements carried out simultaneously with a control spectrometer during the experiments performed by each partner.

**Keywords** : optical particle counter, interlaboratory comparison

DOI : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38895

## COMPARAISON DES CONCENTRATIONS MASSIQUES D'AEROSOLS MESUREES PAR 6 PHOTOMETRES DANS UNE ATMOSPHERE PROFESSIONNELLE DE TEILLAGE DU LIN

*Field comparison of aerosol mass concentrations measured with 6 photometers  
in a linen scutching factory*

X. Simon (1), A. Boivin (1), M. Pfrimmer (1), R. Payet (1), V. Matera (2), N. Gaudel (2), S. Bau (1)

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

**Correspondant** : Xavier Simon (xavier.simon@inrs.fr)

### Résumé

Du fait de leur aptitude à mesurer des événements transitoires, les photomètres sont de plus en plus utilisés pour la caractérisation des aérosols dans les atmosphères de travail. Malgré la nécessité de déterminer un facteur de calibrage pour obtenir des données de concentrations massiques plus précises pour un aérosol donné, des comparaisons avec des mesures gravimétriques sont rarement mises en œuvre et les utilisateurs travaillent généralement avec les données brutes non corrigées. Ce travail, réalisé dans le secteur du teillage du lin, avait pour objectif de comparer les concentrations massiques instantanées en poussières mesurées par six photomètres. Les instruments étudiés sont tous capables d'apporter des informations pertinentes sur l'évolution qualitative de la concentration massique au cours du temps et permettent de mieux comprendre les situations de travail. Les photomètres basés sur la technologie DRX constituent, sur la base de cette intervention, les instruments les plus adaptés au suivi quantitatif des poussières grossières de teillage. Les autres instruments présentent des sous-estimations plus ou moins prononcées qui nécessiteraient la correction du signal brut par un facteur de calibrage compris entre environ 2 et >10 en fonction du photomètre considéré.

**Mots-clefs** : métrologie en temps réel, photomètre, gravimétrie, impacteur en cascade, facteur de calibrage

### Abstract

Because of their ability to measure short-term fluctuations, photometers are increasingly used for real-time aerosol characterization in workplace atmospheres. Despite the need for a custom calibration factor to obtain more accurate mass concentration data in a specific working area, such a gravimetric comparison is rarely implemented and hygienists use raw data most of the time. This work, carried out in a linen scutching factory, aimed to compare the real-time dust mass concentrations measured by 6 photometers. All the studied instruments provided relevant information on the qualitative evolution of real-time mass concentration and allowed a better understanding of work situations. Photometers based on DRX technology constitute, in this field investigation, the most suitable instruments for the quantitative monitoring of coarse linen scutching dust. The other instruments present more or less marked underestimations which would require correction of the raw signal using calibration factor between 2 and >10, depending on the photometer considered.

**Keywords** : real-time metrology, photometer, gravimetric analysis, cascade impactor, calibration factor

DOI : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38918

## VERS LA MESURE DE POUSSIÈRES MINÉRALES AVEC L'AEROTAPE, UN ANALYSEUR D'AÉROSOLS IOT BASE SUR L'ANALYSE D'IMAGE

### *Toward dust measurement with the Aertape, an IoT image processing-based aerosol analyzer*

A. Reynaud (1), P.-Y. Quéhé (2), R. Bernard (1), D. Filippi (1), R. Sarda-Esteve (2,3), J. Sciare (2), B. Guinot (1)

1. OBERON SCIENCES SAS, Villard-Bonnot, France

2. Climate and Atmosphere Research Center, The Cyprus Institute, Nicosia, Cyprus

3. Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, CEA Orme des merisiers, UMR 8212, Saint-Aubin, France

**Correspondant** : Adrien Reynaud (adrien.reynaud@oberon.one)

#### Résumé

Les poussières désertiques en phase aérosol affectent le climat, la biogéochimie et la qualité de l'air. De ce fait, la mesure de leur concentration est intéressante pour de nombreuses parties prenantes telles que la communauté scientifique, les décideurs politiques et les institutions de santé publique. Or, à l'heure actuelle, il n'est pas trivial de déterminer la nature chimique et l'origine des aérosols et donc d'agir sur les sources. Les techniques utilisées pour y parvenir sont à la fois complexes et coûteuses (chimie analytique, modèles météorologiques). L'Aer?tape, quant à lui, est un instrument relativement simple et robuste qui permet, grâce à un microscope embarqué, de visualiser les particules (1 - 100  $\mu\text{m}$ ) collectées par un impacteur in situ et à fréquence relativement élevée (un point toutes les 3 minutes). Couplée à un algorithme d'intelligence artificielle, l'imagerie confère à cet instrument le potentiel de classifier les particules, et notamment les poussières minérales. L'objectif final de cette étude est d'étudier la capacité de l'Aer?tape à réaliser cette classification. Le travail présenté ici restitue le résultat de deux étapes essentielles de ce processus : (1) la validation de la mesure de concentration de l'instrument, et (2) l'optimisation de l'échantillonnage pour segmenter efficacement les particules.

**Mots-clefs** : poussières, instrumentation, analyse d'image, temps réel, IoT

#### Abstract

Airborne desert dusts impact climate, biogeochemistry and air quality. Hence, their monitoring is of interest for many stakeholders such as the scientific community, decision makers and public health authorities. However, determining the chemical nature and origin of aerosols, and thus acting on their sources, is not trivial and the techniques are both complex and costly (analytical chemistry, meteorological models). The Aer?tape, on the other hand, is a relatively simple and robust instrument that uses an on-board microscope to visualize particles (1 - 100  $\mu\text{m}$ ) inertially collected by an impactor for approximately 3 minutes. By coupling image processing and an artificial intelligence algorithm, it has the potential to classify particles, such as dusts. The ultimate goal of this study is to investigate the Aer?tape's ability to perform this classification. The work presented here reports the results of two essential steps in this process: (1) validating the instrument's concentration measurement and (2) optimizing the sampling to segment efficiently individual particles.

**Keywords** : dusts, instrumentation, image processing, real-time, IoT

DOI : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38834

## MODELISATION DE L'INFLUENCE DES AEROSOLS NON RADIOACTIFS SUR LA MESURE DES MONITEURS CAM.

### *Modelling the influence of non-radioactive aerosols on CAM measurement*

M.D. M'Hayham (1), G. Dougniaux (1), B. Sabot (2), X. Mougeot (2)

1. Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), PSN-RES/SCA/LPMA, Saclay, France
2. Université Paris-Saclay, CEA, List, Laboratoire National Henri Becquerel (LNE-LNHB), Palaiseau, France

**Correspondant** : Mohamed Dahi M'hayham (mohamed-dahi.mhayham@irsn.fr)

#### Résumé

La modélisation des spectres alpha d'aérosols collectés dans les appareils de mesure de la contamination atmosphérique pose plusieurs difficultés, essentiellement par la nécessité de réaliser une simulation aussi réaliste que possible des structures de dépôt d'aérosols représentatives de la réalité et du transport des particules alpha à travers ce dépôt. Cet article présente une nouvelle approche pour la modélisation des spectres alpha d'aérosols. Celle-ci sera validée sur un moniteur de mesure de la contamination atmosphérique (CAM), lequel permet de mesurer la radioactivité dans les installations nucléaires.

**Mots-clés** : métrologie des aérosols, aérosols radioactifs, moniteur de contamination atmosphérique, spectre alpha, simulation Monte Carlo avec GEANT4

#### Abstract

Modelling of alpha spectra of aerosols collected in continuous air monitors presents several difficulties, not least the need to simulate as realistically as possible aerosol deposition structures that are representative of reality, but also the transport of alpha particles through this deposition. This article presents a new approach for modelling alpha aerosols spectra. This approach will be validated on continuous air monitors (CAM), which measure radioactivity in nuclear facilities.

**Keywords** : aerosol metrology, radioactive aerosols, continuous air monitor, alpha spectrum, GEANT4 Monte Carlo simulation

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38913

## REGENERATION DE SURFACE DE SILICIUM APRES IMPACTION MONODISPERSEE DE BILLES DE LATEX ET D'ARIZONA DUST

*Silicone surface regeneration after the impaction of monodispersed latex beads  
and Arizona Dust.*

P. Didier (1), E. Algré (2), Y. Damerджи (1), F. Marty (2), S. Ritoux (3), E. Géhin (1)

1. Univ Paris Est Créteil, CERTES, Créteil, France
2. Univ Gustave Eiffel, ESYCOM, ESIEE Paris, Cite Descartes, Noisy-le-Grand, France
3. CSTB, Champs-sur-Marne, Marne-la-vallée, France.

**Correspondant** : Pierre Didier (pierre.didier@u-pec.fr)

### Résumé

L'objectif de cette étude est de mettre en place une méthode de régénération de surface de collection de silicium (Si) d'un impacteur. Pour répondre à cette problématique, l'impacteur, développé au cours de recherches conjointes entre le CERTES, ESYCOM et le CSTB, a été utilisé comme banc de régénération. Plusieurs surfaces ont été testées au cours de cette étude, telles que des surfaces de Si microstructurées ou encore une surface plane de Si. La caractérisation des surfaces, avant et après nettoyage, est effectuée à l'aide d'analyses par microscopie optique, qui ont montré le détachement des billes de latex ou d'Arizona Dust impactés sur les surfaces d'étude.

**Mots-clés** : billes de latex, impacteur, régénération, capteur

### Abstract

The objective of this study is to set up a method for regenerating silicon (Si) surfaces of an impactor. To respond to this problem, the impactor, developed during joint research between CERTES, ESYCOM and CSTB, was used as a regeneration bench. Several surfaces were tested during this study, such as micro-structured Si surfaces or a flat Si surface. The characterization of the surfaces before and after cleaning is carried out using optical microscopy analyses, which showed the detachment of latex beads or Arizona Dust impacted on the study surfaces.

**Keywords** : latex beads, impactor, regeneration, sensor

**RELARGAGE DE NANO-OBJETS, LEURS AGREGATS ET AGGLOMERATS DEPUIS  
LES MASQUES (RENAAME) : VALIDATION D'UNE METHODE DE « CRIBLAGE »  
POUR L'IDENTIFICATION DES ELEMENTS TI ET AG DANS LES MASQUES**  
*Release of Nano-objects, their aggregates and agglomerates from Masks  
(RENAAME): validation of a screening method to identify Ti and Ag elements in  
masks*

F.-X. Ouf (1), S. Chazelet (2), G. Favre (1), N. Feltin (1), V. Lemarinier (1), V. Godefert (1), N. Lambeng (1), J. Mast (3), J. Noireaux (1), C. Oster (1), S. Pacault (2), X. Poisson (1), C. Wouters (3)

1. Laboratoire National de métrologie et d'Essais, Paris, France
2. Institut National de Recherche et de Sécurité, Vandoeuvre-lès-Nancy, France
3. Eléments traces et nanomatériaux, Sciensano, Uccle, Belgique

**Correspondant** : François-Xavier Ouf (francois-xavier.ouf@lne.fr)

### Résumé

L'objectif du projet RENAAME (RElargage de Nano-objets, leurs Agrégats et Agglomérats (NOAA) depuis les MasquEs), supporté pendant 3 ans par l'ANSES et coordonné par le LNE en partenariat avec l'INRS et SCIENSANO (laboratoire public belge), est de développer une méthodologie d'essais reconnue et validée pour l'identification de la présence de nanomatériaux déclarés ou impliqués dans la fabrication de masques et pour l'évaluation du relargage de ces nanoparticules en phase aérosol. La présente communication détaille les résultats de la première phase du projet qui vise à développer et valider une méthode de « criblage » pour l'identification de la présence des éléments Ti et Ag dans les masques.

**Mots-clefs** : nanomatériaux, masques, identification d'éléments

### Abstract

The objective of the RENAAME project (Release of Nano-objects, their Aggregates and Agglomerates (NOAA) from Masks), supported for 3 years by ANSES and coordinated by LNE in partnership with INRS and SCIENSANO (Belgian public laboratory) is to develop a recognized and validated testing methodology for identifying the presence of nanomaterials declared or involved in the manufacture of masks and for evaluating the release of these nanoparticles in the aerosol phase. This communication details the results of the first phase of the project, which aims to develop and validate a 'screening' method for identifying the presence of Ti and Ag elements in masks.

**Keywords** : nanomaterials, masks, identification of elements

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38823

## ETUDE EXPERIMENTALE POUR LA MESURE DU TAUX D'EMISSION DES AEROSOLS EMIS DURANT UNE PROCEDURE DE TRACHEOTOMIE.

### *Experimental study for measuring the emission rate of aerosols emitted during a tracheostomy procedure*

A.C. D'Alicandro (1), E. Géhin (1), P. Haen (3), T. Perin (1), J. Malet (2), C. Prévost (2), J. Richard (2),  
L. Ait Ali Yahia (1)

1. Univ Paris Est Créteil, CERTES, Créteil, France

2. Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), PSN-RES/SCA/LEMAC, Saclay, France

3. Department of Maxillo Facial Surgery, Laveran Military and Academic Hospital, Marseille, France

**Correspondant** : Andrea Carlo D'Alicandro (andrea-carlo.dalicandro@u-pec.fr)

#### Résumé

Une trachéotomie est une intervention chirurgicale indiquée chez les patients présentant une obstruction des voies aériennes supérieures ou une détresse respiratoire. Lorsqu'elle est réalisée sur un patient infecté, cette opération présente un risque très élevé de contamination pour les travailleurs de la santé (TS), en raison de l'aérosolisation des sécrétions bronchiques sous forme de gouttelettes. Dans ce travail, un banc expérimental a été construit pour réaliser des trachéotomies simulées dans une chambre hermétique propre. Le taux d'émission de l'aérosol libéré lors de deux procédures de trachéotomie différentes a été mesuré pour déterminer quelle procédure génère la quantité de particules la plus faible.

**Mots-clés** : Chambre hermétique, Transport d'aérosols, Trachéotomie, Qualité de l'Air Intérieur (QAI)

#### Abstract

A tracheostomy is a surgical operation indicated in patients with upper airway obstruction or respiratory distress. When performed on an infected patient, this intervention represents a very high risk of contamination for healthcare workers (HCW), due to the aerosolization of bronchial secretions in the form of droplets. In this work, an experimental bench has been built to perform mock-up tracheostomies in a clean airtight chamber. The emission rate of the aerosol released during two different tracheostomy procedures has been measured to determine which procedure generates the lowest amount of particles.

**Keywords** : Airtight chamber, Aerosol transport, Tracheostomy, Indoor Air Quality (IAQ)

DOI : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38863

## ETUDE EXPERIMENTALE DES AEROSOLS GENERES PAR EXPLOSIF

### *Aerosols explosively generated – experimental study*

N. Lecysyn (1), P. Lemaître (2), C. Bodirot (2)

1. CEA, DAM, Gramat, France

2. Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN), Gif-sur-Yvette, France

**Correspondant** : Nicolas Lecysyn (nicolas.lecysyn@cea.fr)

#### Résumé

La détonation d'une charge au contact d'un liquide produit des instabilités et de la cavitation, ce qui conduit à la formation d'un nuage de gouttelettes et d'aérosols. La mesure granulométrique au sein de ce nuage n'est pas triviale compte tenu du caractère fortement instationnaire et dynamique de son expansion. Il n'existe d'ailleurs pas de solution sur étagère à cette fin. Au CEA GRAMAT, une expérience visant à tester une technique de mesure a été menée en collaboration avec l'IRSN. De la fluorescéine a été utilisée comme traceur, un impacteur Andersen a été mis en œuvre. Cette expérience a permis de mettre en lumière l'efficacité et la robustesse de cette technique.

**Mots-clés** : Détonation, aérosols, granulométrie

#### Abstract

The detonation of a high explosive in contact with a liquid produces instabilities and cavitation, which leads to the formation of a cloud of droplets and aerosols. The measurement of particle size within this cloud is not trivial given the highly unsteady and dynamic nature of its expansion. There is no off-the-shelf solution for this. At CEA GRAMAT, an experiment to test a measurement technique was carried out in collaboration with IRSN. Fluorescein was used as a tracer, an Andersen impactor was used. This experiment has highlighted the effectiveness and robustness of this technique.

**Keywords** : Detonation, aerosol, particle size measurement

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38985



**AÉROSOLS ET ENVIRONNEMENTS**

*Présidents de séance : Dr Alain MIFFRE, Pr Denis PETITPREZ*

## ROLE DE LA TAILLE ET DE L'INDICE OPTIQUE DE L'AEROSOL DESERTIQUE DANS SON APTITUDE A RETRODIFFUSER LA LUMIERE : EXPERIENCE DE LABORATOIRE A 180.0°.

*The role of the size and optical index of desert aerosol in its ability to backscatter light: laboratory experiment at 180.0°.*

A. Miffre, D. Cholleton, P. Rairoux

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

**Correspondant** : Alain Miffre (alain.miffre@univ-lyon1.fr)

### Résumé

L'aérosol minéral d'origine désertique est encore aujourd'hui l'un des aérosols dont la contribution au climat et donc le bilan radiatif reste à quantifier. Cette complexité est à relier à la complexité de l'aérosol désertique, non-sphérique, et présentant une distribution de taille et d'indice optique, le rendant particulièrement difficile à étudier. Cette contribution vise à quantifier le rôle de la taille et de l'indice optique, notamment sa partie imaginaire, de cet aérosol sur son aptitude à rétrodiffuser la lumière. Pour ce faire, une expérience de laboratoire unique en son genre (Miffre et al., 2016, 2023) a été réalisée en laboratoire permettant de quantifier le rapport lidar de rétrodiffusion d'une distribution de taille déterminée de cet aérosol, qui est essentiel pour notre compréhension de la typologie des aérosols et donc notre compréhension du climat. Quatre études de cas sont réalisées, portant sur la silice, non absorbante, l'hématite, absorbante, et deux mélanges de proportion diverse de ces deux oxydes. Le résultat majeur est que le PDR de l'hématite est sensiblement différent de la valeur attendue de 33 %, bien connue des lidaristes pour l'aérosol désertique. Une discussion est proposée sur le rôle de l'hématite dans le PDR de l'aérosol désertique, comme récemment publié (Miffre et al., 2023). La dépendance du rapport de dépolarisation des particules (PDR) d'aérosol désertique avec la taille et l'indice optique est ici pour la première fois quantifiée dans la géométrie de rétrodiffusion lidar, si importante pour notre compréhension du climat.

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

### Abstract

Mineral dust aerosol is still one of the aerosols whose radiation balance has yet to be quantified in order to determine their contribution to climate. The complexity of this task is linked to the complexity of this aerosol, which is non-spherical and has a size and optical index distribution that makes it particularly difficult to study. This contribution aims to quantify the role of size and optical index, particularly its imaginary part, on the ability of desert aerosol to backscatter light. To this end, a unique laboratory experiment (Miffre et al., 2016, 2023) was carried out to quantify light backscattering of a given size distribution of this aerosol, which is essential for our understanding of aerosol typology and hence our understanding of climate. Four case studies were carried out, involving silica, which is non-absorbent, hematite, which is absorbent, and two mixtures of varying proportions of these two oxides. The main result is that the PDR of hematite is significantly different from the expected value of 33%, which is well known to lidarists for desert aerosol. A discussion is then proposed on the role of hematite in the PDR of desert aerosol, as recently published (Miffre et al., 2023). The dependence of the particle depolarisation ratio (PDR) of desert aerosol on size and optical index is quantified here for the first time in lidar backscatter geometry, which is so important for our understanding of climate.

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

DOI : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38911

## DETERMINATION DES INDICES COMPLEXES DE REFRACTION D'AEROSOLS : DU FIR A L'UV.

### *Aerosols complex refractive indices determination from FIR to UV: application to dust and residual ashes of biomass burning.*

M. Chehab (1,2), H. Herbin (1), S. Gosselin (2), V. Bizet (2), D. Petitprez (2)

1. Univ. Lille, CNRS, UMR 8518 - LOA - Laboratoire d'Optique Atmosphérique, Lille, France

2. Univ. Lille, CNRS, UMR 8522 - PC2A - Physicochimie des Processus de Combustion et de l'Atmosphère, Lille, France

**Correspondant** : Maria Chehab (maria.chehab@univ-lille.fr)

#### Résumé

Connaître les propriétés optiques des aérosols et en particulier leur indice complexe de réfraction (ICR), est très important pour mieux quantifier leur impact sur le réchauffement climatique global mais aussi pour leur observation et leur mesure par télédétection. Cependant, les ICR de la littérature sont principalement issus de mesures couvrant des domaines spectraux restreints par réflectance sur des matériaux massifs ou des particules mises sous forme de pastille. Nous présentons ici une méthodologie permettant de déterminer des ICR pour des particules remises en suspension sous forme d'aérosols. Leurs spectres d'extinction sont enregistrés sur une large gamme spectrale continue, de l'infrarouge lointain ( $50 \mu\text{m} / 200 \text{cm}^{-1}$ ) jusqu'à l'ultraviolet ( $0.25 \mu\text{m} / 40,000 \text{cm}^{-1}$ ) avec une résolution spectrale de  $0.5 \text{cm}^{-1}$ . Grâce à un processus itératif, le spectre d'extinction expérimental est inversé pour restituer les parties réelle et imaginaire des ICR sur l'ensemble du spectre. Pour cela une méthode d'estimation optimale est utilisée pour restituer un jeu d'indices permettant de simuler un spectre d'extinction proche du spectre expérimental en s'appuyant sur une théorie de diffusion et la distribution granulométrique des particules. Nous présenterons les résultats obtenus pour des particules de kaolinite, une argile que l'on retrouve couramment dans la composition des poussières désertiques. Enfin, des travaux récemment initiés ont permis d'appliquer cette méthodologie à l'étude de cendres résiduelles de feux de biomasse. Ces données optiques de laboratoire sont importantes pour l'interprétation des observations des aérosols par télédétection notamment dans le domaine infrarouge qui est particulièrement adapté à la restitution des propriétés chimiques et microphysiques de ces aérosols.

**Mots-clefs** : Aérosols, Indice complexe de réfraction, Poussière minérale, Cendres de feux de biomasse

#### Abstract

Knowledge of the aerosols optical properties, in particular the complex refractive indices (CRI), is crucial to better quantify their impact on the atmospheric radiative transfer. However, the CRI databases available in the literature provide mainly reflectance measurements on bulk materials or pressed pellets and span over limited wavelength ranges. We present an improved retrieval methodology combining an experimental setup that allows simultaneously the measurement of high spectral-resolution extinction spectra (up to  $0.5 \text{cm}^{-1}$ ) and the recording of the size distribution of both fine (down to  $10 \text{nm}$ ) and coarse (up to  $20 \mu\text{m}$ ) particles. Introducing these experimental measurements in a numerical iterative process, the real and imaginary parts of the CRI are retrieved using an optimal estimation method (OEM) associated to scattering theories and the single subtractive Kramers-Kronig (SSKK) relation. Using this methodology, we were able to accurately determine for the first time CRI of kaolinite over a wide spectral range from far infrared (FIR) ( $50 \mu\text{m} / 200 \text{cm}^{-1}$ ) up to UV ( $0.25 \mu\text{m} / 40,000 \text{cm}^{-1}$ ). This methodology is also being utilized on biomass burning aerosols (BBA) where some preliminary results have already been recovered.

**Keywords** : Aerosols, Complex refractive indices, Mineral dust, Biomass burning aerosols

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38900

## PROPRIETES INTRINSEQUES ET BIOLOGIQUES COMPAREES DE PARTICULES (PM10) ISSUES DE L'AIR INTERIEUR : PARTICULES DOMESTIQUES VERSUS PARTICULES D'ENCEINTES FERROVIAIRES SOUTERRAINES

*Comparative intrinsic and biological properties of indoor particles matter (PM10): domestic- versus underground railway station particles*

V. André (1), I. Pottier (1), C. El Hajjar (1), V. Seguin (1), T. Rogez (1), H. Carrilho (2)

1. Normandie Univ, UNICAEN, UNIROUEN, ABTE, Caen, France
2. Agence d'essai ferroviaire (AEF), Vitry-sur-Seine, France

**Correspondant** : Véronique Andre (veronique.andre@unicaen.fr)

### Résumé

Les polluants de l'air intérieur contribuent au développement de pathologies respiratoires et cardiovasculaires. Les particules inhalées contribuent de façon importante à ces effets sanitaires notamment selon des mécanismes pro-oxydants et pro-inflammatoires. Nous avons évalué les teneurs en métaux et en endotoxines ainsi que le potentiel oxydant intrinsèque de PM10 d'origine domestique (SRM® 2585), ainsi que leurs effets biologiques déterminés in vitro sur des cellules primaires bronchiques humaines (NHBE). Ces particules contiennent des endotoxines (26,6 UE/mg) et présentent un pouvoir oxydant intrinsèque principalement associé à leur fraction organique. L'induction précoce de cytokines pro-inflammatoires observée après 24 h d'exposition est transitoire et laisse place après 72 h d'exposition à une diminution significative à toutes les doses de PM10 pour l'IL-1b et aux plus fortes doses pour l'IL-6, associée à une diminution de la viabilité cellulaire.

Des particules échantillonnées dans une station souterraine du réseau francilien sont actuellement en cours d'analyses. Les comparaisons seront effectuées avec les particules domestiques afin d'identifier les propriétés intrinsèques les plus étroitement associées aux réponses biologiques.

**Mots-clefs** : Air intérieur, Particules inhalables, PM10, Potentiel oxydant, Inflammation

### Abstract

Indoor air pollutants contribute to the development of respiratory and cardiovascular diseases. Inhaled particles contribute significantly to these health effects in particular through pro-oxidant and pro-inflammatory mechanisms. We evaluated the metal and endotoxin contents as well as the intrinsic oxidative potential of PM10 of domestic origin (SRM® 2585), as well as their biological effects determined in vitro on normal human bronchial cells (NHBE). These particles contain endotoxins (26.6 EU/mg) and exhibit an intrinsic oxidative potential mainly associated with their organic fraction. Early induction of pro-inflammatory cytokines after 24 h exposure of NBHE cells to PM10 is transient. Indeed, after 72 h exposure, a significant decrease in IL-1b secretion levels is observed for all doses, and for IL-6, only at the highest doses and associated with a decrease in cell viability. Particles sampled in an underground station are currently being analyzed. Comparisons will be made with domestic particles to identify the intrinsic properties most closely associated with biological responses.

**Keywords** : Indoor air, Respirable particulate matter, PM10, Oxydative potential, Inflammation

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38831

## PROFILS TYPES JOURNALIERS DES CONCENTRATIONS EN PARTICULES DANS LES ENCEINTES FERROVIAIRES SOUTERRAINES PARISIENNES

### *Typical daily profiles of PM concentrations in parisian underground railway stations*

V. Rakotonirinjahary (1,4), S. Crumeyrolle (2), M. Bogdan (3), B. Hanoune (1)

1. Univ. Lille, CNRS, UMR 8522 – PC2A – Physicochimie des Processus de Combustion et de l'Atmosphère, Lille, France
2. Univ. Lille, CNRS, UMR 8518 – LOA – Laboratoire d'Optique Atmosphérique, Lille, France
3. AREP L'hypercube, Paris, France
4. SNCF Holding, Saint-Denis, France

**Correspondant** : Valisoa Rakotonirinjahary (miadanaivalisoa.rakotonirinjahary@univ-lille.fr)

#### Résumé

Dans l'objectif d'améliorer la compréhension de la qualité de l'air au sein des enceintes ferroviaires souterraines (EFS), une méthodologie a été développée pour établir un profil de référence des concentrations en particules (PM10 et PM2.5). Cette approche intègre un processus de nettoyage de données poussé, basé sur l'identification des périodes d'exploitation de l'EFS, des données physiquement incohérentes ou mathématiquement aberrantes, et la comparaison du profil de chaque jour avec un profil moyen. La polyvalence de cette méthodologie permet son application à différentes classes de particules au sein de diverses EFS. Les résultats obtenus à partir des trois EFS étudiées indiquent la possibilité d'obtenir des profils types journaliers fiables même sur des périodes de mesures courtes (jusqu'à une ou deux semaines).

**Mots-clés** : qualité de l'air, enceintes ferroviaires souterraines, concentrations en particules, profil de référence fiable, évolution temporelle de courte et longue durée

#### Abstract

To enhance the understanding of air quality within underground railway stations (URS), a methodology has been developed to establish a baseline profile of particle concentrations (PM10 and PM2.5). This approach incorporates an extensive data cleaning process based on the identification of URS operation periods, physically inconsistent or mathematically aberrant data, and comparing the profile of each day to an average profile. The versatility of this methodology allows its application to different particle classes within various URS. The results obtained from the three studied URS indicate the possibility of obtaining reliable daily typical profiles even over short measurement periods (up to one or two weeks).

**Keywords** : air quality, underground railway stations, PM concentrations, reliable reference profile, short and long-term temporal evolution

DOI : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38909

## ANALYSE TEMPORELLE DES CONCENTRATIONS DE PESTICIDES DANS L'AIR BRETON : UN APERÇU HISTORIQUE DES MESURES

*Temporal analysis of pesticide concentration in breton air :  
a historical overview of measurements*

K. Guillaume (1,2,3), O. Cesbron (2), N. Bonvallot (1), O. Le Bihan (2)

1. Univ Rennes, Inserm, EHESP, Irset (Institut de recherche en santé, environnement et travail) - UMR\_S 1085, Rennes, France
2. Air-Breizh, Rennes, France
3. ADEME (Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie), Angers, France

**Correspondant** : Killian Guillaume (killian.guillaume@edu.ehesp.fr)

### Résumé

« Pesticide » vient du latin Pestis : fléau et Caedere : tuer. En agriculture conventionnelle, les pesticides sont le plus souvent appliqués via une pulvérisation sur le sol et les plantes. Les transferts dans l'air peuvent s'effectuer par dérive au moment de l'application, par volatilisation à partir des sols et des plantes, et par érosion éolienne sous forme de poussière de sols traités. Une fois dans l'atmosphère, on retrouve ces substances à la fois sous forme de gaz et de particules, la répartition entre ces deux phases dépendant de leurs propriétés physicochimiques (pression de vapeur).

Depuis 2003 Air Breizh mène des campagnes de mesure sur le territoire breton dans différents contextes de production agricole (grandes cultures, élevage, maraîchage). Au total 11 sites différents ont fait l'objet d'une ou plusieurs campagnes de mesure, sous la forme de prélèvements hebdomadaires réalisés à l'aide d'un Partisol sur les fractions PM10 ou TSP des particules, pour un débit d'1 m<sup>3</sup>/h.

Le traitement de cette base de données fait ressortir des résultats notamment en termes de niveaux de concentration rencontrés, d'évolution dans le temps, de catégorie dominante (les herbicides), d'impact de la distance, et d'impact de la réglementation.

**Mots-clés** : Air, Pesticides, Bretagne, Aérosol

### Abstract

"Pesticide" comes from the Latin Pestis: plague and Caedere: to kill. In conventional agriculture, pesticides are most often applied by spraying the soil and plants. Transfers into the air can occur via drift during application, volatilization from soil and plants, and wind erosion in the form of dust from treated soil. Once in the atmosphere, these substances are found in both gaseous and particulate form, the distribution between these two phases depending on their physicochemical properties (vapour pressure). Since 2003, Air Breizh has been carrying out measurement campaigns across Brittany, in various agricultural production contexts (field crops, livestock farming, market gardening). A total of 11 different sites have been the subject of one or more measurement campaigns, in the form of weekly samplings using a Partisol on the PM10 or TSP fractions of particles, at a flow rate of 1 m<sup>3</sup>/h. Processing of this database brings out results in terms of concentration levels encountered, changes over time, dominant category (herbicides), impact of distance, and impact of regulation.

**Keywords** : Air, Pesticides, Brittany, Aerosol

DOI : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38934

**CONFERENCE PLENIERE**

**Dr Claudia DI BIAGIO**

**PROPRIÉTÉS OPTIQUES SPECTRALES DES AÉROSOLS ABSORBANTES –  
DE LA SIMULATION DE LABORATOIRE AUX EFFETS SUR LE CLIMAT  
ET APPORT À LA TÉLÉDÉTECTION**

*Spectral optical properties of absorbing aerosols – from laboratory simulation studies to the effects on climate and contribution to remote sensing*

C. Di Biagio (1), P. Formenti (1), J. Heuser (2), L. Fayad (1), C. Baldo (1,2), P. Alalam (1), M. Cazaunau (2), E. Pangu (2), A. Bergé (2), B. Picquet Varrault (2), J. F. Doussin (2)

1. Université Paris Cité and Univ Paris Est Créteil, CNRS, LISA, Paris, France
2. Univ Paris Est Créteil and Université Paris Cité, CNRS, LISA, Créteil, France

**Correspondant** : Claudia Di Biagio (claudia.dibiagio@lisa.ipsl.fr)

### Résumé

Les aérosols absorbants (poussières minérales et aérosols contenant du Black Carbon, BC, ou du Brown Carbon, BrC) ont un rôle clé dans le bilan radiatif et le climat. Malgré cela, ils restent peu connus en termes de leurs propriétés optiques spectrales (i.e. indice complexe de réfraction, sections efficaces d'absorption/diffusion), ce qui empêche de bien les représenter dans les modèles globaux et algorithmes de télédétection sol/satellite. Afin de progresser dans ce domaine de recherche, une approche originale consistant à étudier les propriétés optiques spectrales des aérosols via la simulation expérimentale de laboratoire a été développée au sein de la chambre de simulation CESAM (Chambre de Simulation Atmosphérique Multiphasique) du LISA. Cette présentation vise à fournir une vision des activités menées à CESAM sur l'étude des poussières minérales, BC et BrC, et illustrera son apport clé à la modélisation et télédétection par des études récentes et perspectives futures.

**Mots-clés** : poussières désertiques, aérosols carbonées, indice de réfraction, simulation de laboratoire, transfert radiatif

### Abstract

Absorbing aerosols (mineral dust and carbonaceous aerosols containing black carbon, BC, or brown carbon, BrC) play a key role in the radiative budget and climate. Despite, little is known about their spectral optical properties (i.e., complex refractive index, absorption/scattering cross sections), which prevents them from being properly represented in global models and ground/satellite remote sensing algorithms. In order to progress in this research field, an original approach to study the spectral optical properties of aerosols via experimental laboratory simulation in the CESAM simulation chamber (Experimental Multiphase Atmospheric Simulation Chamber) has been developed at LISA. This presentation aims to provide an overview of the activities carried out at CESAM to study mineral dust, BC and BrC, and will illustrate its key contribution to modelling and remote sensing through recent studies and future perspectives.

**Keywords** : mineral dust, carbonaceous aerosols, refractive index, laboratory simulations, radiative transfer

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2024-40096

**PRESENTATIONS FLASH : « 180 SECONDES » AVEC POSTERS**

*Président de séance : Dr François GENSDARMES*

**P01 - APPAUVRISSEMENT DE PANACHE DE PARTICULES PAR DEPOT SEC SUR  
UN COUVERT RURAL HOMOGENE : QUANTIFICATION IN SITU  
PAR LA METHODE DE DOUBLE TRAÇAGE GAZ/PARTICULES**

*Particle plume depletion by dry deposition on a homogeneous rural canopy:  
in situ quantification using the dual gas/particle tracer method*

P. Rounsard (1), E. Dupont (2), O. Connan (1), D. Hébert (1), A. Faucheux (2), Y. Lefranc (2), B. Carissimo (2), D. Maro (1), P. Laguionie (1)

1. Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), PSE-ENV/STAAR/LERTA, Cherbourg-en-Cotentin, France
2. CEREAs (Centre d'Enseignement et de Recherche en Environnement Atmosphérique), EDF-R&D, Ecole des Ponts, Ile-de-France, France

**Correspondant** : Pierre Rounsard (pierre.rousard@irsn.fr)

**Résumé**

Les modèles de dispersion atmosphérique ne prennent généralement pas en compte l'appauvrissement des panaches en particules, par dépôt sec. De plus, il existe actuellement un manque de données expérimentales qui empêche l'amélioration de cette prise compte par les modèles. Le but de la présente étude est de concevoir, mettre en œuvre et proposer des pistes d'amélioration en vue de la validation d'une méthode expérimentale de quantification de l'appauvrissement. Une première campagne expérimentale a été réalisée. Des premiers résultats ont été obtenus et des voies d'amélioration ont été identifiées.

**Mots-clefs** : Appauvrissement de panache, Dépôt sec, Particules

**Abstract**

Atmospheric dispersion models do not generally take into account the depletion of plumes by dry deposition of particles. More, there is currently a lack of experimental data impeding the improvement of models to take into account more effectively the depletion. The aim of the present study is to design, carry out and propose improvements of an experimental method to quantify depletion. An initial experimental campaign has been carried out. Initial results have been obtained and ways of improvement have been identified.

**Keywords** : Plume depletion, Dry deposition, Particles

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38792

## **P02 - CARACTERISATION D'INJECTEURS AERONAUTIQUES PAR DIFFRACTION LASER ET MESURES LIDAR**

### *Characterization of aeronautical atomizers by laser diffraction and lidar measurements*

C. Ledent, B. Déjean, C. Laurent, O. Rouzaud, R. Ceolato

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

**Correspondant** : Chloé Ledent (chloe.ledent@onera.fr)

#### **Résumé**

L'injection et l'atomisation de carburant liquide dans les foyers de combustion automobile ou aéronautique sont des phénomènes clés pouvant influencer le bon fonctionnement du moteur. De ce fait, leur caractérisation expérimentale est importante pour valider le choix du système d'injection ou le design du foyer de combustion. De nombreux diagnostics optiques ont déjà permis d'accéder aux distributions de taille, vitesses et concentrations des gouttes. On se propose ici d'utiliser le LiDAR Colibri, basé sur la rétrodiffusion, pour caractériser deux injecteurs : l'un de type pressurisé et l'autre de type airblast. Une comparaison des résultats avec des mesures de type diffraction laser est également proposée.

**Mots-clés** : granulométrie, injecteur, diffraction laser, lidar

#### **Abstract**

Fuel injection and atomization in automotive or aerospace combustion chambers are key phenomena that can influence engine performance. Therefore, their experimental characterization is important for validating the choice of injection system and the combustion chamber design. Numerous optical techniques have already provided access to droplet size distribution, velocity and concentration. We propose here to use the LiDAR Colibri, based on backscattering, to characterize two pressurized and airblast atomizers. A comparison of the results with laser diffraction measurements is also proposed.

**Keywords** : psd, atomizer, laser diffraction, lidar

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38899

## P03 - MESURE DIRECTE DE LA DISPERSION DE GOUTTELETTES DANS UNE ENCEINTE AVEC UN PHOTOMETRE A FLAMME POUR AEROSOLS A HAUTE SENSITIVITE

*Directly measuring droplet dispersion in an indoor environment with a high-sensitivity Aerosol Flame Photometer*

J. Pongetti, K.J. Hoffman, C.D. Nickolaus

Cambustion Ltd, Cambridge, UK

**Correspondant** : Julie Pongetti (jpongetti@cambustion.com)

### Résumé

L'attention portée à la pollution et à ses effets sur la santé a traditionnellement été focalisée sur les sources industrielles et de combustion, cependant la qualité de l'air intérieur attire un intérêt croissant en raison des longues durées d'exposition et suite à la pandémie de Covid-19. Une ventilation adéquate est essentielle à l'amélioration de la qualité de l'air dans les lieux clos. De nos jours, des capteurs de CO<sub>2</sub> sont utilisés en tant qu'option à bas coût pour contrôler la qualité de l'air intérieur. Nous présentons ici un nouveau photomètre à flamme pour aérosols (à haute sensibilité et haute fréquence) et l'utilisons pour mesurer directement la dispersion dans le temps et l'espace de particules dans une enceinte. La concentration détectée par le photomètre est comparée à celle enregistrée par un détecteur de CO<sub>2</sub> pour tester la fiabilité des mesures de CO<sub>2</sub> en tant que substitut de particules d'aérosols.

**Mots-clefs** : qualité de l'air intérieur, dispersion des particules, transmission de virus

### Abstract

Awareness of pollution and its effects on human health has traditionally focused on industrial and combustion sources, but indoor air quality has been attracting increasing attention, in the light of both high exposure time and in particular in the wake of the COVID-19 pandemic. Proper ventilation is key to improving air quality in enclosed spaces, and CO<sub>2</sub> gas monitors are increasingly adopted as a low-cost indication of indoor air quality. Here we present a new high-sensitivity and high-frequency Aerosol Flame Photometer (AFP) and use it to directly measure the temporal and spatial dispersion of aerosol particles in a test chamber with natural mixing. Measurements from the AFP are compared to those of a fast response CO<sub>2</sub> monitor to evaluate the suitability of CO<sub>2</sub> measurements as a surrogate for particle dispersion.

**Keywords** : indoor air quality, particle dispersion, virus transmission

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38946

## P04 - GRANULOMETRIE PAR EXTINCTION DE GOUTTELETTES GENEREES PAR EXPLOSIF

*Particle measurement by mean of light extinction.  
Explosive dispersion case study*

A. Rivière (1), N. Lecysyn (1), Y. La Maout (2), R. Gilblas (2), F. Heymes (3), C. Chanut (3)

1. CEA, DAM, Gramat, France
2. Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN), Gif-sur-Yvette, France
3. IMT Mines Alès, Alès, France

**Correspondant** : Nicolas Lecysyn (nicolas.lecysyn@cea.fr)

### Résumé

La détonation d'une charge au contact d'un liquide produit des instabilités et de la cavitation, ce qui conduit à la formation d'un nuage de gouttelettes et d'aérosols. La mesure granulométrique au sein de ce nuage n'est pas triviale compte tenu du caractère fortement instationnaire et dynamique de son expansion. Il n'existe d'ailleurs pas de solution sur étagère à cette fin. Au CEA GRAMAT, une démarche visant à mettre en œuvre la mesure par extinction optique a été testée.

Il s'agissait notamment de déterminer la plage de longueur d'ondes pertinentes à utiliser et résoudre numériquement l'équation de Beer-Lambert à deux inconnues.

**Mots-clés** : Détonation, aérosols, granulométrie, extinction optique

### Abstract

The detonation of a high explosive in contact with a liquid produces instabilities and cavitation, which leads to the formation of a cloud of droplets and aerosols. The measurement of particle size within this cloud is not trivial given the highly unsteady and dynamic nature of its expansion. There is no off-the-shelf solution for this. At CEA GRAMAT, an approach aimed at implementing optical extinguishing measurement has been tested. This included determining the relevant wavelength range to be used and numerically solving the Beer-Lambert equation with two unknowns.

**Keywords** : Detonation, aerosol, particle size measurement, light extinction

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38986

## P05 - REDUCTION DE MODELE POUR LA DYNAMIQUE DES AEROSOLS

### *Model order reduction applied to aerosol dynamics*

O. Jacquot (1), V. Ehrlacher (2), G. Stoltz (2), T. Lelièvre (2), K. Sartelet (1)

1. CEREAs, Ecole des Ponts ParisTech, EdF R&D, IPSL, Marne-la-Vallée, France

2. CERMICS, Ecole des Ponts ParisTech, Marne-la-Vallée, France

**Correspondant** : Oscar Jacquot (oscar.jacquot@enpc.fr)

#### Résumé

Dans cette étude, nous employons des méthodes de réduction de modèle pour réduire le temps de calcul nécessaire à l'intégration de la dynamique des aérosols soumis à la coagulation, tout en conservant un niveau de précision proche d'un modèle de référence. Nous comparons différentes méthodes permettant de construire un sous-espace réduit, telles que la décomposition en valeurs singulières et la factorisation en matrices non-négatives. Nous observons que l'erreur d'approximation pour des distributions typiques de milieux urbains décroît exponentiellement avec le nombre de degrés de libertés retenus. Des résultats préliminaires illustrent le fort potentiel de ces méthodes à capturer l'essentiel de la dynamique avec un nombre restreint de degrés de liberté. Comparé à des modèles sectionnels classiques, les modèles réduits présentent un compromis avantageux entre temps de calcul et précision.

**Mots-clefs** : réduction de modèle, aérosol, système dynamique, coagulation

#### Abstract

In this study, we leverage reduced order modelling to lower the computational time associated with integrating the dynamics of aerosol undergoing coagulation processes, while keeping an accuracy level close to a reference model. We compare several methods which lead to a reduced subspace, such as singular value decomposition and non-negative matrix factorisation. We observe that typical urban aerosol distribution are exponentially well approximated by such methods, as a function of the number of degrees of freedom. Preliminary results showcase the strong potential of such methods in retaining most of the dynamics with limited degrees of freedom. In comparison with traditional sectional models, reduced models offer an advantageous trade-off between computational time and accuracy.

**Keywords** : model order reduction, aerosol, dynamical system, coagulation

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38936

## P06 - CREATION DE GRANDES PARTICULES D'ARGENT FRITTEES A L'AIDE D'UN GENERATEUR DE PARTICULES D'ARGENT AMELIORE ET D'UNE ETAPE DE FRITTAGE

*Creating large sintered silver particles with an enhanced silver particle generator  
and a sintering stage*

V. Berger (1), H.-J. Schulz (1), A. Boies (1,3), A. Wu (1), J. Swanson (1,2)

1. Catalytic Instruments GmbH & Co.KG, Rosenheim, Germany
2. Minnesota State University, Mankato, United States
3. University of Cambridge, Department of Engineering, Cambridge, United Kingdom

**Correspondant** : Vinicius Berger (info@catalytic-instruments.com)

### Résumé

Mis à part l'utilisation de particules ultrafines d'argent dans une grande variété d'applications depuis des années (Ankilov et al., 2002, Giechaskiel, et al., 2009, Wiedensohler, et al., 2017), le frittage des particules d'argent a suscité un intérêt particulier de la part des chercheurs (Ku, B. K., et al., 2006 ; Zihlmann, S., 2014 ; Tuch, T., 2016 ; Silva, E. Z., 2019). Le travail présenté ici vise à apporter davantage de reproductibilité et d'utilité à divers domaines de la science des aérosols qui utilisent des nanoparticules d'argent frittées.

Il a été démontré qu'il est possible d'obtenir une génération de particules d'argent très stable et reproductible, atteignant  $\pm 1\%$  en GMD, et  $\pm 1,25\%$  en concentration totale tout en offrant une plage de tailles utilisables de 2 à 200 nm (Berger, V. et al., 2023). Cela a ouvert la possibilité d'étendre ces capacités à d'autres applications, par exemple l'étalonnage des CPC automobiles, des PNCS et des PEMS. Ces applications imposent des exigences plus strictes à la génération d'aérosols : étant donné que ces systèmes utilisent des sections chauffées à 350 °C pour éliminer les particules volatiles (dans le cadre du dispositif dit de suppression de particules volatiles, VPR), il est essentiel que toutes les particules utilisées pour l'étalonnage soient thermiquement stables (Giechaskiel, B., 2018). Il a été démontré que le frittage de nanoparticules métalliques commence à des températures bien inférieures à la température de fusion du matériau respectif (Ku, B. K., et al., 2006). Pour l'argent, les premiers effets de frittage peuvent être observés à des températures d'environ 100 °C. Pour confirmer ces effets et déterminer leur ampleur pour les systèmes VPR typiques, les auteurs présentent des résultats pour des particules d'argent frittées dans un tube chauffé (imitant un tube d'évaporation, ET) et des particules d'argent frittées dans un strippeur catalytique (CS).

Le frittage réduit le diamètre de mobilité électrique d'une particule (Ku, B. K., et al., 2006). Cela réduit la plage de tailles utilisables efficacement du générateur de particules d'argent susmentionné. Pour résoudre ce problème, les auteurs étudient des méthodes pour augmenter la taille des particules avant le frittage. Comme il a été démontré que des températures de four plus élevées conduisent à des particules plus grandes (Berger, V. et al., 2023), nous présentons des distributions de tailles de particules d'argent générées à 1150 et 1200 °C. Étant donné que l'agglomération des particules produit des particules plus grandes, nous montrons l'effet de l'introduction d'une chambre de séjour entre le four et l'étape de frittage.

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

### Abstract

Apart from silver ultrafine particles being used in a broad variety of applications for years (Ankilov et al., 2002, Giechaskiel, et al., 2009, Wiedensohler, et al., 2017), sintering of silver particles has been of special interest to researchers (Ku, B. K., et al., 2006; Zihlmann, S., 2014; Tuch, T., 2016; Silva, E. Z., 2019). The work shown here is aimed at bringing more repeatability and usability to various fields of aerosol science which use sintered silver nanoparticles.

It has been shown that a very stable and reproducible silver particle generation is possible, achieving  $\pm 1\%$  in GMD, and  $\pm 1,25\%$  in total concentration while offering a usable size range of 2 - 200 nm (Berger, V. et al., 2023). This opened the possibility to extend these capabilities to other applications, e. g. calibration of automotive CPCs, PNCS, and PEMS. These applications pose more demanding requirements to the aerosol generation: As these systems use sections heated to 350 °C to remove volatile particles (as part of the so-called Volatile Particle Remover, VPR), it is essential that any particles used for calibration are thermally stable (Giechaskiel, B., 2018). It has been shown that sintering of metallic nanoparticles starts at temperatures well below the melting temperature of the respective material (Ku, B. K., et al., 2006). For silver, first sintering effects can be observed at temperatures around 100 °C. To confirm these effects and determine their magnitude for typical VPR systems, the authors present results for silver particles sintered in a heated tube (mimicking an Evaporation Tube, ET) and silver particles sintered in a catalytic stripper (CS).

Sintering reduces the electrical mobility diameter of a particle (Ku, B. K., et al., 2006). This reduces the effective usable size range of the forementioned silver particle generator. To tackle this, the authors investigate methods to increase the particle size before sintering. As it has been shown that higher furnace temperatures lead to larger particles (Berger, V. et al., 2023), we show silver particle size distributions generated at 1150 and 1200 °C. Because agglomeration of particles yields larger particles, we show the effect of introducing a residence chamber in between the furnace and the sintering stage.

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

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38942

## P07 - TRAVAUX D'INTERCOMPARAISON VISANT A HARMONISER LA VALIDATION DES METHODES DE PRELEVEMENT ET D'ANALYSE DES BIOAEROSOLS.

*Intercomparison work to harmonize validation of bioaerosols sampling and  
analysis methods*

P. Loison (1), L. Alonso (1), C. Coulais (1), C. Dziurla (1), C. Pogner (2), L. Piglmann (2), N. Turgeon (3), X. Simon (1)

1. Laboratoire de Métrologie des Aérosols, INRS, Vandoeuvre-lès-Nancy, France
2. Center for health & bioresources, unit bioresources, AIT, Tulln, Austria
3. Laboratoire de recherche sur les bioaérosols, IUCPQ-UL, Québec, Canada

**Correspondant** : Pauline Loison (pauline.loison@inrs.fr)

### Résumé

Une étude portant sur l'harmonisation des protocoles d'évaluation des performances des méthodes de mesure des bioaérosols, initié en partenariat avec deux autres instituts spécialistes dans ce domaine, est en cours à l'INRS. Ce projet a pour finalité de définir et de proposer des préconisations sur la mise au point et la validation des méthodes de prélèvement et d'analyse des bioaérosols. Pour répondre à cet objectif, un travail d'intercomparaison de génération d'un pool microbien complexe préparé et analysé de manière similaire dans les bancs expérimentaux propre à chaque institut a été réalisé. Les premiers résultats montrent des différences dans les niveaux de concentrations qu'il est possible d'atteindre ainsi que dans le comportement des microorganismes selon le dispositif de prélèvement utilisé.

**Mots-clefs** : Génération de bioaérosols, banc d'essai, biocollecteurs

### Abstract

A study on the harmonization of performance evaluation protocols for bioaerosol measurement methods, initiated in partnership with two other institutes specialized in this field, is currently underway at INRS. The aim of this project is to define and propose recommendations for the development and validation of bioaerosol sampling and analysis methods. To achieve this objective, intercomparison work has been carried out to generate a complex microbial pool, prepared and analyzed in a similar way on the experimental benches of each institute. Initial results show differences in the achievable concentration levels and in the behavior of the microorganisms depending on the sampler used.

**Keywords** : Generation of bioaerosols, test bench, biosamplers

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38922

## **P08 - APPLICATION DE LA PCR QUANTITATIVE A L'EVALUATION DE L'EXPOSITION DES TRAVAILLEURS AUX BIOAEROSOLS**

### *Application of quantitative PCR to the assessment of worker exposure to bioaerosols*

L. Alonso, P. Loison

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

**Correspondant** : Lise Alonso (lise.alonso@inrs.fr)

#### **Résumé**

Dans le cadre de l'évaluation des niveaux d'exposition professionnelle aux bioaérosols, la caractérisation de l'atmosphère des lieux de travail par la quantification est essentielle. La PCR quantitative (qPCR) est une méthode analytique, indépendante de la culture qui permet de détecter la présence de bioaérosols d'intérêts et de les quantifier. Ce projet a pour objectif de mettre au point et transférer au sein du réseau prévention une méthodologie simplifiée et optimisée basée sur l'analyse par qPCR. Pour ce faire, des essais seront développés et validés au laboratoire puis dans des secteurs professionnels variés pour lesquels la présence de micro-organismes d'intérêts recherchés par qPCR est connue (usinage des métaux, méthanisation, compostage).

**Mots-clefs** : bioaérosols, qPCR, biologie moléculaire

#### **Abstract**

As part of the assessment of levels of occupational exposure to bioaerosols, it is essential to characterise the workplace atmosphere by quantification. Quantitative PCR (qPCR) is a culture-independent analytical method for the detection and the quantification of bioaerosols. The aim of this project is to develop and transfer a simplified and optimised methodology based on qPCR analysis. Experiments will be developed and validated in the laboratory and then in several workplaces where the presence of microorganisms of interest quantified by qPCR is known (metalworking, methanisation, composting).

**Keywords** : bioaerosols, qPCR, molecular biology

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38924

## P09 - CONCEPTION D'UN TUNNEL DE BIOAEROSOLISATION POUR L'EXPERIMENTATION SUR LE TERRAIN

*A concept of wind tunnel for on-field experimental bioaerolization*

F.S. Lucas (1), A. Simons (1), R.Girault (2), C. Therial (1), F. Binet (2)

1. Laboratoire Eau, Environnement et Systèmes Urbains, Université Paris-Est Créteil, Créteil, France
2. UMR 6553 Ecobio, CNRS, Campus scientifique de Beaulieu, Rennes, France

**Correspondant** : Françoise Lucas (lucas@u-pec.fr)

### Résumé

La contribution des sols urbains et agricoles aux émissions de microorganismes pathogènes dans l'air reste encore peu évaluée alors qu'elle pourrait représenter un risque sanitaire notable. Différents facteurs influencent l'aérosolisation des sols, incluant le vent, la pluie, le type de sol, les amendements et la végétation. Afin d'étudier l'impact de ses facteurs sur la dynamique des communautés microbienne aéroportées, un tunnel d'aérosolisation a été conçu et construit avec la volonté qu'il soit durable, maniable, atteignant des vitesses de vent entre 4 et 10 m.s-1, opérable dans des conditions relativement stériles et bas-coût. La conception du tunnel a suivi une méthodologie agile d'amélioration continue.

**Mots-cléfs** : tunnel d'aérosolisation mobile, in situ, sol, bioaerosols, microorganismes

### Abstract

The contribution of soils to the emission of pathogenic microorganisms into the air is still poorly evaluated, although it could represent a significant health risk. Different factors influence soil aerosolization, including wind, rain, the soil type, amendments, and the vegetation. In order to study their on the dynamics of airborne microbial communities, a wind tunnel was designed in order to be durable, maneuverable, reaching wind speeds 4 to 10 m.s-1, operable in relatively sterile conditions, and low-cost. The design of the tunnel followed an agile methodology of continuous improvement.

**Keywords** : portable wind tunnel, in situ, soil, bioaerosols, microorganisms

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38943

## **P10 - AGENTS BIOLOGIQUES AEROPORTES : DU RESERVOIR AUX EFFETS SUR LA SANTE**

*Airborne biological agents: from reservoir to health effects*

P. Duquenne

Laboratoire d'Analyses Spatio-Temporelles des Expositions Chimiques, Département Ingénierie des Procédés,  
Vandoeuvre-lès-Nancy, France

**Correspondant** : Philippe Duquenne (philippe.duquenne@inrs.fr)

### **Résumé**

L'exposé rappelle les réservoirs contenant les agents biologiques et les phénomènes, d'origine naturelle ou anthropique, qui sont responsables de leur émission dans l'air. Il évoque les mécanismes impliqués dans le transport et le dépôt des entités microbiennes aéroportées, quelques situations d'exposition et de pénétration dans l'organisme. Les effets sur la santé sont également abordés.

**Mots-clés** : agents biologiques, émission dans l'air, transport et dépôt, exposition, effets sur la santé

### **Abstract**

The presentation reviews the reservoirs containing biological agents and the natural and man-made phenomena responsible for their release into the air. It discusses the mechanisms involved in the transport and deposition of airborne microbial entities, some situations of exposure and penetration into the body. Health effects are also discussed.

**Keywords** : biological agents, air emissions, transport and deposition, exposure, health effects

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2024-39657

**BIOAEROSOLS**

*Présidents de séance : Dr Philippe DUQUENNE, Pre Françoise LUCAS*

## EVALUATION DE DIFFERENTS MILIEUX DE CULTURE GENERALISTES POUR LE DENOMBREMENT DES BIOAEROSOLS DANS L'AIR DES LIEUX DE TRAVAIL

*Evaluation of culture media for measurement of workplace bioaerosols*

L. Alonso, P. Loison, L. Albers, C. Coulais, C. Dziurla

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

**Correspondant** : Lise Alonso (lise.alonso@inrs.fr)

### Résumé

Le dénombrement des bioaérosols sur milieux de culture est une méthode peu coûteuse, simple à mettre en place et qui fait toujours référence pour l'étude des bioaérosols dans l'air des lieux de travail. Pourtant, l'évolution des connaissances scientifiques et les retours d'expérience des utilisateurs indiquent que les milieux de culture utilisés ne sont pas toujours suffisamment sélectifs (des bactéries poussent sur un milieu destiné aux moisissures, par exemple). Ainsi, la croissance de différents micro-organismes en suspension liquide et après aérosolisation a été comparé au laboratoire sur plusieurs milieux de culture afin d'évaluer leur spécificité.

**Mots-clefs** : bioaérosols, quantification, milieux de culture

### Abstract

The enumeration of bioaerosols on culture media is a low-cost method that is easy to set up and is still the benchmark for studying bioaerosols in workplace air. However, developments in scientific knowledge and feedback from users indicate that the culture media used are not always sufficiently selective (e.g. bacteria grow on a medium intended for fungi). Therefore, the growth of different microorganisms in liquid suspension and after aerosolisation was compared in the laboratory on different culture media to assess their specificity.

**Keywords** : bioaerosol, quantification, culture media

DOI : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38923

## OPTIMISATION DE LA METHODE DE MESURE DES ENDOTOXINES DANS L'AIR DES LIEUX DE TRAVAIL : VALIDATION SUR LE TERRAIN.

*Optimization of the measurement method for airborne endotoxins in workplace atmospheres: validation in the field*

P. Loison, L. Alonso, C. Coulais, C. Dziurla, L. Albers, O. Witschger, X. Simon

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

**Correspondant** : Pauline Loison (pauline.loison@inrs.fr)

### Résumé

Les endotoxines, composés retrouvés dans la membrane externe des bactéries Gram négatif, peuvent représenter un danger pour la santé des salariés lorsqu'elles sont inhalées. En milieu professionnel, des opérations tel que le nettoyage au jet d'eau ou le retournement de compost peuvent mettre en suspension ces endotoxines. En 2005, l'INRS a proposé une méthode de mesure des endotoxines dans l'air des lieux de travail. Cependant, l'évolution des connaissances et des constats utilisateurs ont conduit l'INRS à engager de nouveaux travaux de recherche pour simplifier et optimiser la méthode. Les influences de la nature du filtre de collecte, de la conservation des échantillons et de l'utilisation d'une méthode de dosage alternative ont été étudiées sur le terrain afin de valider les résultats observés en laboratoire. Les données obtenues permettent de mettre à disposition une méthode de mesure optimisée et simplifiée.

**Mots-clefs** : endotoxines, prélèvement par filtration, conservation, mesure en atmosphère professionnelle

### Abstract

Endotoxins, compounds found in the outer membrane of gram-negative bacteria, can pose a health risk to workers if inhaled. In workplaces, activities such as water jet cleaning or compost turning can lead to airborne endotoxins. In 2005, INRS proposed a method to measure endotoxins in the workplace atmosphere. However, evolution in knowledges and user observations have led INRS to conduct new research to simplify and optimize the method. The influence of the type of collection filter, sample storage and the use of an alternative method were studied in the field to validate the results observed in laboratory. The results obtained make it possible to provide an optimized and simplified measurement method.

**Keywords** : endotoxins, filtration sampling, storage, workplaces measurement

DOI : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38919

## LEVITATION ACOUSTIQUE POUR L'ETUDE DE LA PERSISTANCE DES BIOAEROSOLS RESPIRATOIRES

### *Acoustic levitation for the study of respiratory bioaerosols persistence*

J. Leduc (1,2), J. M. Vyskocil (1,2), G. De Jesus Ferreira (1), T-L. Ha (1), E. Robine (1), L. Ait Ali Yahia (2), E. Géhin (2)

1. Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), Champs-sur-Marne, France
2. Univ Paris Est Créteil, CERTES, Créteil, France

**Correspondant** : Julian Leduc (julian.leduc@cstb.fr)

#### Résumé

Ce travail porte sur le développement d'un nouveau banc d'aérobiocontamination pour l'étude des bioaérosols supermicroniques produits lors d'une émission respiratoire. Le banc, placé dans un environnement confiné (BSL2+), permet la production et la mise en lévitation acoustique de particules liquides (supérieures à 20  $\mu\text{m}$  de diamètre) dans des ambiances abiotiques contrôlées et modulables en termes d'hygrométrie, de température et de chimie de l'air. Par l'intégration de moyens d'observation on-line et de collecte associée à de l'analyse différée, le dispositif permet d'adresser la caractérisation de ces aérosols selon des critères qui vont de l'observation de son état d'hydratation, de sa forme et taille, jusqu'à la détermination de sa composition, notamment sa charge biologique. La mise au point du banc ainsi que sa caractérisation sur le volet physique sont présentées.

**Mots-clés** : Aérosols respiratoires, Lévitation, Banc expérimental, Environnement contrôlé

#### Abstract

This work focuses on the development of a new aerobiocontamination bench for the study of supermicronic bioaerosols produced by respiratory emissions. The experimental bench, located in a confined facility (BSL2+), allows for the production and trapping in acoustic levitation of liquid particles (above 20  $\mu\text{m}$  in diameter) in controlled abiotic environments in terms of humidity, temperature and air chemistry. With the integration of on-line observation and collection means, associated to a deferred analysis, the system allows for the characterisation of these bioaerosols with criteria such as their hydration state, their shape, their size and the determination of their composition, including their biological load. The development of the bench and its physical characterisation are presented.

**Keywords** : Respiratory aerosols, Levitation, Experimental Bench, Controlled environment

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38905

## MESURE DES POUSSIÈRES, DES MICROORGANISMES ET DE L'AMMONIAC DANS L'AIR DES UNITES DE METHANISATION-COMPOSTAGE : ZONES CONCERNEES PAR LA POLYEXPOSITION ET CORRELATION ENTRE LES PARAMETRES MESURES

*Measurement of dusts, microorganisms and ammonia in the air of anaerobic digestion-composting plants: areas concerned by polyexposure and correlation between measured parameters*

P. Battais (1), F. Clerc (2), J. Kunz-Iffli (1), J. Grosjean (1), N. Monta (1), P. Duquenne (1)

1. Laboratoire d'Analyses Spatio-Temporelles des Expositions Chimiques, Département Ingénierie des Procédés, Vandoeuvre-lès-Nancy, France
2. Département Métrologie des Polluants, Vandoeuvre-lès-Nancy, France

**Correspondant** : Patricia Battais (patricia.battais@inrs.fr)

### Résumé

Les poussières ou Matières Particulaires Totales (MPT), ainsi que les microorganismes (bactéries/moisissures cultivables, endotoxines) sont des composés aéroportés que l'on retrouve souvent en quantités non négligeables dans l'air ambiant des usines de traitement de déchets, pouvant ainsi exposer les travailleurs à ces substances délétères. Des prélèvements atmosphériques de ces aérosols ont été réalisés au sein de six unités de méthanisation-compostage. Des corrélations ont été calculées entre les poussières et les agents biologiques mesurés, montrant une corrélation log-linéaire modérée avec les endotoxines et les bactéries mésophiles notamment. Une carte de chaleur a permis de mettre en évidence la polyexposition aux substances chimiques et biologiques dans ce secteur dans différentes zones en lien avec le procédé de méthanisation-compostage. Les résultats ont montré une polyexposition significative aux poussières, microorganismes cultivables, endotoxines et ammoniac en zone compostage dans la plupart des entreprises investiguées, avec des quantités d'agents biologiques souvent non négligeables également dans la partie préparation des déchets.

**Mots-clefs** : corrélations, poussières, microorganismes, méthanisation-compostage, polyexposition

### Abstract

Dusts also called Total Particulate Matter (TPM) and microorganisms (culturable bacteria/fungi, endotoxins) are airborne compounds which are frequently present in non-negligible quantities in ambient air of waste treatment units and could lead workers to be exposed to these deleterious substances. Some atmospheric samples of these aerosols have been taken from six anaerobic digestion/composting units. Some correlations were calculated between dusts and biological agents measured, showing a moderate log-linear correlation with endotoxins and mesophilic bacteria in particular. A heat map allowed to highlight the polyexposure to chemical and biological substances in this sector in various areas linked to the anaerobic digestion-composting process. The results showed a notable polyexposure to dusts, culturable microorganisms, endotoxins and ammonia in the composting part of most of the companies investigated, with also non-negligible quantities of biological agents in the waste preparation part.

**Keywords** : correlations, dusts, microorganisms, anaerobic digestion-composting, polyexposure

DOI : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38912

## IMPACT DE L'ESSUYAGE DES FROMAGES SUR L'AEROSOLISATION DES COMMUNAUTES MICROBIENNES DANS LES CAVES D'AFFINAGE EN CONDITIONS EXPERIMENTALES

### *Impact of cheese wiping on the aerolization of microbial community in ripening cellars under experimental conditions*

R.Fantelli (1,2), C. Delbès (2), P. Battais (1), S. Lechêne (1), P. Duquenne (1)

1. Laboratoire d'Analyses Spatiales et Temporelles des Expositions Chimiques, INRS, Vandoeuvre-lès-Nancy, France
2. Unité Mixte de Recherche sur le Fromage, INRAE d'Aurillac, Aurillac, France

**Correspondant** : Reshad Fantelli (reshad.fantelli@inrs.fr)

#### Résumé

Une expérimentation a été conduite dans des caves d'affinage de fromages expérimentales (INRAE, Aurillac) dans le but de mesurer l'impact de l'essuyage des fromages sur l'aérolisation des micro-organismes pour, ainsi, mieux comprendre comment les communautés microbiennes des caves d'affinage se dispersent d'environnements en environnements. Des prélèvements ont été effectués dans différents environnements (air, paroi des caves d'affinage, toiles de jute utilisées pour essuyer les fromages et croûtes de fromage). Les résultats montrent que les prélèvements d'air effectués durant les essuyages des fromages présentaient des niveaux de moisissures plus élevés (7 LogUFC/m<sup>3</sup> d'air) que ceux réalisés sans essuyage (2-3 LogUFC/m<sup>3</sup> d'air). Par ailleurs, les concentrations en moisissures mesurées sur les parois de chaque cave d'affinage a très légèrement augmenté au cours de l'affinage (2-3 LogUFC/m<sup>2</sup> à 4-5 LogUFC/m<sup>2</sup>). Ces résultats suggèrent que les micro-organismes aérolisés durant les essuyages se seraient déposés sur les parois. Les analyses des communautés microbiennes, en cours de traitement, permettront de mettre en évidence les liens entre les différents environnements et ainsi contribuer à mieux connaître les mécanismes d'émission et de transmission des micro-organismes.

**Mots-clefs** : Cave d'affinage expérimentale, fromage, moisissures, mécanismes d'émission

#### Abstract

An experiment was conducted in experimental cheese maturing cellars (INRAE, Aurillac) with the aim of measuring the impact of cheese wiping on the aerosolization of microorganisms in order to better understand how microbial communities from ripening cellars disperse from environments to environments. Samples were taken in different environments (air, walls of maturing cellars, cloths used to wipe cheeses and cheese rinds). The results show that air samples taken during cheese wiping had higher levels of molds (7 LogUFC/m<sup>3</sup> of air) than those taken without wiping (2-3 LogUFC/m<sup>3</sup> of air). Furthermore, the molds' concentrations measured on the walls of each maturing cellar were very slightly increased during maturing (2-3 LogUFC/m<sup>2</sup> to 4-5 LogUFC/m<sup>2</sup>). These results mean that the microorganisms aerosolized during wiping would be deposited on the walls. The analysis of the microbial communities, currently being processed, will be able to highlight the links between the different environments and thus contribute to better understanding the mechanisms of emission and transmission of microorganisms

**Keywords** : Experimental ripening cellar, cheese, molds, spreading mechanism

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38939

## MICROBIOTE ASSOCIE AUX BROUILLARDS DE FLUIDE DE COUPE

### *Microbiota associated with metal-working fluids aerosols*

A. Simons (1), C. Therial (1), R. Levilly (2), P. Duquenne (2), B. Facon (3), A. Pedros (3), V. Renevot (3),  
I. Colina Moreno (4), F.S. Lucas (1)

1. Laboratoire Eau, Environnement et Systèmes Urbains, Université Paris-Est Créteil, Créteil, France
2. Laboratoire d'Analyses Spatio-Temporelles des Expositions Chimiques, Département Ingénierie des Procédés, Vandoeuvre-lès-Nancy, France
3. Laboratoire des Biocontaminants, CRAMIF, Paris, France
4. Indra Analyse, Baillou, France

**Correspondant** : Alexis Simons (alexis.simons@u-pec.fr)

#### Résumé

Lors de l'utilisation des fluides de coupe, la formation d'aérosols porteurs de microorganismes représente un risque sanitaire pour les ouvriers. Cependant les caractéristiques du microbiote de ces aérosols restent mal connues. Afin de mieux évaluer les liens entre la contamination initiale (fluides de coupe, eau de réseau) et les microorganismes présents dans l'air, des prélèvements ont été menés dans 4 usines pour caractériser par culture et par approche moléculaire la concentration et la diversité microbienne. Les résultats préliminaires ont mis en évidence une contamination des fluides de coupe qui n'est pas liée de manière évidente à la qualité de l'eau ou de l'air ambiant.

**Mots-clefs** : Fluides de coupe aqueux, bioaérosols, qPCR, biodiversité

#### Abstract

The use of cutting fluids can produce aerosols containing microorganisms, which represent a health risk for workers. However, the characteristics of the microbiota in these aerosols remain poorly understood. In order to better assess the links between initial contamination (cutting fluids, water) and the airborne microorganisms, samples were taken from 4 plants to characterize microbial concentration and diversity by culture and molecular approach. Preliminary results show that contamination of cutting fluids is not clearly linked to the quality of water or air in the facility.

**Keywords** : Water-soluble metal-working fluid, bioaerosols, qPCR, biodiversity

**DOI** : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38945



**AÉROSOLS ISSUS DE COMBUSTION**

*Présidents de séance : Dr Cyprien JOURDAIN, Dr Jérôme YON*

## CORRECTION DE L'AUTO ABSORPTION DANS LES MESURES DE DIFFUSION ANGULAIRE DE LA LUMIERE PAR LES PARTICULES DE SUIE

### *Correction of angular light scattering signal trapping in soot measurements*

M. Littin (1), G. Lefevre (1), M. Mazur (1), A. Fuentes (2), J. Yon (1)

1. INSA Rouen Normandie, Univ. Rouen Normandie, CNRS, Normandie Univ., CORIA UMR 6614, Rouen, France
2. Departamento de Industrias, Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso, Chile

**Correspondant** : Mijail Littin (littinm@coria.fr)

#### Résumé

La caractérisation expérimentale optique des particules de suie est essentielle pour améliorer la compréhension des mécanismes d'agrégation et d'oxydation mis en jeu. Dans ce travail, des mesures expérimentales de la diffusion de la lumière au sein d'une flamme académique à une longueur d'onde de 520 nm et à un angle de diffusion de  $110,2^\circ$  sont présentées. Ces mesures révèlent une dissymétrie significative du signal collecté causé par un piégeage optique du signal diffusé (auto-absorption). Un modèle de ce piégeage est donc proposé afin de corriger cet effet dans les mesures de diffusion. L'impact de la correction du piégeage du signal est présenté.

**Mots-clés** : Particules de suie, Diffusion de lumière angulaire, Flamme axisymétrique, auto-absorption

#### Abstract

Experimental characterization of soot is recognized as essential for enhancing the understanding of aggregation and oxidation mechanisms. In this work, experimental measurements of angular light scattering at a wavelength of 520 nm for a scattering angle of  $110.2^\circ$  on an academic flame are presented. Significant dissymmetry is observed in the measurements, due to a phenomenon known as signal trapping. A model to correct this effect in angular light scattering measurements is introduced. The quantitative impact of signal trapping correction is presented, highlighting the implications of not taking this effect into account.

**Keywords** : Soot particles, Angular light scattering, Axisymmetric flame, Signal trapping

DOI : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38920

## AMPLIFICATION DE L'ABSORPTION DES SUIES ATMOSPHERIQUES INDUITE PAR LA MORPHOLOGIE DE LA PHASE REVETUE CONDENSEE.

### *Absorption enhancement of atmospheric black carbon driven by coating morphology*

C. Jourdain (1), Y. Wang (2,3), D. Neubauer (2), J. P. Symonds (4), U. Lohmann (2), A. Boies (1)

1. Department of Engineering, University of Cambridge, Cambridge, United Kingdom
2. Department of Environmental Systems Science, IAC, ETH Zürich, Zürich, Switzerland
3. School of Geosciences, University of Edinburgh, Edinburgh, United Kingdom
4. Cambustion Ltd, Cambridge, United Kingdom

**Correspondant** : Cyprien Jourdain (cj443@cam.ac.uk)

#### Résumé

L'émission de nanoparticules dans l'atmosphère telles que les suies et le carbone « brun », les sels, les plastiques et les métaux, est détrimentale au maintien d'un environnement durable. La conversion de gaz vers particules affecte l'état de mélange des nanoparticules à travers des phénomènes comme la condensation et la coagulation d'espèces semi-volatile environnantes tels que les composés d'aérosols organiques secondaires. Ensemble, ces phénomènes fondent le principe de vieillissement atmosphérique des suies. Dans ce travail, nous mettons l'accent sur le rôle de la morphologie des suies vieilles afin de proposer une réconciliation entre les mesures ambiantes et les modèles classiques. Nous proposons aussi une nouvelle description multi-étapes de l'état de mélange et des paramétrisations plus réalistes. Enfin, l'impact des suies sur le forçage radiatif direct est discuté.

**Mots-clefs** : revêtement, suie, morphologie, forçage radiatif

#### Abstract

The release of nanoparticles, including black and brown carbons, salts, plastics, and metals, in the atmosphere causes severe adverse effects on climate sustainability. Gas-to-particle conversion directly affects the mixing state of the nanoparticles through condensation and coagulation of available semi-volatile products such as secondary organic aerosols (SOA). These mechanisms form the framework of atmospheric soot ageing. In this work, we stress the role of the morphology of coated black carbon (BC) to help reconciling the discrepancies in absorption enhancement between ambient measurement and common models, and propose a new multistage mixing state description and more realistic parametrizations for global modelling. Finally, the impact of BC on the global direct radiative forcing is discussed.

**Keywords** : coating, black carbon, morphology, radiative forcing

## DEVELOPPEMENT D'UN BANC D'ESSAI POUR LA CARACTERISATION DU PROCESSUS D'OXYDATION DE NANOPARTICULES DE SUIE.

### *Development of a test setup for the characterization of soot particles oxidation processes*

G. Lefevre, M. Littin, M. Mazur, J. Yon

INSA Rouen Normandie, Univ. Rouen Normandie, CNRS, CORIA UMR 6614, Rouen, France

**Correspondant** : Guillaume Lefevre (guillaume.lefevre@coria.fr)

#### **Résumé**

Le but de cette étude est d'étudier le processus d'oxydation des nanoparticules de suie au sein des flammes. Pour ce faire, une installation expérimentale a été réalisée combinant un générateur de particules produisant un aérosol de particules stable et répétable injecté au centre d'un brûleur produisant une flamme d'oxydation ne produisant pas de suies. Des mesures d'émission et de diffusion angulaire de la lumière ont été effectuées sur ces particules en cours d'oxydation au sein de cette flamme afin d'obtenir l'évolution de la taille, la dimension fractale et la fraction de volume à différents stades d'oxydation.

**Mots-clefs** : Particules de suie, Oxydation, Diffusion de lumière angulaire

#### **Abstract**

The aim of this study is to investigate the oxidation process of soot nanoparticles within flames. To this end, an experimental set-up was set up combining a particle generator producing a stable and repeatable aerosol of particles injected into the center of a burner producing an oxidation flame that does not produce soot. Emission and angular light scattering measurements were carried out on these particles as they oxidized within the flame, to obtain the evolution of size, fractal dimension and volume fraction at different stages of oxidation.

**Keywords** : Soot particles, Oxidation, Angular light scattering

## LES FUMÉES D'INCENDIES DE FORÊT CANADIENS INFLUENCENT LA QUALITÉ DE L'AIR DANS LA COUCHE LIMITE PLANÉTAIRE EN EUROPE

### *Long-range transported wildfire smoke from Canada influences air quality in the planetary boundary layer in Europe*

Q. Hu (1), P. Goloub (1), E. Bourriane (1), E. Freney (2), R. Dupuy (2), V. Riffault (3)

1. LOA-Laboratoire d'Optique Atmosphérique, CNRS, UMR 8518, Univ. Lille, Lille, France

2. LaMP, Université de Clermont Ferrand, France

3. Centre for Energy and Environment, IMT Nord Europe, Institut Mines-Télécom, Université de Lille, Lille, France

**Correspondant** : Philippe Goloub (philippe.goloub@univ-lille.fr)

#### Résumé

En 2023, l'hémisphère nord a connu une saison des incendies de forêt exceptionnellement précoce et prolongée, avec une quantité importante de particules de fumée émises par les incendies, puis transportées sur de vastes zones. Les observations in situ et par télédétection réalisées à l'observatoire ATOLL de Lille, dans les Hauts-de-France, ont révélé la présence de particules de fumée pendant 90% de la période s'étendant de mai à septembre 2023. Cette étude porte sur un événement particulier au cours duquel des panaches de fumée nord-américaines transportées sur de longues distances ont pénétré dans la couche limite planétaire, affectant la qualité de l'air dans des régions situées à des milliers de kilomètres de la source de ces incendies de forêt.

**Mots-clés** : aérosol, transport longue distance, qualité de l'air, LIDAR, ACSM, WIBS, fluorescence

#### Abstract

In 2023, the northern hemisphere experienced an unusually early and prolonged wildfire season, with a significant amount of smoke particles released by forest fires and subsequently dispersed over vast areas. In situ and remote sensing observations at the ATOLL observatory in Lille, France, revealed the presence of smoke particles on 90% of the days from May to September 2023. This study focuses on a unique event during which North American smoke layers transported over long distances penetrated the planetary boundary layer, affecting air quality in areas thousands of kilometers away from the origin of the wildfires.

**Keywords** : aerosol, long-range transport, air quality, LIDAR, ACSM, WIBS, fluorescence

DOI : 10.25576/ASFERA-CFA2024-38931



## EXPOSANTS PARTENAIRES



## ADDAIR

189 rue Audemars – BP 70207  
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)

*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.*



## BERTIN TECHNOLOGIES

10 bis avenue Ampère  
78180 MONTIGNY LE BRETONNEUX

FRANCE

Tél. : +33 (0)1 39 30 60 10

Email : [sales-life@bertin.group](mailto:sales-life@bertin.group)

Site Web : [www.bertin-technologies.com](http://www.bertin-technologies.com)

*A travers ses marques BERTIN Health & Life Sciences et BERTIN Bioragent, BERTIN TECHNOLOGIES développe et fournit des équipements de laboratoire (homogénéisateurs, biocollecteurs d'air, biomarqueurs et bioréactifs) dédiés à l'industrie pharmaceutique (laboratoires et instituts de biotechnologie), ainsi qu'aux institut de recherche publics et privés.*

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

**Envicontrol**  
ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES

## CATALYTIC INSTRUMENTS GmbH&CoKB

Zellerhornstrasse 7  
83026 ROSENHEIM

ALLEMAGNE

Tél. : +49 8031 901777-0

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

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

*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*

## ENVITEC-ENVICONTROL

4 Route de Sartrouville  
78230 LE PECQ

FRANCE

Tél. : +33 (0)1 39 76 04 19

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

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

*ENVICONTROL distribue des instruments scientifiques spécialisés pour la mesure environnementale des gaz et des poussières, ainsi que les systèmes d'acquisition et gestion des données.*

*ENVICONTROL accompagne les acteurs de la recherche environnementale par le développement de solutions techniques fondées sur notre expertise scientifique et notre service à la clientèle.*



Location Vente Métrologie

## LVM'AIR

9 bis rue du Val  
27430 SAINT ETIENNE DU VAUVRAY

FRANCE

Tél. : +33 (0)6 37 37 89 59

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

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

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

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



## OBERON SCIENCES

300 avenue des Papeteries  
38190 VILLARD-BONNOT

FRANCE

Tél : +33 (0)6 45 37 57 83

Email : [contact@oberon.one](mailto:contact@oberon.one)

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

*OBERON SCIENCES mesure les particules dans l'air par une mesure automatique pour apporter une information de prévention, aider à la décision dans les domaines :*

- 1. sécurité et industrie : mesures des émissions industrielles*
- 2. biodiversité et environnement : mesure des pollens et des moisissures pour les risques d'allergie*
- 3. santé végétale : mesure précoce des spores pour anticiper les maladies fongiques*



Sunset  
Laboratory BV



® Knowledge  
Beyond  
Measurement.

## SUNSET LABORATORY BV

Science Park 106  
1018XG AMSTERDAM

THE NETHERLANDS

Tél. : +33 120 70 52 23 00

Email : [pavlos@sunlab.com](mailto:pavlos@sunlab.com)

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

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

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

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

*En 2000, nous avons développé le Model-4 Semi-Continuous OC/EC Field Analyzer, un analyseur OC-EC semi-continu pour la mesure in situ en temps quasi réel de l'aérosol de carbone.*

*La capacité de résolution temporelle et les techniques de correction de la pyrolyse au laser de cet instrument fournissent des informations détaillées sur les évolutions de la qualité de l'air.*

*Depuis 2020 un chargeur automatique est disponible pour le Lab OC-EC Aerosol Analyzer.*

## TSI France

Hôtel Technologique,  
BP 100, Technopôle de Château-Gombert  
13382 MARSEILLE

FRANCE

Tél. : +33(0)1 41 19 21 99

Email : [tsi.emea@tsi.com](mailto:tsi.emea@tsi.com)

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

*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.*

*Nous vous invitons à venir nous rencontrer sur notre stand pour discuter de vos projets.*



**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)



remercie pour leur soutien, ses Exposants Partenaires au CFA 2024



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

**Envicontrol**  
ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES



**oberon**  
S C I E N C E S



Retrouvez leurs activités p.69 et suivantes.

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



Conception R&D  
(Solution clé en mains,  
conception sur mesure)



Préstation étude sur site



SAV de qualité (mail,  
téléphone, réparations à  
distance)

# ADDAIR



Location courte ou  
longue durée d'un large choix  
d'instruments



Installation sur site



Formation à la livraison plus  
à la carte avec un  
accompagnement  
personnalisé

Notre site internet



BP 70207 - 189 rue Audemars - 78530, Buc, France  
+33 (0)9 88 22 20 30  
contact@addair.fr



[www.addair.fr](http://www.addair.fr)