



ASFERA

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

*UFR des Sciences, Université Paris 12
61 Avenue du Général de Gaulle 94010 Créteil*

Tél. : 01.45.17.18.37

E-mail : info@asfera.org - site : www.asfera.org

CFA 2009

24^{EME}

CONGRES

FRANÇAIS

SUR les

AEROSOLS

PARIS,

14-15 Janvier 2009

24^{EME} CONGRES FRANÇAIS SUR LES AEROSOLS CFA 2009

14 et 15 Janvier 2009

SOMMAIRE

| | <i>Pages</i> |
|--|--------------|
| Éditorial par le Dr. D. BOULAUD , Président de l'ASFERA. | 1 |
| Hommage au Dr. Jean-François FABRIES par le Professeur André Renoux Président d'honneur de l'ASFERA. | 5 |
| <i>AEROSOLS ET ENVIRONNEMENT</i> | |
| PARTICULES ULTRA FINES EMISES VEHICULES: ETAT DES CONNAISSANCES SUR LEURS EMISSIONS, GRANULOMETRIE, COMPOSITION CHIMIQUE ET EVOLUTION DANS L'ATMOSPHERE Dr. C. Seigneur Centre d'Enseignement et de Recherche en Environnement Atmosphérique (CEREA) – ENPC, 6 avenue Blaise Pascal, Cité Descartes, 77455 Champs sur Marne | 9 |
| ETUDE DU VIEILLISSEMENT EN MILIEU CONTROLE DES HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP) PRESENTS DANS LES PARTICULES FINES DE L'ATMOSPHERE G. Mirivel*, V. Riffault, J.C. Galloo Ecole des Mines de Douai, Département Chimie et Environnement, 941 rue Charles Bourseul, BP 10838, 59508 Douai Cedex | 10 |
| REACTIVITE HETEROGENE DES COMPOSES ORGANIQUES PROVENANCE DE LA COMBUSTION DE LA BIOMASSE AVEC L'OZONE: ETUDE V-VIS, PTR-MS ET GC-MS S. Net*, S. Gligorovski, L. Nieto-Gligorovski, B. Temime-Rousell et H. Wortham Laboratoire Chimie Provence, Equipe IRA, UMR 6264, Marseille Université- CNRS, 3 place Victor Hugo - Case 29, 13331 Marseille Cedex 3 | 11 |
| ETUDE DE LA PHOTO OXYDATION EN PHASE AQUEUSE DES PRODUITS D'OXYDATION DE L'ISOPRENE – IMPACT SUR LA FORMATION DE NOUVEAUX AOS LORS DE CYCLES EVAPO-CONDENSATION DES NUAGES Y. Liu*, I. El Haddad, B. Temime, N. Marchand, E. Quivet, A. Monod Laboratoire Chimie Provence, UMR-CNRS 6264 Equipe instrumentation et Réactivité Atmosphérique Université de Provence, 3 place Victor Hugo, case 29, 13331 Marseille Cedex 03 | 12 |
| MESURE PAR CORRELATION TURBULENTE DE LA VITESSE DE DEPOT SEC DES AEROSOLS SUBMICRONIQUES SUR DIFFERENTS COUVERTS NATURELS P. E. Damay*(1), D. Maro(1), A. Coppalle(2), E. Lamaud(3), O. Connan(1), D. Hébert(1), M. Talbaut(2), et M. Irvine(3) 1) Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, DEI/SECRE/LRC, 50130 Cherbourg Octeville. (2)UMR 6614, Complexe de Recherche Interprofessionnel en Aérothermochimie, 76801 Saint Etienne du Rouvray. (3) UR 1263 Ephyse, Institut National de la Recherche Agronomique, 33883 Villenave d'Ornon | 13 |

| | |
|---|----|
| IMPACT DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE (PARTICULES ET DIOXYDE D'AZOTE) SUR LES COMMUNAUTES MICROBIENNES DE BRYOPHYTES DANS 3 LIEUX DIFFEREMENT POLLUES | 14 |
| C. Meyer*(1), D. Gilbert (1), A. Gaudry (2), M. Franchi (1), H. Nguyen-Viet (3), F. Denayer (4), N. Bernard (1) | |
| (1) Laboratoire de Chrono-Environnement, UMR UFC/CNRS, USC INRA, Université de Franche-Comté, Place Leclerc F-25030 Besançon (2) Groupe d'Analyses Élémentaires, Laboratoire Pierre Süe (CNRS/CEA), CEA Saclay, F-91191 Gif-sur-Yvette (3) Department of Public Health and Epidemiology, Swiss tropical Institute, Socinstrasse 57, P.O Box, CH-4002 Basel, Switzerland | |
| (4) Département de Botanique et de Cryptogamie, Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques de Lille, B.P. 83, F-59006 Lille Cedex | |

FILTRATION

| | |
|---|----|
| MESURE DE L'EFFICACITE DE FILTRATION DES PARTICULES NANOMETRIQUES | 15 |
| N. Michielsens*, S. Bondiguel et C. Brochot Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, Service d'Etudes et de Recherches en Aérodispersion des polluants et en Confinement, BP 68, 91192 Gif-sur-Yvette Cedex | |
| INCIDENCE D'UNE FUITE SUR LES PERFORMANCES DES MEDIAS FIBREUX DANS LE DOMAINE NANOMETRIQUE | 16 |
| G. Mouret (1), D. Thomas (1), S. Calle-Chazelet (1), D. Bémer (2) (1) Nancy-Université/LSGC/CNRS, 1 rue Grandville, BP 20451, 54001 Nancy Cedex (2) INRS, Ingénierie des Procédés, Avenue de Bourgogne, 54501 Vandoeuvre-les-Nancy Cedex | |
| ETUDE DE L'EVAPORATION D'UN AEROSOL LIQUIDE SEMI-VOLATIL COLLECTE SUR FILTRE À FIBRES | 17 |
| B. Sutter*(1,2), J.C. Appert-Collin (2), D. Bémer (1) et D. Thomas (2) (1) INRS, Rue du Morvan, CS 60027, 54519 Vandoeuvre Lès Nancy Cedex (2) LSGC-CNRS, Nancy Université, 1 rue Grandville BP 20451, 54001 Nancy | |
| INFLUENCE DE L'HUMIDITE SUR LA FILTRATION TRES HAUTE EFFICACITE D'UN AEROSOL NON-HYGROSCOPIQUE : CAS D'UN FILTRE PLAN ET D'UN FILTRE À PETITS PLIS | 19 |
| A. Joubert* (1,2), J.C. Laborde (1), L. Bouilloux (1), D. Thomas (2) (1) IRSN – DSU – SERAC - Laboratoire d'Expérimentations en Confinement, Epuration et Ventilation, BP 68, 91192 Gif-sur-Yvette Cedex (2) Laboratoire des Sciences du Génie Chimique – CNRS / Nancy Université BP 20451 54001 Nancy Cedex | |
| FILTRATION DE GAZ ISSUS DE LA GAZEIFICATION DE LA BIOMASSE PAR UN ÉLECTROFILTRE FIL/CYLINDRE | 21 |
| A Villot*, Y. Gonthier, E. Gonze, A. Bernis Laboratoire d'Optimisation de la Conception et de l'Ingénierie de l'Environnement, Polytech'Savoie, 73376 Le Bourget du Lac. | |

BIOAEROSOLS

| | |
|---|----|
| IMPACT DE L'ÉPURATION MICROBIOLOGIQUE DE L'AIR SUR L'EXPOSITION DES OCCUPANTS | 23 |
| S. Delaby (1,3), E. Robine (1), P. Petinga (2), P. Petit (2), P.-J. Vialle (2), E. Géhin (3) (1) Laboratoire de Microbiologie des Environnements Intérieurs, CSTB, Département du Développement Durable, Champs sur Marne (2) Laboratoire Qualité des Ambiances Intérieures, Centre Recherche & Innovation CIAT, Culoz (3) Centre d'Etudes et de Recherche en Thermique, Environnement et Systèmes, Université Paris 12, 94010 Créteil | |
| COLONISATION FONGIQUE DES MEDIAS FIBREUX FILTRANTS UTILISES POUR LE TRAITEMENT DE L'AIR INTÉRIEUR | 24 |
| J.C. Bonneville-Perrier, L. Le Coq, Y. Andres Ecole des Mines de Nantes, GEPEA UMR CNRS 6144, 4 rue A. Kastler, BP 20277, 44307 Nantes Cedex 3 | |

EVALUATION DES MOYENS DE COLLECTE ET D'ANALYSE DÉDIÉES À LA DÉTECTION DES AÉROSOLS DE LÉGIONELLES 25
T.L. Ha-Duez* (1), E. Robine (1), J. Simonet (2), L. Mathieu (2)
(1) Laboratoire de Microbiologie des Environnements Intérieurs, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, 77447 Marne la Vallée cedex. (2) Ecole Pratique des Hautes Etudes – Université Henri Poincaré Nancy, 54500 Vandoeuvre lès Nancy

ETUDE DE LA PERSISTANCE DES LEGIONELLES AEROSOLISEES: IMPACT DE FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX 26
J. Simonet (1), T.L. Ha-Duez (2), E. Robine (2), L. Mathieu (1).
(1) Laboratoire d'Hydroclimatologie Médicale Environnement et Santé, Ecole Pratique des Hautes Etudes (EPHE), Faculté de Médecine, Nancy-Université, 9 Avenue de la Forêt de Haye, BP 184, 54505 Vandoeuvre-lès-Nancy Cedex
(2) Laboratoire Microbiologie des Environnements Intérieurs, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB - DESE / Santé), 84 avenue Jean Jaurès, 77447 Marne la Vallée Cedex

CARACTÉRISATIONS PHYSIQUES ET BIOLOGIQUES D'UN BIOAÉROSOL EXPÉRIMENTAL GÉNÉRÉ PAR BULLAGE D'AIR À TRAVERS UN FILM DE SUSPENSION BACTÉRIENNE 27
X. Simon* (1), P. Duquenne (1), V. Koehler (1), M. Faure (2), G. Greff-Mirguet (1)
Institut National de Recherche et de Sécurité, rue du Morvan – CS 60027, 54519 Vandoeuvre les Nancy Cedex.
(1) Laboratoire de Métrologie des Aérosols, (2) Laboratoire Procédé et Epuration des Polluants

PHYSIQUE DES AEROSOLS

CARACTERISATION PHYSIQUE DES AGREGATS DE SUIE DANS LES FLAMMES PAR ANALYSE ANGULAIRE DE LA DIFFUSION DE LA LUMIERE 29
L. Lucas*, J. Yon, A. Coppalle
UMR 6614 CORIA, CNRS, Université et INSA de Rouen, Site Universitaire du Madrillet, Avenue de l'Université BP12, 76801 Saint Etienne du Rouvray Cedex

VISUALISATION EN TEMPS REEL DES AEROSOLS EMIS LORS DE L'ABLATION PAR LASER DE PEINTURES 31
P. Dewalle* (1,2,3,4), J. Vendel (1), J.-M. Weulersse (2), P. Hervé (3), G. Decobert (4)
(1) Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire, Service d'Etudes et de Recherches en Aérodispersion des polluants et en Confinement, BP 68, 91192 Gif-sur-Yvette Cedex
(2) Commissariat à l'Energie Atomique, Service de Chimie Physique, 91191 Gif-sur-Yvette Cedex
(3) Laboratoire d'Energétique et d'Economie d'Energie, Pôle Scientifique et Technologique de Ville d'Avray, Université Paris X-Nanterre, 1 chemin Desvallières, 92140 Ville d'Avray
(4) AREVA NC, Direction Technique, Business Unit Valorisation, 33 rue Lafayette, 75442 Paris Cedex 09

COMPARAISON DES MOBILITE D'IONS EN POST DBD/CORONA 33
E. Bourgeois* (1), N. Jidenko (1), M. Alonso (2), J.P. Borra (1)
(1) Equipe Décharges Electriques et Environnement du Laboratoire de Physique des Gaz et des Plasmas (UMR 8578 CNRS – Université Paris-Sud Orsay, F-91405) SUPELEC, Plateau Moulon, F-91192 Gif Sur Yvette, France (2) National Center for Metallurgical Research (CSIC). Gregorio del Amo, 8. 28040, Madrid, Spain

- ETUDE DU TAUX DE NEUTRALISATION DU POLONIUM-218** 34
PROCEDES DE FABRICATION DES NANOPARTICULES
 T. Amodeo* (1), C. Dutouquet (1), M. Attoui (2), E. Fréjafon (1), O. Le Bihan (1).
 (1) INERIS, Direction des Risques Chroniques, Unité Qualité de l'Air, Parc Technologique Alata, BP 2, 60550 Verneuil En Halatte.
 (2) Université Paris 12 Val de Marne, 61 avenue du Général De Gaulle, 94010 Créteil Cedex.
- LES PARTICULES TOTALES ET RESPIRABLES DANS LA FABRICATION DES MOUSSES DE POLYURÉTHANE :CONCENTRATION PONDÉRALE SUR COUPELLE ROTATIVE.** 35
 A. Akachat*(1), H. Rebbah (1)
 (1) Laboratoire de matériaux minéraux et composites, Université Med Bougara, Avenue de l'Indépendance, 35000 Boumerdès, Algérie.
- ETUDE DE LA GÉNÉRATION DE NANOPARTICULES PAR ÉCLATEMENT DE BULLES** 36
 A. Charvet (1) *, S. Vila (1), A. Bernis (1),
 (1) Laboratoire Optimisation de la Conception et Ingénierie de l'Environnement, Polytech'Savoie, Savoie Technolac, 73376 LE BOURGET DU LAC
- MESURE DE L'AÉROBIOCONTAMINATION DANS UNE USINE DE FABRICATION DE SAUCISSONS SECS** 37
 P. Duquenne*, X. Simon, V. Koehler, G. Greff
 Laboratoire de Métrologie des Aérosols, INRS, rue du Morvan, CS 60027, 54519, Vandoeuvre Cedex
- ETUDE DE LA VARIATION SAISONNIERE DES AEROSOLS DU NORD TUNISIEN** 38
 F. Ellouz*(1), M. Masmoudi (1) et K. Medhioub (2)
 (1) Department of Physics, Sfax University, Tunisia
 (2) Institut Préparatoire aux Etudes d'Ingénieurs de Sfax, (IPEIS) Sfax, Tunisia
- DÉVELOPPEMENT D'UN SYSTÈME DE DOPAGE "PM " : PREMIERS ESSAIS** 39
 I. Fraboulet* (1), O. Le Bihan (1), N. Karoski (1), D. Calabrese (2), C. Froment (1), A. Dermigny (1),
 (1) Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS), Parc Technologique Alata, BP 2, 60550 Verneuil-en-Halatte.
 (2) LN Industries, 46, Chemin de l'Etang, BO Box 256, CH-1219 Châtelaine / Genève, Suisse
- CARACTERISATION DES PARTICULES GENEREES PAR LA COMBUSTION D'ENCENS** 40
 X. Ji* (1,6), M. Nicolas (2), O. Le Bihan (1), O. Ramalho (3), C. Mandin (1), D'Anna Barbara (2), L. Martinon (4), D. Bard (5) et J-C. Pairon (6)
 (1) Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS), Parc Technologique Alata, BP 2, 60550 Verneuil-en-Halatte (2) Institut de Recherches sur la Catalyse et l'Environnement (IRCE), Lyon (3) Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB), Champs/Marne (4) Laboratoire d'étude des particules inhalées (LEPI), Paris (5) Ecole nationale de la santé publique (ENSP), Rennes (6) INSERM U 841 et Université Paris 12, Créteil
- EVALUATION DES EMISSIONS DE NANOPARTICULES A PARTIR D'UN PRODUIT FINI: ÉTUDE DE FAISABILITÉ** 41
 O. Le Bihan* (1), K. Schierholz (2)
 (1) Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS), Parc Technologique Alata, BP 2, 60550 Verneuil-en-Halatte
 (2) NANOLEDGE Inc., 75 bvd de Mortagne, Suite 123, Boucherville, Québec, J4B 6Y4
- INFLUENCE DE DIFFERENTS PARAMETRES SUR LE COLMATAGE DES FILTRES THE INDUSTRIELS PAR LES AÉROSOLS FORMÉS EN CAS DE FEUX DE MATÉRIAUX SOLIDES** 42
 V.M. Mocho*, L. Bouilloux, F.X. Ouf
 Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire
 Direction de la Sécurité des Usines, des laboratoires, des transports et des déchets
 Service d'Études et de Recherches en Aérodispersion des polluants et en Confinement
 B.P. 68 – 91 192 GIF-SUR-YVETTE Cedex, France
- FIABILISER LES RESULTATS DE TESTS D'EPURATEURS D'AEROBIOCONTAMINANTS PAR LA QUALIFICATION DE LA PLATEFORME D'ESSAI.** 43
 P. Petinga*(1), P. Petit(1), P.-J. Vialle(1) et E. Robine(2)
 1) Laboratoire Qualité des Ambiances Intérieures, Centre Recherche et Innovation, CIAT, 01350 Culoz. (2) Laboratoire de Microbiologie des Environnements Intérieurs, CSTB, 77421 Champs-sur-Marne

**IMPACT DES COMPOSES SEMI-VOLATILS DU TRAFIC SUR LA QUALITE DE L'AIR
À L'ÉCHELLE RÉGIONALE** 44
K. Sartelet* (1), E. Debry (1, 2), M. Tombette (1, 3), P. Chazette (4), C. Seigneur (1)
(1) Centre d'Enseignement et de Recherche en Environnement Atmosphérique,
Laboratoire Commun ENPC/EDF R&D, Université Paris-Est, 6-8 Avenue Blaise Pascal, Cité Descartes,
Champs sur Marne, 77 455 Marne la Vallée Cedex 2, (2) Maintenant à Institut National de l'Environnement
industriel et des Risques, Parc Technologique ALATA BP 2 60550 Verneuil-en-Halatte, (3) Maintenant à Institut de Radioprotection
et de Sécurité Nucléaire, 31, avenue de la Division Leclerc, 92260 Fontenay-aux-Roses, (4)

**CARACTERISATION DES EMISSIONS ATMOSPHERIQUES (NOX, SO2, CO2, PARTICULES)
LIÉES AUX NAVIRES SUR LA ZONE PORTUAIRE DE CHERBOURG-OCTEVILLE** 45
P. Roupsard, O. Connan, D. Hebert, D. Maro
Laboratoire de Radioécologie de Cherbourg-Octeville, Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire, IRSN/DEI/SECRE/LRC,
50130 Cherbourg-Octeville

**MESURE DE LA CONCENTRATION DES AEROSOLS PRODUITS PAR UN FEU D'ARMOIRE
ÉLECTRIQUE RÉELLE DANS UNE INSTALLATION MULTI-LOCAUX VENTILÉE** 46
P. Zavaleta*(1), M. Coutin(1), S. Moreau(1), H. Pretrel(1) et FX. Ouf(2).
(1) Laboratoire d'Expérimentation des Feux, Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire,
13115 Saint Paul Lez Durance Cedex.
(2) Laboratoire de Physique et de Métrologie des Aérosols, Institut de Radioprotection et de
Sécurité Nucléaire, 91192 Gif-Sur-Yvette Cedex.

METROLOGIE DES AEROSOLS ET CARACTERISATION DES SOURCES

**MISE EN EVIDENCE DE LA DISPERSION DE PARTICULES FINES DANS LE SILLAGE
D'UNE ROUE DE VÉHICULE** 47
F. Gérardin* (1,2), C. Gentric (2), N. Midoux (2)
(1) Département Ingénierie des Procédés - Institut National de Recherche et de Sécurité
– rue du Morvan - CS 60027 - 54519 Vandoeuvre Lès Nancy Cedex
(2) Laboratoire des Sciences du Génie Chimique, UPR 6811, Centre National de la Recherche
Scientifique – Ecole Nationale Supérieure des Industries Chimiques – Institut National Polytechnique
de Lorraine - 1 rue Grandville BP 20451 - 54001 Nancy Cedex

**ETUDE DES AEROSOLS AU COURS D'UN FEU D'HYDROCARBURE DANS UNE INSTALLATION
À PLUSIEURS LOCAUX VENTILÉS** 49
S. Moreau*, H. Pretrel, W. Le Saux et P. Zavaletta
Laboratoire d'Expérimentation des Feux (DPMA/SEREA/LEF), Institut de Radioprotection
et de Sécurité Nucléaire (IRSN), Centre de Cadarache, BP N°3, 13115 Cedex, St Paul-lez-Durance

**SPECIATION PAR MICROSPECTROMETRIE RAMAN D'AEROSOLS SUSCEPTIBLES DE SE
FORMER DANS LE CIRCUIT PRIMAIRE D'UN REACTEUR NUCLEAIRE EN CAS
D'ACCIDENT GRAVE.** 50
M. Lacoue-Nègre(1,2), S. Sobanska(1) H. Mutelle(2) et C. Brémard(1)
(1) Laboratoire de Spectrochimie Infrarouge et Raman (LASIR UMR CNRS
8516), Université des Sciences et Technologies de Lille, bât C5, 59596 Villeneuve d'Ascq cedex (2) Laboratoire
d'Essais Analytiques / SEREA / DPAM / IRSN, Bât. 327
Centre de Cadarache 13108 Saint Paul lez Durance

VALIDATION D'UN MODELE DE TRANSFERT DES AEROSOLS DANS UN LOCAL VENTILE 51
P. Nerisson*(1), L. Ricciardi(1), O. Simonin(2), A. Douce(3), J. Fazileabasse(3).
(1) Laboratoire d'Etudes et de Modélisation en Aérodispersion et Confinement, IRSN/DSU/SERAC,
BP 68, 91192 Gif sur Yvette cedex. (2) Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse, allée du
Professeur Camille Soula, 31400 Toulouse. (3) EDF R&D, 6 quai Watier, BP 49, 78401 Chatou cedex

**SURFACE DES PARTICULES NANOSTRUCTUREES DISPERSEES DANS L'AIR :
ETUDE DES RÉPONSES DE DIFFÉRENTS INSTRUMENTS** 53
S. Bau* (1, 2), O. Witschger (1), F. Gensdarmes (2), D. Thomas (3)
(1) Institut National de Recherche et de Sécurité, Laboratoire de Métrologie des Aérosols,
BP 27, 54501 Vandoeuvre Cedex.
(2) Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire, Service d'Etudes et de Recherches en
Aérodispersion des polluants et en Confinement, BP 68, 91192 Gif-sur-Yvette Cedex.
(3) Laboratoire des Sciences du Génie Chimique CNRS/LSGC, 54000 Nancy

- METHODE DE CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE POUR LE SUIVI ET LA SÉCURISATION DES PROCÉDÉS DE FABRICATION DES NANOPARTICULES** 55
T. Amodeo* (1), C. Dutouquet (1), M. Attoui (2), E. Fréjafon (1), O. Le Bihan (1).
(1) INERIS, Direction des Risques Chroniques, Unité Qualité de l'Air, Parc Technologique Alata, BP 2, 60550 Verneuil En Halatte. (2) Université Paris 12, département mesure physique, Val de Marne, 61 avenue du Général De Gaulle, 94010 Créteil Cedex
- EFFET DE LA TAILLE DES AEROSOLS ET DE LEUR VITESSE DE FILTRATION SUR LA MESURE DE L'ACTIVITE DES AEROSOLS RADIOACTIFS EMETTEURS ALPHA PRELEVES SUR FILTRE** 57
T. Geryes* (1,2), C. Monsanglant-Louvet (1), E. Géhin (2).
(1) Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, Service d'Etudes et de Recherches en Aérodispersion des polluants et en Confinement, BP 68, 91192 Gif-sur-Yvette Cedex. (2) Centre d'Etudes et de Recherches en Thermique, Environnement et Systèmes, Université Paris XII, 61 av. du Général de Gaulle, 94010 Créteil Cedex
- REAL TIME MEASUREMENT OF AEROSOL PRODUCED BY MEDICAL NEBULIZERS** 58
L. Vecellio* (1), P. Kippax (2), S. Rouquette (3), P. Diot (1)
(1) INSERM U-618, Tours, F-37000 France; IFR-135, Tours, F-37000 France; Université François Rabelais de Tours, F-37000 France. (2) Malvern Instruments Limited, Enigma Business Park, Grovewood Road, Malvern, Worcestershire, WR5 3RL, UK. (3) Malvern Instrument SA, Parc Club de l'Université, 30 Rue Jean Rostand, 91893 Orsay Cedex, France
- EXERCICE INTER-LABORATOIRE POUR LA MESURE DE LA CONCENTRATION MASSIQUE DES PM10 DANS L'AIR AMBIANT** 59
A.Ustache* (1), G. Aymoz (1), L. Marelli (2), H. Marfaing (3), F. Mathé (4), F. Lagler (2), L. Emblico (2), O. Le Bihan (1)
(1) Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS), Parc Technologique Alata, BP 2, 60550 Verneuil-en-Halatte. (2) JRC Ispra (3) AIRPARIF, 7 rue Crillon, 75004 Paris, France (4) Département Chimie et Environnement, Ecole des Mines de Douai, 59508 Douai

Annonce des exposants

Le Président

Notre 24^{ème} Congrès Annuel (CFA 2009) se tient donc, en ce début d'année, pour la cinquième fois, à la Maison de la Mutualité à Paris, les 14 et 15 janvier 2009.

Vous disposez donc cette année comme l'année dernière, d'une part des résumés sous forme papier pour vous aider à vous repérer dans le contenu scientifique du programme pendant la durée du congrès, d'autre part des Actes au moment de l'ouverture du congrès, sous forme d'un CD, pour vous permettre d'approfondir et d'archiver facilement cette conférence. C'est là, à nouveau, un choix qui vous permettra de profiter au maximum de ces deux journées très intenses sur le plan scientifique. Cette amélioration, nous la devons en grande partie au dévouement de notre secrétaire général et trésorière le **Pr. Evelyne Géhin** qui assurent depuis plusieurs années l'édition de ces Actes avec l'assistance de son équipe du CERTES de l'Université Paris XII, notamment le **Dr. Abderrahim Boudenne**. Cette année encore, ils ont réalisé des prouesses.

Ce CFA 2009 réunit près de 100 participants qui vont assister à 43 communications dont deux conférences plénières présentées, d'une part par le **Dr. Christian Seigneur**, responsable du Centre d'Enseignement et de Recherche en Environnement Atmosphérique, d'autre part par le **Pr. Gérard Gousbet**, Professeur émérite à l'INSA de Rouen. Ces conférences vont sans doute passionner l'assistance en abordant des sujets très différents, mais tous deux liés à des thèmes porteurs en physique et métrologie des aérosols, notamment atmosphériques : d'une part, avec l'état des connaissances sur les particules ultra-fines émises par les véhicules, d'autre part sur la petite et la grande histoire de la théorie de Lorenz-Mie et de sa généralisation par notre conférencier. Je rappelle, à cet égard, que l'article fondateur de cette théorie a été publié il y a maintenant tout juste un siècle.

Le CFA 2009 est, pour les thèmes, dans la tradition des CFA précédents, nous y retrouvons cinq grandes sessions :

- Les aérosols et l'environnement,
- La filtration des aérosols,
- Les bio-aérosols,
- La physique des aérosols,
- La métrologie des aérosols et la caractérisation des sources.

Cette année, devant le nombre de communications soumises (**43**) nous avons été amenés, pour la première fois de l'histoire du CFA, à mettre en place une **session Posters** qui reprend les différentes thématiques des sessions orales. Je tiens à préciser que dans l'esprit du comité scientifique du CFA 2009, il n'y a pas de hiérarchie entre les présentations orales et les présentations posters. Il s'agit plus d'une adaptation équilibrée de nos deux journées au nombre de communications présentées.

A la fin de notre première journée de congrès le prix Jean Bricard sera remis officiellement à **Guillaume Mouret**, du laboratoire mixte entre le Laboratoire des Sciences du Génie Chimique (ENSIC/CNRS) et l'Institut National de Recherches et de Sécurité, pour son travail remarquable sur la filtration des nanoparticules. Je vous rappelle que ce prix récompense un(e) jeune chercheur(se) pour une contribution importante et originale dans le domaine de la science des aérosols.

Du, 25 au 29 août 2008 s'est tenue à Thessalonique, Grèce, l'European Aerosol Conference 2008 qui a réuni près de 800 participants.

Durant cette conférence, le Pr. Evelyne Géhin et moi-même avons représenté l'ASFERA au bureau directeur de l'European Aerosol Assembly (EAA). Lors de cette réunion, le bureau directeur de l'EAA a confirmé les propositions faites, d'une part par l'association Allemande de tenir l'EAC 2009 à Karlsruhe, du 6 au 11 septembre 2009, d'autre part, par l'association Anglaise de tenir l'EAC 2011 à Manchester du 4 au 9 septembre 2011.

Par ailleurs, pour ceux qui n'auraient pas encore noté, je vous rappelle que la future conférence internationale (IAC 2010) se tiendra à Helsinki en Finlande du 29 août au 3 septembre 2010. En ce qui concerne les futures conférences européennes sur les aérosols nous avons pu noter les candidatures de l'Espagne pour Grenade en 2012 et de la république Tchèque pour Prague en 2013. Il convient toutefois de préciser que ces deux dernières candidatures ne sont pas encore officiellement retenues.

Je vous incite donc à participer activement à toutes ces conférences montrant ainsi le dynamisme de notre recherche en science des aérosols.

Je vous rappelle, une fois de plus, que l'ASFERA s'est dotée de son site www.asfera.org qui est opérationnel depuis plusieurs années. A cet égard, le bureau de l'ASFERA a décidé d'administrer directement son site ce qui devrait nous permettre de gagner en réactivité. Ainsi, pour les prochains CFA comme pour cette année, une grande partie des informations et des renseignements pourra y être trouvée. **Olivier WITSCHGER**, membre du bureau directeur de l'ASFERA, qui était le correspondant pour notre site depuis de nombreuses années à passer le relais à **Abderrahim Boudenne**. Je les remercie chaleureusement tous les deux, l'un pour le travail accompli, l'autre pour le travail à venir.

Je tiens à remercier également notre fidèle partenaire : la revue "*Pollution Atmosphérique*" qui publie les résumés des communications dans l'année suivant notre congrès. Cette année nous retrouvons, comme l'année dernière, nos exposants. Je les remercie chaleureusement de nous faire à nouveau confiance.

Une fois encore, je remercie le bureau de l'ASFERA, qui, en tant que Comité Scientifique, a construit le programme du CFA 2009. Il contribue, par ailleurs, comme vous tous, au fonctionnement et au rayonnement de notre association.

Mes remerciements vont également vers les étudiants du Master Science et Génie de l'Environnement des Universités Paris XII et Paris VII qui vont vous accueillir pendant les deux journées de la conférence.

Je remercie un grand nombre d'entre vous pour leur fidélité et si ce Congrès annuel est si vivant, d'un niveau scientifique et technique si remarquable, je n'oublie pas que c'est grâce à tous nos auteurs et talentueux conférenciers.

Enfin, je tiens à remercier personnellement le **Professeur AndréRenoux** pour l'hommage qu'il rend dans ces actes à notre regretté **Jean François Fabries**, disparu prématurément il ya bientôt deux ans.

Pour conclure, je vous donne rendez vous à tous en 2010 pour notre 25^{ème} congrès.

Denis BOULAUD
Président de l'ASFERA

COMITE SCIENTIFIQUE du CFA 2009

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

Le Président

Docteur Denis BOULAUD, Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire

Le Secrétaire Général

Professeur Evelyne GEHIN, Université Paris 12

Les membres

Docteur Jean-Pascal BORRA, LPGP, CNRS- Univ Paris XI, SUPELEC

Professeur Gérard GOUESBET, LESP INSA Rouen URA, CNRS 230 CORIA

Docteur Gérard GREHAN, LESP INSA Rouen URA, CNRS 230 CORIA

Docteur Sophie MAZOUÉ, Régie Autonome des Transports Parisiens

Professeur André Renoux (*Président d'Honneur*)

Docteur Enric ROBINE, LMEI, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB)

Professeur Dominique Thomas, LSGC, Université Nancy 1

Professeur George TYMEN, Université de Bretagne Occidentale

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

Jean-François FABRIÈS (1949-2006)

Par André RENOUX

Président d'honneur de l'ASFERA

Né le 23 février 1949 à NANCY où il fait de brillantes études primaires et secondaires, Jean-François FABRIÈS obtient son diplôme d'Ingénieur de l'École Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Génie Chimique (ENSICG) en juin 1972. Le 18 juin 1976, à l'Université Paul SABATIER de Toulouse, il devient Docteur Ingénieur (Mention TRES HONORABLE AVEC FELICITATIONS du JURY) et le 30 octobre 1996, il soutient, à l'Institut National Polytechnique de Lorraine, son Habilitation à Diriger des Recherches (HDR).

On peut scinder sa carrière en deux parties principales. La première commence au début de l'année 1973 lorsque, boursier de thèse, il entre au sein du groupe Réacteur et Processus à l'École des Mines de PARIS. Il entreprend des recherches dans le domaine de la thermodynamique des équilibres entre phases et des propriétés thermodynamiques des corps purs et des mélanges. Parallèlement, il donne des cours à l'École Nationale Supérieure des Techniques Avancées (ENSTA) et à l'École des Mines de PARIS (ENSMP). Il développe un algorithme de réduction des données d'équilibre entre phases, prenant en compte l'ensemble des informations expérimentales incluant les incertitudes des mesures, l'étude expérimentale d'un mélange liquide quaternaire et la représentation des propriétés d'équilibre par l'équation NRTL. Il réactive également le développement d'une méthode directe de détermination du coefficient d'activité à dilution infinie et le calcul des propriétés de plusieurs corps purs à partir d'une équation d'état. Plusieurs publications dans des revues spécialisées résultent de ces travaux, et il les présente dans trois congrès internationaux. De 1976 à 1978, Jean-François FABRIÈS est Chargé de Mission au Ministère de l'Industrie et de la Recherche.

C'est à la fin de l'année 1978 que commence la seconde partie de sa carrière, la plus longue et la plus prestigieuse, lorsque rejoignant sa ville natale, il entre à l'Institut National de Recherche et de Sécurité, l'INRS à Vandoeuvre-lès-Nancy. Il crée de toutes pièces le Laboratoire de Métrologie de la Pollution par les Aérosols qu'il définit lui-même, à juste titre, comme un laboratoire de physique des aérosols appliquée à la santé du travail. Il en fera, au cours de toutes ces années, l'un des plus prestigieux sur le plan national et international.

Son but, dès le départ, et je reprends ses propres termes, est de "s'impliquer dans des actions de recherche relativement pointues, sans perdre de vue les applications concrètes en termes de systèmes de mesures utilisables sur le terrain, ou d'évaluation de l'exposition de personnes à des agents chimiques nocifs ou toxiques". Bien évidemment, le mauvais Universitaire que je suis (i.e. celui ne cultivant pas sa gloire à produire des Docteurs ès Chômage « CNRisés ») ne pouvait que souscrire à une telle profession de foi, et nos chemins n'allaient pas tarder à se croiser.

Très tôt, le Docteur Jean-François FABRIÈS aura la chance d'avoir près de lui un homme de très grandes qualités scientifiques et humaines, le Docteur Peter GORNER, l'ami fidèle des bons et des mauvais jours. Parmi tous les travaux développés par ce superbe laboratoire, sous la direction donc de Jean-François FABRIÈS, je citerai :

- Le développement de diverses méthodologies permettant la détermination expérimentale des propriétés d'échantillonnage de systèmes de prélèvements d'aérosols (efficacités de captation, de transmission, d'échantillonnage).
- Conception et réalisation d'échantillonneurs adaptés à l'hygiène du travail, capables, par exemple, de prélever une fraction spécifique de l'aérosol ambiant, de telles fractions étant définies pour prendre en compte la sélectivité des voies respiratoires vis-à-vis de la taille des aérosols. Jean-François FABRIÈS, de ce fait, participe à l'élaboration de conventions internationales définissant ces fractions.
- Réalisation de programmes de simulation numérique de systèmes de prélèvements qui permettent, à partir des mesures EXPERIMENTALES d'efficacité d'échantillonnage et des erreurs associées, d'établir des cartes d'écart par rapport aux conventions et des cartes de précision. Dans ce domaine, le Docteur Jean-François FABRIÈS participe aux travaux du CEN et de la Commission Européenne (DG XII, Normes, Mesures, Essais) ainsi que de l'ISO; l'une des personnes l'ayant côtoyée dans ces comités internationaux, Lee KENNY, écrira mettant en exergue sa rigueur scientifique et son objectivité, "tous ceux ayant travaillé avec Jean-François FABRIÈS étaient honorés d'être à ses côtés comme il va nous manquer"

- Reprenant la théorie de MIE sur la diffusion de la lumière par les aérosols, simulation numérique de la réponse d'appareils de mesure optique de la granulométrie des aérosols dans l'air (photomètres, compteurs optiques de particules).
- Détermination de la dose inhalée et des caractéristiques de l'aérosol lors de tests de provocation bronchique spécifique (recherches cliniques sur les asthmes professionnels, en liaison avec le service de pneumologie du Professeur Choudat à Paris).

Ceci devait conduire Jean-François FABRIES à développer une nouvelle activité particulièrement prometteuse, liée aux risques biologiques dus aux microorganismes et à leurs dérivés. Ainsi, son laboratoire deviendra une référence dans le domaine des bioaérosols, débouchant sur de fructueuses collaborations nationales (Dr Enric ROBINE au CSTB, Pr Evelyne GEHIN à l'Université Paris 12) et internationales (Prs WILLEKE et GRINSHUPUN aux Etats-Unis, l'IRSSST au Canada, Lee KENNY en Angleterre). Il est également important de signaler que, en liaison avec ARELCO, Jean-François FABRIES et son équipe avaient fortement contribué à l'élaboration et au développement des appareils CATHIA et CIP 10.

Pour ma part, je n'oublie pas que Jean-François FABRIES avait accepté dans son laboratoire trois de mes élèves qui allaient y trouver de formidables conditions de travail, un encadrement de très grande qualité, et cette chaleur humaine dont, quoiqu'on en dise et même actuellement, nos jeunes gens ont tant besoin. Tous trois devaient entre 1990 et 2000 soutenir des thèses remarquables sous ma présidence à l'Université Paris XII. L'un d'entre eux, Olivier WITSCHGER, après une brillante carrière à l'IRSN est revenu au bercail. Et la petite dernière Florence ROGER, qui fait elle, une très belle carrière à SGN près d'Orange m'a pardonné de l'avoir envoyée en Sibérie où, m'a-t-elle écrit, elle à "réussi à survivre au grand froid de l'hiver grâce à la chaleur humaine qui régnait au laboratoire de Jean-François FABRIES et à y réaliser (s)a thèse dans d'excellentes conditions". Finalement, Jean-François FABRIES a accepté de siéger dans douze jurys de thèse de mes élèves à l'Université PARIS XII: il y apportait ses compétences et son prestige.

Très vite, je demandais à Jean-François FABRIES de donner un cours dans mon DESS Science des Aérosols génie de l'aérocontamination, enseignement de 3ème cycle que j'avais fondé à Paris XII dès 1981. Je sais combien son enseignement, portant sur les caractéristiques générales du prélèvement et sa stratégie, ainsi que sur la métrologie des aérosols atmosphériques, était apprécié par mes étudiants. Le docteur Jean-François FABRIES participait également à différents enseignements dispensés par l'INRS.

Lorsque Evelyne GEHIN, qui désormais me succède dans toutes mes activités de recherche et d'enseignement de 3ème cycle à Paris XII, a soutenu, dans cette Université son HDR, du fait de la très haute estime que je lui porte, j'ai tenu à ce que le jury que j'avais l'honneur de présider soit constitué de personnalités comptant parmi les plus prestigieuses de la Physique et de la Métrologie des Aérosols. C'est pourquoi j'ai demandé à Jean-François FABRIES d'en faire partie.

De plus, ayant eu l'honneur, pendant plus de quinze ans de siéger au Conseil Scientifique de INRS, j'ai eu le grand privilège de superviser les travaux du laboratoire du Docteur Jean-François FABRIES. Je ne pouvais qu'admirer profondément ce qui s'y réalisait, comme du reste je l'ai écrit en tant que rapporteur du HDR de Jean François FABRIES en octobre 1996.

Le docteur Jean-François FABRIES a signé ou cosigné une cinquantaine d'articles dans des revues nationales ou internationales, et a participé à trois livres. Il a présenté ses travaux dans 50 congrès internationaux, et à la 6th International Aerosol Conference de TAÏPEH (TAIWAN) du 8 au 13 septembre 2002, il était Membre de l'international Advisory Committee.

Membre de l'EAA (European Aerosol Assembly), de l'American Association for Aerosol Research (AAAR), de l'International Society for Aerosols in Medicine, en 2002 il devenait Vice président de l'ASFERA dont il avait été membre du comité directeur dès le début, en fait dès la création du COFERA en 1985. Depuis l'année 2000, il était membre du comité de Rédaction de la prestigieuse revue "Annals of Occupational Hygiene ", dans laquelle il avait publié plusieurs articles.

Jean-François FABRIES m'avait fait le plus beau don possible: son amitié. J'y tenais énormément. Et toute ma vie, je garderai en mémoire toutes ces merveilleuses journées de BUDAPEST du 6 au 10 septembre 2004. J'avais le grand honneur d'être

invité par l'Académie des Sciences de HONGRIE dans le cadre de l'European Aerosol Conference (EAC 2004) qui, sous la présidence de mon ami le Professeur Ernő MESZAROS, se tenait à l'Académie des Sciences à BUDAPEST. Jean-François FABRIES était membre de son International Programme Committee. Quelle immense joie pour moi de retrouver Jean-François et sa si chère Anne-Marie, la main dans la main. Un magnifique ciel bleu rendait la ville encore plus belle, encore plus romantique. Un soleil éclatant semblait être là pour illuminer leur bonheur. Tous les trois, nous parcourions les rues de la capitale hongroise en tramway, l'une des passions de Jean-François. Et de toutes mes forces, j'ai rêvé que le miracle aurait lieu

Hélas, le mal impitoyable contre lequel il luttait depuis plus de 20 ans le rongait de plus en plus, lui imposant des souffrances de plus en plus insoutenables, qu'il supportait avec un incroyable courage. Mais Jean-François luttait et luttait encore. Faisant sienne la fière devise de Marc AURELE et du Général BIGEARD : un pas, encore un pas". Mais ce funeste vendredi 28 avril, Jean-François finissait par arrêter une lutte devenue trop inégale.

Le docteur Jean-François FABRIES avait la modestie des grands. De par son talent, ses réalisations scientifiques et techniques exceptionnelles, il restera pour longtemps dans nos mémoires. Mais plus encore, du fait de cette formidable chaleur humaine qui était la sienne, de son courage, de sa dignité face à cette adversité si profondément injuste, il restera à jamais dans nos cœurs.

PARTICULES ULTRA FINES EMISES DES VEHICULES: ETAT DES
CONNAISSANCES SUR LEURS EMISSIONS, GRANULOMETRIE, COMPOSITION
CHIMIQUE ET EVOLUTION DANS L'ATMOSPHERE

C. Seigneur

Centre d'Enseignement et de Recherche en Environnement Atmosphérique (CEREA) –
ENPC, 6 avenue Blaise Pascal, Cité Descartes, 77455 Champs sur Marne

Les particules ultra fines (moins de 100 nm de diamètre) pourraient présenter des effets nocifs sur la santé. Les véhicules sont une source importante de particules ultra fines et il est donc important de comprendre comment leurs concentrations, granulométrie, et composition chimique évoluent entre leurs points d'émission d'un véhicule et les zones situées en aval où la population risque d'être exposée à des concentrations significatives. De nombreuses études ont déjà été effectuées sur ces particules ultra fines. D'une part, des mesures de particules ultra fines émises par des véhicules ont été effectuées dans divers laboratoires, sur des routes et en proximité de routes. D'autre part, différents groupes ont modélisé la formation et l'évolution des particules et ont comparé les résultats de ces simulations à des mesures. Toutes ces informations sont ici regroupées pour former une synthèse cohérente de nos connaissances actuelles sur la formation, la granulométrie, la composition chimique et l'évolution des particules ultra fines dans l'atmosphère. En particulier, les différences entre véhicules diesel et à essence, ainsi que l'effet des filtres à particules sont présentées. Quelques suggestions pour la mise en place de programmes de mesures qui permettraient de combler certaines lacunes dans notre connaissance des phénomènes qui gouvernent les concentrations des particules ultra fines sont proposées. La réalisation de modèles qui permettront de calculer les concentrations de particules ultra fines en zones de trafic routier est recommandée.

ETUDE DU VIEILLISSEMENT EN MILIEU CONTROLE DES HYDROCARBURES
AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP) PRESENTS DANS LES PARTICULES
FINES DE L'ATMOSPHERE

G. Mirivel*(1), V. Riffault(1), J.C. Galloo(1)

(1) Ecole des Mines de Douai, Département Chimie et Environnement,
941 rue Charles Bourseul, BP 10838, 59508 Douai cedex, France.

Les concentrations en particules fines (de diamètre aérodynamique inférieur à 2,5 micromètres) dans l'atmosphère ont nettement augmenté depuis plus d'un siècle avec l'accroissement démographique, le développement des secteurs industriels et agricoles et des moyens de transport. De plus, en fonction de leur composition et de leur concentration, elles vont être plus ou moins nuisibles pour l'homme via la respiration. Parmi les composés organiques majoritairement présents sous forme particulaire, les HAP occupent une place importante de par leurs propriétés cancérigènes et mutagènes. Ils sont issus des procédés de combustion, soit naturels (éruptions volcaniques, feux de forêts) soit anthropiques qui sont considérés comme la source majoritaire d'introduction des HAP dans l'atmosphère. La surveillance de ces polluants est actuellement réalisée à l'aide de préleveurs haut-volume ou préleveurs "conventionnels" qui collectent les particules sur un filtre suivi éventuellement d'un adsorbant solide pour la collecte de la phase gazeuse. Ce type de préleveur est malheureusement sujet à des artefacts car en raison des longues durées de prélèvement (généralement de l'ordre de la douzaine d'heures), les HAP associés à la phase particulaire peuvent se volatiliser ou réagir avec des oxydants présents dans l'air (O₃, NO₂, ...). Ces artefacts entraînent une sous-estimation des concentrations atmosphériques en phase particulaire ; par conséquent, une parfaite représentativité de l'échantillon collecté vis-à-vis de l'atmosphère étudiée n'est pas aisée à garantir.

Nous présenterons le dispositif expérimental mis en place lors de ce travail pour étudier les artefacts de volatilisation et de réactivité qui pourraient affecter les HAP particulaires lors de leur collecte par filtration. Ce dispositif sera utilisé pour étudier dans des conditions contrôlées l'influence de facteurs liés au prélèvement (durée, débit) et à la nature de l'air prélevé (température, humidité, concentrations en gaz oxydants) sur la mesure des HAP. Les filtres chargés en HAP auront été préalablement prélevés sur le terrain afin de disposer d'une matrice réelle lors des essais de vieillissement. Les résultats obtenus seront présentés et commentés.

Ces travaux s'intègrent dans le programme de l'Institut de Recherches en ENvironnement Industriel (IRENI) financé par la Communauté Urbaine de Dunkerque, le Conseil Régional du Nord-Pas-de-Calais, le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche et des fonds européens (FEDER).

REACTIVITE HETEROGENE DES COMPOSES ORGANIQUES PROVENANCE DE LA COMBUSTION DE LA BIOMASSE AVEC L'OZONE: ETUDE UV-VIS, PTR-MS ET GC-MS.

S. Net*, S.Gligorovski, L. Nieto-Gligorovski, B. Temime-Rousell et H. Wortham
Laboratoire Chimie Provence, Equipe IRA, UMR 6264, Marseille Université-CNRS, 3 place
Victor Hugo - Case 29, 13331 Marseille Cedex 3
Email: netsopheak@yahoo.fr

De nombreuses études ont montré que des matières organiques adsorbées à la surface d'aérosols jouent un rôle direct ou indirect important sur, le changement climatique, le processus physique de nuages (Rudich, 2003) et la production de l'ozone (Liao et al., 2003). Par ailleurs, les particules adsorbées sur la surface ont des effets néfastes sur la santé humaine en raison de leurs toxicités (Naeher et al., 2007).

Les émissions des espèces chimiques provenant de la combustion de la biomasse d'origine naturelle ou anthropique constituent une source importante d'aérosols troposphériques. La surface des particules peut être un substrat chimiquement inerte ou photocatalytiquement active. La surface de l'aérosol peut être particulièrement constituée de composés à structures aromatiques ou de groupements fonctionnels carbonylés qui absorbent la lumière à des longueurs d'ondes supérieures à 290 nm et qui peuvent jouer le rôle d'un photo sensibilisateur (Nieto-Gligorovski et al., 2008).

En outre, les oxydants atmosphériques tel que OH et O₃ peuvent réagir avec les composés organiques adsorbés aux surfaces des aérosols particuliers.

Dans cette étude, des molécules organiques sont adsorbées sur des particules minérales par équilibre liquide-solide, selon le protocole décrite par Palm et al., (1997) et Palm et al., (2004), les particules ainsi obtenues sont exposées à un flux d'ozone (250ppb-6ppm) et au rayonnement d'une lampe xénon (300W) pendant une durée comprise entre 2h et 7h.

Les phénomènes de photosensibilisation hétérogène ayant lieu à la surface des aérosols, peuvent influencer significativement non seulement la formation des produits sur la surface des particules mais peut aussi affecter la composition en phase gazeuse en libérant les produits volatiles de la surface de l'aérosol.

La GC-MS et la PTR-MS sont utilisés pour déterminer et identifier respectivement les produits adsorbés sur la surface de l'aérosol et les produits libérés en phase gazeuse.

Bibliographie:

- Liao H., Adams P.J., Chung S.H., Seinfeld J.H. Interaction between tropospheric chemistry and aerosols in unified general circulation model. *J. Geophys. Res.*2003;108 (D1):4001.
- Naeher L.P., Brauer M., Lipsett M., Zelikoff J.T., Simpson C.D.,Koenig J.Q., et Smith K.R., A review', *Inhalation Toxicology* 2007; 19:1, 67-106.DOI:10.1080/08958370600985875.
- Nieto-Gligorovski L., Net S., Gligorovski, S., Zetzsch, C., Jammoul, A., D'Anna, B., George, C. Interactions of ozone with organic surface films in the presence of simulated sunlight: Impact on wettability of aerosols, *Phys. Chem. Chem. Phys.*2008., 10(20):2964-2971.
- Palm W.U, Kopetzky R., Sossinka W., Ruck W. and Zetzsch C., Photochemical reactions of brominated diphenyl ethers in organic solvents and adsorbed on silicon dioxide in aqueous suspension *Organohalogen Compounds.* 2004; 66:4104-4109.
- Palm W.U., Elend M., Krüger H.U. and Zetzsch C., Radical Reactivity of Airborne Terbutylazine Adsorbed on Inert Aerosol. *Environ. Sci. Techn.* 1997 ;31 :3389-3396.
- Rudich Y., Laboratory perspectives on the chemical transformations of organic matter in atmospheric particles. *Chem rev.* 2003;103(12):5097-5124.

ETUDE DE LA PHOTO OXYDATION EN PHASE AQUEUSE DES PRODUITS
D'OXYDATION DE L'ISOPRÈNE - IMPACT SUR LA FORMATION DE NOUVEAUX
AOS LORS DE CYCLES ÉVAPO-CONDENSATION DES NUAGES

Y. Liu*, I. El Haddad, B. Temime, N. Marchand, E. Quivet, A. Monod
Laboratoire Chimie Provence, UMR-CNRS 6264
Equipe instrumentation et Réactivité Atmosphérique
Université de Provence, 3 place Victor Hugo, case 29, 13331 Marseille Cedex 03

Il a récemment été montré que des composés multifonctionnels issus de la réactivité atmosphérique de l'isoprène (tels que l'acide pyruvique, le méthylglyoxal, le glyoxal) peuvent réagir dans des gouttelettes d'eau du nuage, conduisant à la formation de produits peu volatils de type oligomères. Ceci pourrait expliquer les observations de substances de type acides humiques (HULIS) détectées dans les gouttelettes d'eau atmosphérique. Ces molécules sont une source potentielle de formation d'Aérosols Organiques Secondaires (AOS) lors des cycles d'évapo-condensation du nuage. La méthacroléine (MACR) et la méthylvinyle cétone (MVK) sont les deux principaux produits primaires de photo oxydation de l'isoprène en phase gazeuse. Ils se sont révélés largement présents en phase gazeuse et ont également été détectés dans les gouttelettes de nuages et de brouillards.

Nous avons étudié le devenir de la MACR et de la MVK lors de leur photo oxydation en phase aqueuse ainsi que l'impact des produits formés sur la formation de nouveaux AOS lors des cycles d'évapo-condensation des nuages.

Un réacteur photochimique fermé équipé d'une lampe Xe a été utilisé pour simuler la photo oxydation de la MACR et de la MVK au sein des hydrométéores. La réaction en phase aqueuse a été étudiée à 25 degrés Celsius et à deux pH différents (pH libre et pH=3). Les radicaux OH ont été générés par photolyse continue de H₂O₂. Les profils temporels des réactifs et des produits de réaction ont été obtenus par l'analyse chimique des solutions en HPLC-UV (à 360 nm, après la dérivatisation avec la 2,4-DNPH), GC-FID et ESI-MS (jusqu'à 1000 u.m.a.). Plus de 50 produits d'oxydation de la MACR et MVK ont été détectés dans la gamme de masse allant de 100 à 400 u.m.a. pour les deux pH. Des mécanismes chimiques ont été proposés pour les deux réactifs, et l'effet du pH a été déterminé. En outre, la formation d'oligomères a été observée à des masses allant jusqu'à 400 u.m.a..

Des échantillons pris au cours de la réaction ont été nébulisés dans une chambre de mélange en téflon de 200L, équipée d'un SMPS. Les résultats ont indiqué que des particules d'aérosol stables ont été obtenues, et que leur nombre et leur distribution en taille ont augmenté significativement avec l'avancement de la réaction. Ces résultats indiquent que la photooxydation en phase aqueuse de la MACR et de la MVK peut former des oligomères, qui ont les propriétés nécessaires pour devenir des aérosols organiques secondaires dans l'atmosphère, lors des cycles évapo-condensation des nuages.

MESURE PAR CORRELATION TURBULENTE DE LA VITESSE DE DEPOT SEC DES AEROSOLS SUBMICRONIQUES SUR DIFFERENTS COUVERTS NATURELS.

P. E. Damay*(1), D. Maro(1), A. Coppalle(2), E. Lamaud(3), O. Connan(1), D. Hébert(1), M. Talbaut(2), et M. Irvine(3).

(1)Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, DEI/SECRE/LRC, 50130 Cherbourg Octeville. (2)UMR 6614, COMPLEXE de Recherche Interprofessionnel en Aérothermochimie, 76801 Saint Etienne du Rouvray. (3) UR 1263 Ephyse, Institut National de la Recherche Agronomique, 33883 Villenave d'Ornon.

Pour déterminer l'impact de la pollution par les aérosols (aérocontamination) sur le bâti et les écosystèmes, les fonctions de transfert des particules sur les bâtiments ou la végétation doivent en premier lieu être étudiées. En fonction des conditions météorologiques, le dépôt des aérosols peut être considéré comme humide ou sec. Le dépôt sec est caractérisé par une vitesse de dépôt qui est le rapport entre le flux surfacique de particules et la concentration atmosphérique de l'aérosol au voisinage de la surface. Cette vitesse de dépôt dépend de nombreux paramètres, comme par exemple, la topographie du terrain, le substrat, les conditions micro-météorologiques (turbulence), les caractéristiques des aérosols (granulométrie, charge électrique), les champs externes (gravité, électrique). L'étude du dépôt sec des aérosols reste un domaine de recherche encore ouvert qui implique une approche expérimentale in situ pour prendre en compte les particularités locales (turbulence, substrat, végétation etc.).

A ce jour, il existe différents modèles de dépôt sec des aérosols qui prennent en compte des effets liés à la turbulence, au substrat et à la dimension des particules dans une large gamme de diamètres (q.q. nm à 100 µm). Dans le cas de particules de diamètre inférieur à 1 µm, il n'existe que peu de données expérimentales fiables permettant une comparaison avec les modèles de dépôt sec dans l'environnement. Ce manque de données expérimentales de vitesses de dépôt pour des aérosols submicroniques sur une prairie entraîne des incertitudes de plus d'un ordre de grandeur sur les modèles opérationnels.

L'objectif principal de ce travail est d'accéder expérimentalement à la vitesse de dépôt sec d'aérosols ultrafins et fins sur différents couverts, en fonction de la granulométrie et des paramètres turbulents. Pour atteindre cet objectif la méthode utilisée est celle des corrélations turbulentes (Eddy correlation).

Cette méthode consiste à calculer la covariance entre les fluctuations de la vitesse verticale du vent et les fluctuations de la concentration de l'aérosol atmosphérique, pour accéder au flux de dépôt sec. La vitesse de dépôt est alors calculée en faisant le rapport entre ce flux et la moyenne de concentration de l'aérosol. Pendant 30 minutes, la mesure de la concentration de l'aérosol est faite à l'aide d'un Electrical Low Pressure Impactor (ELPI, Dekati Inc) et à haute fréquence (10 Hz), pour être compatible avec l'échelle de la turbulence atmosphérique. La mesure de la vitesse verticale du vent est faite par un anémomètre ultrasonique (Young 81000). Trois campagnes expérimentales ont été réalisées (juin 2007, octobre 2007 et mars 2008) dans le sud ouest de la France afin d'appliquer la méthode développée.

A la suite des campagnes expérimentales le traitement des données est réalisé à l'aide du logiciel EdiRe (R. Clement, 1999). Néanmoins pour certaines conditions de stabilité atmosphérique, il a été nécessaire de développer une méthodologie spécifique pour prendre en compte les perturbations des hautes et basses fréquences. Cette méthodologie est basée sur la similitude spectrale des scalaires (concentration, température, etc.) dans la couche limite de surface.

Cette communication présente la méthode développée et les premiers résultats.

IMPACT DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE (PARTICULES ET DIOXYDE
D'AZOTE) SUR LES COMMUNAUTES MICROBIENNES DE BRYOPHYTES DANS 3
LIEUX DIFFEREMMENT POLLUES.

C. Meyer*(1), D. Gilbert (1), A. Gaudry (2), M. Franchi (1), H. Nguyen-Viet (3), F. Denayer (4), N. Bernard (1)

(1) Laboratoire de Chrono-Environnement, UMR UFC/CNRS, USC INRA, Université de Franche-Comté, Place Leclerc F-25030 Besançon, France

(2) Groupe d'Analyses Élémentaires, Laboratoire Pierre Süe (cnrs/cea), CEA Saclay, F-91191 Gif-sur-Yvette, France

(3) Department of Public Health and Epidemiology, Swiss tropical Institute, Socinstrasse 57, P.O Box, CH-4002 Basel, Switzerland

(4) Département de Botanique et de Cryptogamie, Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques de Lille, B.P. 83, F-59006 Lille Cedex, France

La pollution atmosphérique est un problème majeur pour les sociétés actuelles en raison de ses effets sur la santé humaine et sur les écosystèmes. La surveillance de la qualité de l'air se fait par la mesure des particules ayant un diamètre aérodynamique inférieur à 10 micromètres (PM10). Cependant, ces mesures ne permettent pas de connaître l'impact de la pollution atmosphérique de type particulaire sur les êtres vivants et les écosystèmes. C'est pour cette raison que depuis une vingtaine d'années, la surveillance de la pollution atmosphérique a été enrichie par l'utilisation de bioindicateurs. L'emploi de microorganismes se révèle intéressant car des surfaces extrêmement limitées (quelques centimètres carrés) peuvent abriter plusieurs dizaines d'espèces appartenant à des groupes taxonomiques très différents et occupants des niches écologiques, en particulier trophiques, variées. Cette étude avait pour but d'évaluer l'impact de la pollution atmosphérique caractérisée par les teneurs en dioxyde d'azote et la composition en métaux lourds des particules sur un micro-écosystème « bryophyte-microorganismes ».

Les bryophytes ont été exposées simultanément sur trois sites en milieux contrastés (rural, urbain et industriel) sur une période de 8 mois. Ces sites ont été caractérisés par leur teneur en dioxyde d'azote, par la composition et concentration en métaux lourds des PM10 et par deux paramètres météorologiques (température et humidité relative). Au cours de la période d'exposition, 4 prélèvements ont été effectués, chacun espacé de 2 mois.

Les teneurs en dioxyde d'azote atmosphériques ont variées de 8 à 68 microgramme par mètre cube et sont significativement plus élevées sur les sites urbain et industriel que sur le site rural ($p < 0,01$). Les particules présentaient des concentrations en Na, Cl, Fe, Zn, Pb et Mn plus importante sur le site industriel et des concentrations en Cu plus importante sur le site urbain. La biomasse des différents groupes microbiens a variée au cours de l'étude. Après 8 mois d'exposition, la biomasse des cyanobactéries était plus importante sur le site industriel alors que les biomasses des champignons, amibes à thèques et ciliés étaient plus importante sur le site rural. Cependant, la température a joué un rôle important dans l'évolution de la biomasse fongique. La structure de la communauté microbienne a également été modifiée sur les sites pollués. Une analyse de redondance (RDA) a montré que les variables physico-chimiques [dioxyde d'azote], [Cr], [Ni], [Sr], [Cu], [Cl], humidité relative, température et site expliquaient 68% de la variation de structure de la communauté microbienne ($p < 0,05$) dont 24% expliquée uniquement par les concentrations en métaux des particules atmosphériques. Les résultats de cette étude suggèrent que la structure des communautés microbiennes, et plus particulièrement celle de la communauté d'amibes à thèques, pourrait être un marqueur de pollution d'origine anthropique.

MESURE DE L'EFFICACITE DE FILTRATION DES PARTICULES NANOMETRIQUES

N. Michielsens*, S. Bondiguel et C. Brochot

Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, Service d'Etudes et de Recherches en Aérodispersion des polluants et en Confinement, BP 68, 91192 Gif-sur-Yvette Cedex.

Les aérosols nanométriques ou particules ultrafines sont actuellement au centre de recherches fondamentales et appliquées dans de nombreux domaines technologiques : peintures, production de nouvelles surfaces et de nouveaux matériaux... Parce que ces particules peuvent se déposer profondément dans les poumons ou parce que certaines sont si petites qu'elles peuvent atteindre le système nerveux via les parois nasales, il est légitime de chercher à s'en protéger.

Les protections individuelles ou d'ambiance contre les particules sont généralement des systèmes de filtration. Les média filtrants sont de différentes factures, filtres à fibres, filtres membrane ou poreux. Un banc de test, dévolu à l'étude de la perméance de filtres plans, a été développé à l'IRSN. Ce banc, appelé FANA (Filtration des Aérosols NANométrique) ainsi que la méthodologie employée pour mesurer, le plus précisément possible, la perméance des filtres pour des particules de l'ordre du nanomètre sont l'objet de la présentation.

Plusieurs configurations de bancs sont décrites et étudiées par Heim et al. (2005) ; toutes sélectionnent la taille de la particule en amont du filtre et calculent la perméance en effectuant une mesure de concentration de particules aux bornes du filtre. Nous présentons ici une autre configuration où la totalité des aérosols est envoyée sur le filtre, la mesure de la perméance se faisant par sélection en taille (en utilisant un NanoDMA de TSI) et détection (avec un UCPC) des particules aux bornes du filtre. Les deux configurations sont comparées en effectuant une mesure de perméance d'une grille métallique, les résultats sont identiques. De plus, des résultats de perméance de différents media (filtres à fibres classés F6, F9, H14) seront présentés pour une gamme de particules allant de 3 nm à 150 nm (proche de la MPPS) et pour deux vitesses de filtration.

Références :

Heim, M., Mullins, B. J., Wild, M., Meyer, Y., & Kasper, G. (2005). *Aerosol Sci. and Technol.*, 39, 82-789.

INCIDENCE D'UNE FUITE SUR LES PERFORMANCES DES MEDIAS FIBREUX DANS LE DOMAINE NANOMETRIQUE

G. Mouret (a), D. Thomas (a), S. Calle-Chazelet (a), D. Bemer (b)

(a) Nancy-Université/LSGC/CNRS - 1 rue Grandville - BP 20451 - 54001 Nancy Cedex, France, email:guillaume.mouret@ensic.inpl-nancy.fr, dominique.thomas@ensic.inpl-nancy.fr, sandrine.calle@ensic.inpl-nancy.fr

(b) INRS - Ingénierie des Procédés - Avenue de Bourgogne - 54501 Vandoeuvre-les-Nancy Cedex, France, email:denis.bemer@inrs.fr

Depuis les travaux de Balazy et al. [1], ayant relancé en 2004 le débat autour d'un possible rebond thermique des particules les plus fines [2], de nombreuses études ont été menées sur l'efficacité des médias fibreux dans le domaine nanométrique [3-7]. Aujourd'hui, la majeure partie de ces travaux s'accorde sur le fait qu'en dehors d'éventuels effets électrostatiques, le mécanisme prépondérant de collection des nanoparticules demeure la diffusion brownienne. Ainsi, en-dessous de la MPPS (Most Penetrating Particle Size), une particule sera d'autant plus efficacement collectée qu'elle sera fine.

Si bon nombre d'auteurs ont testé différents types de filtres intacts, très peu, en revanche, ont étudié les performances de leurs médias en fonctionnement dégradé [8]. Il est pourtant reconnu que les performances d'un filtre peuvent être fortement modifiées en cas de fuite, justifiant leur détection le plus tôt possible, souvent dès le processus de fabrication.

Aussi, nous nous sommes intéressés à l'impact d'une perforation de diamètre calibré variant entre 400 μm et 2 mm, sur les performances de filtres à fibres dans le domaine nanométrique. Trois médias différents ont été étudiés. Il ressort de nos mesures que différents régimes de filtration peuvent être définis (régime de lit, régime de fuite, régime de transition), en fonction des propriétés physiques du filtre, du débit de filtration et des dimensions de la fuite et des particules. Un modèle semi-théorique, basé sur la différence de perte de charge entre média intact et média percé, a été développé afin de prédire le comportement du filtre. Celui-ci est en parfait accord avec nos résultats expérimentaux, sur l'ensemble de la plage 4-30 nm, à 5 et 15 cm/s de vitesse de filtration.

[1]. Balazy A., Podgorski A. and Gradon L., Filtration of Nanosized Aerosol Particles in Fibrous Filters. I - Experimental Results, *Journal of Aerosol Science*, 35, S2, pp. 967-968 (2004)

[2]. Wang H.-C. and Kasper G., Filtration Efficiency of Nanometer-Size Aerosol Particles, *Journal of Aerosol Science*, 22, 1, pp. 31-41 (1991)

[3]. Heim M., Mullins B.J., Wild M., Meyer J. and Kasper G., Filtration Efficiency of Aerosol Particles below 20 Nanometers, *Aerosol Science and Technology*, 39, pp. 782-789 (2005)

[4]. Michielsen N. and Mercier F., Mesure de l'Efficacité de Filtration des Particules Nanométriques, 22ème Congrès Français des Aérosols, Paris (2006)

[5]. Huang S.-H., Chen C.-W., Chang C.-P., Lai C.-Y. and Chen C.-C., Penetration of 4.5 nm to 10 μm Aerosol Particles through Fibrous Filters, *Journal of Aerosol Science*, 38, pp. 719-727 (2007)

[6]. Kim S.C., Harrington M.S. and Pui D.Y.H., Experimental Study of Nanoparticles Penetration through Commercial Filter Media, *Journal of Nanoparticle Research*, 9, pp. 117-125 (2007)

[7]. Mouret G., Callé S., Thomas D. and Bémer D., Nouveau Rebondissement dans l'Affaire du Rebond Thermique, 23ème Congrès Français sur les Aérosols, Paris (2008)

[8]. Callé S., Vinel J., Thomas D., Bémer D., Contal P. and Appert-Collin J.C., Influence de Perforations sur les Performances de Filtration des Filtres à Fibres, 20ème Congrès Français sur les Aérosols, Paris (2004)

ETUDE DE L'EVAPORATION D'UN AEROSOL LIQUIDE SEMI-VOLATIL COLLECTE SUR FILTRE A FIBRES

B. Sutter*(1,2), J.C. Appert-Collin (2), D. Bémer (1) et D. Thomas (2)

(1) INRS, Rue du Morvan, CS 60027, 54519 Vandoeuvre Lès Nancy Cedex, France

(2) LSGC-CNRS, Nancy Université, 1 rue Grandville BP 20451, 54001, Nancy Cedex

De nombreuses sources d'aérosols liquides sont présentes dans le milieu industriel. Ces aérosols, peuvent être, par exemple, des fluides de coupe dans le cas de la manufacture de pièces métalliques (Raynor & Leith, 1999), des pesticides pour le traitement des surfaces agricoles, etc. qui sont nocifs voire toxiques pour l'Homme. L'utilisation de filtres à fibres pour dépolluer l'air de travail des salariés est fréquente. Lors des contrôles des expositions à ces aérosols, des filtres à fibres ou des membranes sont aussi utilisés. Cependant, lorsqu'un flux d'air traverse un filtre colmaté et n'est pas saturé en vapeurs des composés constituant l'aérosol, un phénomène d'évaporation des gouttes déposées sur les fibres peut se produire. Ce phénomène a pour conséquence l'augmentation de l'exposition des salariés aux vapeurs issues de l'aérosol dans le cas de la dépollution de l'air ambiant, et une sous-estimation de l'exposition à la phase particulaire de l'aérosol lors de prélèvements pour l'évaluation de l'exposition. De plus, les vapeurs produites à l'aval du filtre peuvent se recondenser sous certaines conditions pour former un aérosol secondaire plus fin que l'aérosol filtré initialement.

L'évaporation d'un aérosol liquide semi-volatil modèle de di-n-butyle phtalate, collecté sur un filtre de fibres de quartz Whatman QM-A, est dans un premier temps étudiée expérimentalement et théoriquement. Afin d'étudier l'influence de la masse d'aérosol collectée sur le filtre, des tests d'évaporation ont été réalisés sur des masses d'aérosols décroissantes sur une gamme comprise entre 7 milligrammes et 500 micro-grammes. De l'air propre et sec à une température de 55 degrés Celsius traverse le filtre à une vitesse d'approche de 5 centimètres par seconde. Les vapeurs générées par le filtre sont prélevées sur un adsorbant en mousse de polyuréthane. Les échantillons sont ensuite désorbés et analysés par chromatographie en phase gazeuse avec détecteur F.I.D. Le modèle théorique développé est basé sur un modèle proposé par Furuuchi et al. (Furuuchi, Fissan, Horodecki, 2001). Les résultats expérimentaux montrent que l'évaporation d'un aérosol collecté s'effectue en trois phases, que ce soit pour des fortes (7 milligrammes) ou des faibles (500 microgrammes) masses collectées. Pendant la première phase, la concentration saturante en vapeur est atteinte à l'aval du filtre, et la vitesse d'évaporation de l'aérosol collecté est alors maximale. Le modèle théorique développé montre une très bonne corrélation pour cette phase. La seconde phase est une étape de transition où la concentration en vapeur à l'aval du filtre chute brutalement de la concentration saturante (9,5 milligrammes par mètre cube dans ces conditions expérimentales) à une concentration résiduelle faible (0,1 milligrammes par mètre cube). Cette phase de transition se produit lorsque la masse d'aérosol résiduelle atteint environ 40 pour cent de la masse totale collectée initialement. En fin de seconde phase, la masse résiduelle d'aérosol collecté sur le filtre est de l'ordre de 100 microgrammes. Le modèle prédit de façon satisfaisante cette deuxième phase d'évaporation. Enfin, pendant la troisième phase, la concentration résiduelle diminue lentement tant que la masse résiduelle est supérieure à quelques microgrammes. Ce phénomène n'est pas bien connu et n'est pas abordé par la littérature. Il semble que l'évaporation devienne indépendante de la masse collectée lorsque celle-ci atteint une valeur seuil. Mais du fait de la méconnaissance des phénomènes se déroulant pendant cette troisième phase, le modèle théorique ne peut pas expliquer physiquement cette phase. Cependant, elle est d'un grand intérêt dans le cas de suivi d'exposition où de faibles quantités de matières sont collectées sur les filtres.

Cette étude expérimentale se poursuit actuellement par un développement du modèle théorique permettant de prédire la troisième phase d'évaporation d'une faible masse d'aérosol

collectée sur filtre à fibre. Ce développement, doit préalablement passer par une compréhension physique des phénomènes d'interaction entre les gouttes et les fibres. Des expérimentations sur des aérosols modèles multi-constituants sont aussi réalisées afin de se rapprocher des conditions rencontrées sur les lieux de travail.

Raynor, C., & Leith, D. (1999). Evaporation of accumulated multicomponent liquids from fibrous filters, *The Annals of Occupational Hygiene.*, 43, 181-192.

Furuuchi, M., Fissan, H., Horodecki, J. (2001), Evaporation behavior of volatile particles on fibrous filter flushed with particle-free dry air, *Powder Technology*, 118, 171-179.

INFLUENCE DE L'HUMIDITE SUR LA FILTRATION TRES HAUTE EFFICACITE D'UN AEROSOL NON-HYGROSCOPIQUE : CAS D'UN FILTRE PLAN ET D'UN FILTRE A PETITS PLIS

A. Joubert* (1,2), J.C. Laborde (1), L. Bouilloux (1), D. Thomas (2)

(1) IRSN – DSU – SERAC - Laboratoire d'Expérimentations en Confinement, Epuration et Ventilation, BP 68-91192 Gif- sur- Yvette Cedex, e-mail : aurelie.joubert@irsn.fr

(2) Laboratoire des Sciences du Génie Chimique – CNRS / Nancy Université
BP 20451 54001 Nancy Cedex, e-mail : Dominique.Thomas@ensic.inpl-nancy.fr

Les filtres plissés à Très Haute Efficacité (THE), utilisés pour le confinement de la radioactivité dans les installations nucléaires, sont un des éléments sensibles de la sûreté et de la radioprotection. Ils assurent le piégeage des aérosols, principaux constituants des sources de contamination, et constituent, notamment en situation nominale de fonctionnement comme en cas de développement d'une situation accidentelle, la barrière ultime avant rejet dans le milieu extérieur. Certaines situations accidentelles peuvent conduire à une forte augmentation de l'humidité relative de l'effluent gazeux. Citons par exemple l'apparition d'une brèche sur une tuyauterie avec relâchement de vapeur, la perte du refroidissement d'une piscine de stockage de combustible ou d'une cuve d'un évaporateur ou encore le développement ou l'extinction d'un incendie. Il apparaît alors indispensable de pouvoir prédire, en cas de forte humidité, les variations de perte de charge ou d'efficacité des filtres qui pourraient nuire au maintien du confinement mis en œuvre dans les installations. Il n'existe à ce jour aucune étude analytique consacrée à l'influence du paramètre humidité sur les caractéristiques d'un filtre THE à petits plis, principalement utilisé dans l'industrie nucléaire en France. Quelques études ont néanmoins été entreprises sur d'autres types de géométrie de filtre. Gupta et al. (1993) par exemple a travaillé sur des filtres plans, alors que Ricketts et al. (1991) s'est intéressé aux filtres à plis profonds. Ainsi, afin de combler le manque de données analytiques sur les filtres à petits plis et en vue d'élaborer un modèle de colmatage sous humidité, l'IRSN s'est doté du banc d'essais CATFISH. Ce banc est destiné à l'étude analytique de la filtration sous humidité et offre une parfaite maîtrise des conditions de température, d'humidité et de débit de l'effluent.

Dans le cadre d'un programme d'intérêt commun, l'IRSN et AREVA NC ont lancé des travaux de recherche, en collaboration avec le LSGC, sur la filtration des aérosols sous humidité. La communication proposée présente des résultats de colmatage sur des filtres THE à petits plis, issus d'expériences effectuées sur le banc CATFISH pour différentes vitesses de filtration, différents taux d'humidité, et pour un aérosol non-hygroscopique d'émeri d'environ 4 µm de diamètre. En effet, des essais préliminaires ont montré que la nature plus ou moins hygroscopique de l'aérosol était un facteur prépondérant (Joubert et al., 2008). Des essais sur filtres plans, réalisés également sur le banc CATFISH, complètent ces résultats et permettent d'étudier l'influence de la géométrie du filtre sur le colmatage. Une interprétation des résultats est proposée, notamment aux travers des études de l'évolution de l'hygrométrie en amont et en aval du filtre, ainsi que de la quantité d'eau retenue par le filtre pendant les différents essais de colmatage.

Références :

Gupta, A., Novick, V.J., Biswas, P., Monson, P.R. (1993) Effect of humidity and particle hygroscopicity on the mass loading capacity of high efficiency particulate air (HEPA) filter. *Aerosol Science and Technology*, 19, pp 94-107.

Ricketts, C.I., Schneider, M., Wilhelm, J.G. (1991) Mathematical models for changes in HEPA filter pressure drop caused by high air humidity. 21st DOE/NRC Nuclear Air Cleaning Conference.

Joubert, A., Laborde, J.C., Artous, S., Bouilloux, L., Chazelet, S., Thomas, D. (2008)
Influence de l'humidité sur le comportement aéraulique des filtres plissés à Très Haute
Efficacité. 23ème Congrès Français sur les Aérosols.

FILTRATION DE GAZ ISSUS DE LA GAZEIFICATION DE LA BIOMASSE PAR UN ELECTROFILTRE FIL/CYLINDRE

A. Villot* (1), Y. Gonthier (1), E. Gonze (1), A. Bernis (1)

(1) Laboratoire d'Optimisation de la Conception et de l'Ingénierie de l'Environnement, Polytech'Savoie, 73376 Le Bourget du lac.

Programme ANR : EPURGAZ

Partenaires : CEA, Air Liquide, IFP

La mise au point de biocarburant de deuxième génération est un enjeu économique important au vu de la flambée des produits pétroliers, c'est pour cela qu'aujourd'hui il y a une réelle émulation dans ce domaine. Ces biocarburants sont produits à partir de matières lignocellulosiques de toutes origines (déchets agricoles, déchets forestiers, paille, ...) autre qu'alimentaires.

Le biogaz, permettant la production de carburant via le procédé catalytique Fischer-Tropsch, est obtenu par conversion thermo-chimique de la biomasse. Lors de ce procédé, les gaz produits contiennent des impuretés (métaux, alcalins, goudrons, ...), or ces impuretés sont des poisons pour les catalyseurs utilisés dans ce procédé. Il existe des techniques de traitement des gaz permettant d'éliminer la majeure partie de ces impuretés tel que le lavage. Cependant, cette technique nécessite de refroidir les gaz pour les laver, puis de les réchauffer à 300°C pour la réalisation de la réaction Fischer-Tropsch. Ce schéma de purification des gaz est possible, mais il présente un coût énergétique très élevée.

L'objectif du projet EPURGAZ est d'étudier les voies potentielles d'élimination de ces impuretés à haute température (300 – 800°C) et haute pression (1 – 10 bars), de manière à minimiser les pertes énergétiques.

Pour répondre à cette problématique, une étude sur la filtration des gaz issus de la gazéification de la biomasse par précipitation électrostatique est en cours de réalisation. Il s'agit d'un domaine où il n'existe pas ou peu de travaux dans ces gammes de pressions et de températures, c'est pourquoi dans un premier temps l'étude a été limitée à la compréhension du comportement de l'électrofiltre en présence d'air. Et plus précisément, nos recherches ont portées sur l'évolution de la courbe Intensité-Tension, qui permet de définir les conditions optimales de travail du procédé.

Tout comme l'ont montré Dumon et al. (1984) ainsi que Noll et al. (2002), nos résultats illustrent le fait qu'il est possible de travailler avec un électrofiltre dans des conditions de températures et de pressions très contraignantes. En effet, l'influence de ces deux paramètres sur le comportement de l'électrofiltre se compense :

- Lorsque la température augmente, la zone de travail de l'électrofiltre diminue.
- Lorsque la pression augmente, la zone de travail de l'électrofiltre s'accroît.

Nous proposons une modélisation des courbes Intensité-Tension dans le but d'améliorer la compréhension du fonctionnement de l'électrofiltre et de mettre en évidence les différents paramètres influençant son efficacité telle que la pression, la température, la géométrie, ou bien encore la composition du gaz porteur.

L'un des critères entrant dans le choix du procédé de filtration des gaz issus de la gazéification de la biomasse étant le coût énergétique, nous nous sommes intéressés à la puissance qu'il est nécessaire de fournir à l'électrofiltre pour que son efficacité soit intéressante. Les mesures d'efficacité réalisées montrent que pour des particules dont le diamètre est inférieur au micromètre, il n'est pas nécessaire de fournir une puissance importante à l'électrofiltre, de

l'ordre de 3 wattheures par mètre cube de gaz traité, pour obtenir une efficacité de filtration proche de cent pour cent.

IMPACT DE L'EPURATION MICROBIOLOGIQUE DE L'AIR SUR L'EXPOSITION DES OCCUPANTS

S. Delaby(1,3), E. Robine(1), P. Petinga(2), P. Petit(2), P.-J. Vialle(2), E. Géhin(3)

(1) Laboratoire de Microbiologie des Environnements Intérieurs, CSTB, Département du Développement Durable, Champs sur Marne

(2) Laboratoire Qualité des Ambiances Intérieures, Centre Recherche&Innovation CIAT, Culoz

(3) Université Paris Est, Centre d'Etudes et de Recherche en Thermique, Environnement et Systèmes, 61 avenue du Général de Gaulle, Créteil.

La transmission aéroportée des agents pathogènes dans les environnements intérieurs constitue une problématique aiguë, remise en lumière par la crise sanitaire du SRAS (2003), le bioterrorisme et, aujourd'hui, les menaces d'une pandémie grippale.

Dans ce contexte et en complément des principales mesures prophylactiques à mettre en œuvre pour limiter la propagation de telles entités biologiques, il est proposé d'envisager à l'échelle des bâtiments une gestion de la qualité microbiologique de l'air avec notamment l'emploi de systèmes de traitement de l'air adaptés.

L'objectif de ce travail de recherche consiste à étudier l'efficacité des dispositifs d'épuration en vue d'une gestion de la qualité microbiologique de l'air. La démarche expérimentale employée vise à mettre en œuvre un dispositif épurateur reposant sur la photocatalyse dans un environnement contrôlé et réaliste (ASTERIA) et à étudier l'impact de celui-ci sur l'exposition d'un occupant.

L'enceinte expérimentale reproduit un environnement de bureau, avec deux pièces et un couloir. L'aération des bureaux est assurée par une centrale de traitement d'air modulable. La distribution de l'air fournit à cet environnement est en « Tout air neuf », « Double flux » et « Hors ventilation ». Dans l'un des bureaux se trouve un occupant fictif simulant l'exposition d'un individu aux aérosols et dans l'autre, un occupant « source » émettant un aérosol du modèle viral MS2.

Le dispositif photocatalytique a été mis en œuvre à deux emplacements distincts : à proximité ou éloigné de l'occupant fictif. Pour ces deux emplacements, l'abaissement de l'exposition aux aérosols viraux de MS2 en termes de fraction cultivable est d'environ 1 log₁₀C. En revanche, cette réduction reste plus faible (< ½ log₁₀C) en termes de fraction totale.

COLONISATION FONGIQUE DES MEDIAS FIBREUX FILTRANTS UTILISES POUR LE TRAITEMENT DE L'AIR INTERIEUR

Bonnevie-Perrier J.C., Le-Coq L., Andres Y.

Ecole des Mines de Nantes, GEPEA UMR CNRS 6144, 4 rue A. Kastler, BP 20277,
44307, Nantes Cedex 3

Les filtres utilisés pour l'élimination des particules dans les centrales de traitement de l'air collectent une quantité non négligeable de microorganismes vivants. Certains peuvent entrer en croissance et coloniser le média, notamment lorsque l'humidité ambiante est élevée. L'étude vise à évaluer la résistance de médias fibreux à la prolifération de *P. oxalicum*, champignon courant dans l'air extérieur et intérieur. 4 médias moyenne efficacité sont considérés: un Meltblown en fibres de polyester (MB), un papier de fibres de verre (FV), un feutre de fibres de charbon actif (FCA) et un média non commercial composé de 50 % de fibres de charbon actif et 50 % de fibres cellulosiques (FCA/Cell).

La croissance de *P.oxalicum* en phase liquide a été évaluée en présence d'échantillons de filtres afin d'observer si la présence du média filtrant pouvait gêner ou au contraire soutenir la prolifération du champignon. Les filtres n'ont pas présenté d'influence particulière sur la croissance à l'exception du FCA qui a permis de retarder l'initiation de la croissance (temps de latence augmenté de 50 à 300 %).

Dans une deuxième série d'expériences, des échantillons de filtres stériles sont placés dans un pilote de filtration dans lequel sont successivement générés : un aérosol de la solution nutritive (identique à celle utilisée pour la croissance en phase liquide) et un bioaérosol à partir d'une suspension de *P. oxalicum* (106 UFC/mL dans MgSO₄ 10⁻² M). Les échantillons contaminés sont suspendus dans un réacteur à l'intérieur duquel l'humidité est maintenue à ~ 100 % et la température à 25 °C. Après 25 jours, d'intenses proliférations sont observables sur le FV, le FCA et le FCA/Cell en amont comme en aval du filtre. Le MB composé de 3 couches filtrantes a présenté une faible colonisation uniquement sur la 2^e couche filtrante.

La même expérience réalisée sans carbone dans l'aérosol de solution nutritive a conduit à des croissances microbiennes sur FCA, FV et dans une moindre mesure sur FCA/Cell, démontrant la capacité de *P. oxalicum* à dégrader le carbone des fibres des médias filtrants.

Mots clés: Filtration de l'air, média fibreux, colonisation fongique, *P. oxalicum*

EVALUATION DES MOYENS DE COLLECTE ET D'ANALYSE DEDIEES A LA DETECTION DES AEROSOLS DE LEGIONELLES

T.L.Ha-Duez*(1), E. Robine(1), J. Simonet(2), L. Mathieu(2)

(1) Laboratoire de Microbiologie des Environnements Intérieurs, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, 77447 Marne la Vallée cedex. (2) Ecole Pratique des Hautes Etudes – Université Henri Poincaré Nancy, 54500 Vandoeuvre lès Nancy.

La gestion du risque lié à la légionelle est limitée par de nombreuses incertitudes sur la prévalence de cette bactérie dans l'air. Pour mieux appréhender les dangers sanitaires relatifs à cette contamination aéroportée, l'objectif de la recherche était de contribuer à une meilleure connaissance des outils métrologiques, en améliorant l'information sur l'efficacité des biocollecteurs et la pertinence des techniques analytiques vis-à-vis de la détection des aérosols de *Legionella pneumophila*.

La méthodologie mise en œuvre s'est appuyée sur une évaluation en laboratoire pour mieux maîtriser la reproductibilité des conditions expérimentales. Trois biocollecteurs basés sur le principe de l'impaction en milieu liquide ont été caractérisés en terme de performances physiques et biologiques : le CIP 10-M, le BioSampler et le Coriolis. Quatre méthodes d'analyses ciblant *Legionella* ont également été comparées entre elles ; ces méthodes reposaient sur la culture, une détection en immunofluorescence, l'hybridation moléculaire in situ (méthode « FISH »), ainsi qu'une technique de PCR quantitative.

Les valeurs moyennes de rendement physique ont été les suivantes : 90% pour le BioSampler, 11% pour le Coriolis, puis 1‰ pour le CIP 10-M. Ces performances observées sous une condition d'air calme (vitesse inférieure à 0,1 m/s) visent des particules majoritairement entre 0,8 et 1 µm de diamètre aérodynamique. Les mesures sur un air à 0,5 m/s et l'orifice d'aspiration face au flux ont favorisé le prélèvement des aérosols de *L. pneumophila* pour le BioSampler et le CIP 10-M, avec des rendements respectifs de 100% et moins de 1%. Sur les prélèvements réalisés par les trois biocollecteurs, 1 *L. pneumophila* cultivable était détectée sur 5 collectées. Le principal stress observé prime l'effet de la collecte en milieu liquide sur d'éventuels mécanismes propres aux appareils (choc mécanique, forces de cisaillement, vitesses dans le collecteur). Le volet analytique a montré que toutes les approches testées répondaient par une détection positive aux *L. pneumophila*, la réponse variant selon la concentration bactérienne recueillie et le collecteur utilisé.

L'évaluation de ces outils métrologiques a montré leur application aux mesures d'aérosols de légionelles. Il reste à objectiver ces données par une démonstration in situ de ces méthodologies. A court terme, ce travail permet d'envisager de nouvelles stratégies dans la recherche des légionelles, en proposant une base au développement des mesurages aériens.

ETUDE DE LA PERSISTANCE DES LEGIONELLES AEROSOLISEES :

IMPACT DE FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX.

J. Simonet(1)□, T.L. Ha-Duez(2), E. Robine(2), L. Mathieu(1).

(1) Laboratoire d'Hydroclimatologie Médicale Environnement et Santé, Ecole Pratique des Hautes Etudes (EPHE), Faculté de Médecine, Nancy-Université, 9 Avenue de la Forêt de Haye, BP 184, 54505 Vandoeuvre-lès-Nancy Cedex. Julien.Simonet@pharma.uhp-nancy.fr ; laurence.mathieu@medecine.uhp-nancy.fr

(2) Laboratoire Microbiologie des Environnements Intérieurs, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB - DESE / Santé), 84 avenue Jean Jaurès, 77447 Marne la Vallée Cedex.

L'air représente le seul vecteur de transmission de nombreux microorganismes parmi lesquels la bactérie *Legionella pneumophila*, agent d'origine hydrotellurique, responsable d'une infection respiratoire grave, la légionellose dont la mortalité peut atteindre 20%. En effet, la maladie peut intervenir suite à l'inhalation d'aérosols d'eau contaminée par la bactérie. Néanmoins, si l'occurrence des légionelles dans l'eau est largement documentée, très peu de travaux se sont attachés à mesurer et/ou à caractériser les légionelles dans les aérosols contaminés. Les rares études concernant la contamination de l'aérosol utilisent des approches analytiques inadéquates avec une quantification des légionelles par mise en culture sur milieux gélosés dont on connaît les limites de détection (légionelles viables non cultivables). Quelles sont alors les techniques les plus pertinentes pour détecter et caractériser les légionelles à la fois dans le milieu hydrique et dans l'aérosol en fonction de l'information fournie (viabilité...)? L'état physiologique de la bactérie dans le réservoir hydrique peut-il avoir un impact sur la persistance de légionelles dans les aérosols? Ces questions restent actuellement sans réponses mais paradoxalement sont essentielles pour la gestion du danger lié à l'exposition d'aérosols contaminés.

Dans le cadre d'un projet ANR, il a été proposé une approche intégrée du volet exposition en considérant les milieux source (eau) et vecteur (air) ainsi que leur propension à favoriser la persistance des légionelles aérosolisées, en particulier la souche Lens clinique isolée lors de l'épidémie du Nord Pas-de-Calais en 2004. Notre démarche expérimentale a donc consisté à évaluer, à partir de suspensions pures de cette souche de légionelles réalisées dans différents types d'eau, leur persistance dans des aérosols générés par voie humide, d'une part, en fonction de différentes techniques analytiques et, d'autre part, selon la composition de l'eau (charge minérale et/ou charge organique). Les techniques testées, qui se caractérisent par la diversité de l'information apportée, sont : la culture (gélose BCYE), l'intégrité membranaire (Baclight), l'activité estérasiq (Chemchrome V6) et l'hybridation in situ (FISH).

Nos premiers résultats montrent une diminution des différents dénombrements effectués, attestant à la fois d'une perte de cellules et d'une atteinte de la physiologie d'une fraction de la population de légionelles aérosolisées. Il est néanmoins notable que *L. pneumophila* Lens conserve une cultivabilité relativement élevée quel soit le type d'eau et le compartiment (eau vs aérosol) considérés, et ce malgré une forte diminution après aérosolisation. De plus, dans nos conditions d'essais (temps de contact légionelles/eau de moins d'1 heure), l'impact de la charge minérale ou organique de l'eau semble être négligeable sur la survie des légionelles. La poursuite des essais avec des temps de contact bactérie/eau plus long devrait nous permettre de mieux appréhender l'effet de la qualité de l'eau sur la physiologie des légionelles et leur capacité à survivre dans les aérosols, dans une perspective de gestion de ce risque microbien d'importance en santé publique.

CARACTERISATIONS PHYSIQUE ET BIOLOGIQUE D'UN BIOAEROSOL
EXPERIMENTAL GENERE PAR BULLAGE D'AIR A TRAVERS UN FILM DE
SUSPENSION BACTERIENNE

X. Simon*(1), P. Duquenne(1), V. Koehler(1), M. Faure(2), G. Greff-Mirguet(1)
Institut National de Recherche et de Sécurité, rue du Morvan – CS 60027, 54519 Vandoeuvre
les Nancy Cedex. (1) Laboratoire de Métrologie des Aérosols, (2) Laboratoire Procédé et
Epuración des Polluants

L'échantillonnage et l'analyse des bioaérosols présents sur les lieux de travail ont pour objectifs, entre autres, d'évaluer l'exposition des salariés aux microorganismes en suspension dans l'air et d'identifier les sources de contamination. L'échantillonnage s'effectue le plus généralement par impaction sur un milieu gélosé, par filtration de l'air sur un milieu filtrant ou par collecte dans un milieu liquide (Duquenne et Greff-Mirguet 2005). La détection et la quantification des microorganismes dans les échantillons prélevés sont ensuite réalisées par des techniques d'analyses microbiologiques.

Du fait qu'il n'existe pas encore de Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle établies pour les bioaérosols et en l'état actuel des connaissances concernant les méthodes d'échantillonnage et d'analyse, les résultats de mesurage ne suffisent pas toujours à statuer sur le risque lié à la présence de microorganismes dans les atmosphères de travail. Il reste donc à mener des travaux importants dans les domaines complémentaires que sont le développement, la caractérisation et la comparaison de ces méthodes. L'évaluation des performances des biocollecteurs, notamment leur capacité à préserver la viabilité des microorganismes prélevés ou toute autre propriété biologique susceptible d'être modifiée au cours du prélèvement (efficacité biologique), constitue à ce titre un des axes à approfondir.

Les travaux de recherche menés par l'INRS concernant la métrologie des bioaérosols reposaient jusqu'alors majoritairement sur des mesures effectuées dans les entreprises, en conditions réelles d'exposition. Si cette approche fournit des informations indispensables, elle doit cependant être complétée par des essais de laboratoire mettant en œuvre des bioaérosols expérimentaux, dont les propriétés physiques et biologiques sont connues, maîtrisées et stables. L'utilisation de tels bioaérosols permet en effet d'envisager de nouvelles perspectives d'études et de pallier à certaines limites occasionnées par le seul prélèvement d'aérosols biologiques sur le terrain.

Dans ce contexte, un système de génération de bioaérosols, basé sur le principe du barbotage, a été conçu et réalisé. De l'air est insufflé à travers un milieu poreux dont la surface supérieure est alimentée en continu avec une suspension microbienne qui se dépose sous forme d'un film liquide. Le passage de l'air à travers la couche liquide conduit à la formation de bulles qui éclatent en produisant des gouttelettes contenant des particules biologiques. Ces dernières peuvent soit sédimenter au fond de l'enceinte du générateur, soit être entraînées dans le flux d'air pour produire le bioaérosol. Ce générateur s'inspire des travaux de Mainelis et al. (2005) et présente certains avantages par rapport à d'autres systèmes de génération par voie humide : diminution du stress et des dommages imposés aux microorganismes lors de leur mise en suspension, absence du phénomène néfaste de recyclage périodique d'une partie de la suspension au cours de la génération et meilleure stabilité des caractéristiques au cours du temps.

Une enceinte de prélèvement complète le banc d'essais et permet de mesurer les principaux paramètres physiques (concentration en nombre, distribution granulométrique, état de charge global, forme des particules, présence éventuelle d'agglomérats) et biologiques (concentration en nombre de microorganismes viables et cultivables ou viables et totaux, évaluation du dommage métabolique, mesure de l'ATP) des bioaérosols expérimentaux. Les essais sont effectués en atmosphère contrôlée et permettent d'évaluer l'influence de différentes conditions opératoires de génération (concentration de la suspension microbienne, débits d'air de bullage et de dilution, humidité relative, diamètre de pores du milieu poreux ...) sur les propriétés du bioaérosol expérimental.

La présentation comprendra une synthèse des différentes techniques de génération de bioaérosols par voie humide, une description détaillée du banc d'essais (principe et particularité du générateur, enceinte de conditionnement et de prélèvement), ainsi que de la démarche suivie et des techniques employées pour caractériser les bioaérosols. Les premiers résultats sur un aérosol de cellules végétatives d'*Escherichia coli* seront présentés et commentés. Enfin, certaines utilisations concrètes ou envisagées du dispositif de génération seront exposées.

Duquenne, P. and Greff-Mirguet, G. (2005). L'échantillonnage et l'analyse des aérosols microbiens. *Hygiène et Sécurité du Travail* 198: 23-28. (www.inrs.fr)
Mainelis, G., Berry, D., Reoun An, H., Yao, M., DeVoe, K., Fennell, D. E. and Jaeger, R. (2005). Design and performance of a single-pass bubbling bioaerosol generator. *Atmospheric Environment* 39 (19): 3521-3533.

CARACTERISATION PHYSIQUE DES AGREGATS DE SUIE DANS LES FLAMMES PAR ANALYSE ANGULAIRE DE LA DIFFUSION DE LA LUMIERE

L. Lucas*, J. Yon, A. Coppalle

UMR 6614 CORIA, CNRS, Université et INSA de Rouen, site universitaire du Madrillet,
Avenue de l'Université BP12, 76801 Saint Etienne du Rouvray cedex,

L'objectif du travail présenté ici est le développement d'une méthodologie optique permettant l'étude de l'impact des carburants alternatifs sur la production des suies. Il a été choisi de recourir à la mesure de la diffusion angulaire de la lumière, qui présente l'intérêt d'être une technique non intrusive.

Nous proposons ici une nouvelle méthodologie pour interpréter les signaux obtenus expérimentalement avec ce type de diagnostic. Cette nouvelle approche permettra, en particulier, la détermination optique des propriétés morphologiques et de la distribution de taille des agrégats de suies sans connaître la valeur de l'indice complexe de réfraction.

Les suies peuvent être décrites comme des agrégats quasi fractals de particules élémentaires quasi sphériques appelées monomères. Leur morphologie répond à une loi fractale liant le nombre de particules dans un agrégat à une grandeur caractéristique de celui-ci, ici le rayon de giration. La caractérisation de la morphologie fractale nécessite la connaissance d'un préfacteur fractal et de la dimension fractale. A une même hauteur dans une flamme, on peut estimer que les particules de suie ont vécu la même histoire, et donc que le seul paramètre qui change d'un agrégat à un autre est le nombre de particules élémentaires qui le composent.

Dobbins et al. (1991) ont développé une théorie, la RDG-FA (Rayleigh-Debye-Gans for Fractal Aggregates) sur la diffusion de la lumière par de tels agrégats. D'après Koylu et al. (1994), cette théorie serait également validée pour la diffusion de la lumière pour un agrégat. Plus récemment, Yon et al (2008) ont proposé une amélioration de la RDG FA pour notamment prendre en compte la multidiffusion entre les monomères. Selon la RDG-FA, la représentation log-log du signal diffusé en fonction de q , norme du vecteur de diffusion et fonction de l'angle de diffusion, permet d'établir deux régimes de diffusion : le régime de Guinier aux petits angles et-ou pour des petits agrégats et le régime de puissance pour les grands angles et-ou les gros agrégats. Dans ce dernier régime, la courbe est en fait une droite dont la pente est, au signe près, la dimension fractale des agrégats. Ceci est une des propriétés la plus utilisée lors de l'interprétation de signaux de diffusion angulaire par les agrégats de suie (Koylu et al. (1994) et Di Stasio (2000)). On rencontre également dans la littérature l'interprétation des signaux diffusés aux petits angles (régime de Guinier) ce qui permet la mesure d'un rayon de giration représentatif (Di Stasio, 2000 et 2001).

Les travaux suivants ont élaboré des méthodologies d'analyse des signaux diffusés afin de prendre en compte la polydispersion en taille des agrégats de suie. Dobbins et al. (2001) et Koylu et al. (1994) proposent de déterminer deux rayons de giration moyens : un pour le régime de Guinier et un pour le régime de puissance. Koylu et al. (1996) calculent alors les paramètres de la distribution de taille en couplant mesure de diffusion et d'extinction, mais en supposant une valeur pour l'indice complexe et le préfacteur fractal. Plus récemment, Iyer et al (2007) ont proposé une variante de cette technique, en mesurant la diffusion à trois angles mais en supposant la valeur de la dimension fractale et de l'indice complexe de réfraction.

Afin de ne plus recourir à l'indice complexe de réfraction, nous proposons d'effectuer une normalisation du signal par rapport à un angle de référence. La représentation log-log de la

fonction ainsi obtenue en fonction de q permet toujours de déterminer la dimension fractale des agrégats. Ensuite, nous définissons pour chaque angle de diffusion un rayon de giration R_g^* qui serait représentatif d'un agrégat possédant, pour un angle de diffusion donné, les mêmes propriétés de diffusion que l'ensemble de la population étudiée. A partir des mesures expérimentales, nous pouvons donc déterminer une nouvelle fonction de l'angle de diffusion et tracer l'évolution de ce rayon de giration équivalent en fonction de cet angle. Pour une population monodisperse en suie, cette fonction sera naturellement une constante. La variation angulaire de ce rayon de giration représentatif contient donc l'information sur la polydispersion en taille des agrégats. En faisant l'hypothèse que la distribution de taille est de type lognormale, nous proposons ici une méthodologie d'interprétation de la fonction angulaire de R_g^* afin de déterminer le mode et l'écart-type géométrique de la loi lognormale.

Nous accompagnerons la présentation de cette nouvelle interprétation de la diffusion de la lumière par des agrégats de suies d'une présentation de l'installation expérimentale développée au CORIA ainsi que des premiers résultats obtenus sur des flammes de diffusion laminaire.

Di Stasio (2000), Feasibility of an optical experimental method for the sizing of primary spherules in sub-micron agglomerates by polarized light scattering, *Applied physics B* 70, 635-643

Di Stasio (2001), Observation of restructuring of nanoparticle soot aggregates in a diffusion flame by static light scattering, *Journal of Aerosol Science* 32, 509-524

Dobbins et al. (1991), Absorption and scattering of light by polydisperse aggregates, *Applied Optics* 30, 4747-4754

Iyer et al, (2007) Determination of soot scattering coefficient from extinction and three-angle scattering in a laminar diffusion flame, *Combustion and flame* 149, 206-216

Koylu et al. (1996), Quantitative analysis of in situ optical diagnostics for inferring particle/aggregate parameters in flames: implications for soot surface growth and emissivity, *Combustion and flame* 109, 488-500

Koylu et al. (1994), Optical properties of overfire soot in buoyant turbulent diffusion flame at long residence times, *Transactions of the ASME* 116, 152-159, 1994

Koylu et al (1994) Optical properties of soot in buoyant laminar diffusion flame, *Journal of heat transfer* 116, 971-979,

Yon et al (2008), Extension of RDG-FA for Scattering Prediction of Aggregates of Soot Taking into Account Interactions of Large Monomers, *Part. Syst. Charact.* 25, 54-57

VISUALISATION EN TEMPS REEL DES AEROSOLS EMIS

LORS DE L'ABLATION PAR LASER DE PEINTURES

P. Dewalle* (1,2,3,4), J. Vendel (1), J.-M. Weulersse (2), P. Hervé (3), G. Decobert (4)

(1) Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, Service d'Etudes et de Recherches en Aérodispersion des polluants et en Confinement, BP 68, 91192 Gif-sur-Yvette Cedex

(2) Commissariat à l'Energie Atomique, Service de Chimie Physique, 91191 Gif-sur-Yvette Cedex

(3) Laboratoire d'Energétique et d'Economie d'Energie, Pôle Scientifique et Technologique de Ville d'Avray, Université Paris X-Nanterre, 1 chemin Desvallières, 92140 Ville d'Avray

(4) AREVA NC, Direction Technique, Business Unit Valorisation, 33 rue Lafayette, 75442 Paris Cedex 09

L'ablation par laser est définie comme le processus durant lequel une quantité notable de matière est enlevée d'une surface suite à son irradiation par un faisceau laser. La génération de particules par ce procédé est un phénomène largement observé dans la littérature. En effet, les applications sont nombreuses. La synthèse de nanoparticules pour le domaine des nanotechnologies et des nanomatériaux peut être citée. Néanmoins, pour d'autres usages tel que le nettoyage de surfaces, les particules produites peuvent se révéler indésirables et doivent être éliminées. Le contexte de notre étude est l'utilisation de la technique de l'ablation par laser pour le décapage de peintures dans le cadre de l'assainissement des installations nucléaires (décontamination de surfaces). Les objectifs de cette étude sont de réaliser, en fonction de différents paramètres opératoires, une caractérisation physique et chimique des aérosols émis par ablation laser de peintures utilisées par AREVA NC sur ses sites. Il s'agit également de comprendre leurs mécanismes de formation. La connaissance des caractéristiques physico-chimiques des particules émises et de leur évolution en fonction des conditions opératoires permet de proposer des mécanismes afin d'expliquer la génération des particules rencontrées (Dewalle et al., 2008). Afin de compléter ces résultats, un second axe a été développé dans le cadre de cette étude et dont cette communication fait l'objet : l'étude spatio-temporelle des intensités lumineuses émises par le plasma et de celles diffusée et transmise par le nuage de particules.

Un banc a été installé afin de mettre en œuvre différentes techniques optiques de caractérisation in-situ du nuage de particules et du plasma produits lors d'un tir laser sur la peinture. En effet, un plasma laser, dont l'émission lumineuse est une fonction croissante de la fluence, est créé au niveau de l'échantillon lors de chaque tir. L'ablation est réalisée avec un laser pulsé Nd :YAG (Thales-CEA) opérant à une longueur d'onde de 1064 nanomètres avec une durée d'impulsion de 100 nanosecondes. D'une part, l'intensité lumineuse émise par le plasma est mesurée grâce à une caméra intensifiée ICCD (visible, Princeton Instruments) placée à 90 degrés par rapport au panache. D'autre part, le nuage de particules est analysé par des mesures de transmission et de diffusion. Pour cela, il est éclairé avec un laser pulsé DIVA opérant à une longueur d'onde de 532 nanomètres avec une durée d'impulsion de 10 nanosecondes. Une caméra CCD (visible, Pulnix), placée dans l'axe du laser d'éclairage, mesure la lumière transmise par le nuage. La caméra ICCD mesure la lumière diffusée à 90 degrés par le nuage.

Différents clichés de l'intensité lumineuse transmise, diffusée et émise par le panache ont été réalisés pour différents temps après le tir d'ablation sur la peinture (de quelques centaines de nanosecondes à plusieurs dizaines de microsecondes), ainsi que pour différentes fluences. Les clichés représentatifs de l'intensité lumineuse transmise par le nuage de particules (technique de l'extinction) nous apportent des informations sur la densité de matière du nuage et un suivi

visuel de son expansion spatio-temporelle. Ceux-ci mettent en évidence une onde de choc accompagnée d'une éjection de matière en deux temps selon une forme bien particulière de « champignon » dont on voit apparaître successivement le « chapeau » puis le « pied ». Par ailleurs, les clichés représentatifs de l'intensité lumineuse diffusée par le nuage montrent que seulement le « pied » diffuse. Il correspond à de la matière éjectée avec une faible distribution angulaire et une vitesse inférieure à 500 mètres par seconde. Des clichés réalisés sans éclairer le nuage ont également été obtenus. Ils sont représentatifs du plasma, c'est-à-dire de l'intensité lumineuse émise par le panache. Ils mettent en évidence une émission principalement localisée dans le « chapeau » du « champignon ». Le plasma possède une large distribution angulaire et une vitesse de l'ordre de 2000 mètres par seconde. Ainsi les différentes parties du panache de matière possèdent un comportement différent en émission et en diffusion. Une analyse plus quantitative de l'ensemble de ces clichés est à l'heure actuelle en cours de réalisation. L'ensemble des clichés, effectués pour différentes fluences, sera présenté et commenté lors de la conférence.

Dewalle, P., Vendel, J., Weulersse, J.M., Hervé, P., & Decobert, G., (2008). Caractérisation physico-chimique des aérosols émis lors du décapage de peintures par laser. 23ème Congrès Français sur les Aérosols, Paris.

COMPARAISON DES MOBILITE D'IONS EN POST-DBD/CORONA

E. Bourgeois* (1), N. Jidenko (1), M. Alonso (2), J.P. Borra (1)

(1) Equipe Décharges Electriques et Environnement du Laboratoire de Physique des Gaz et des Plasmas (UMR 8578 CNRS – Université Paris-Sud Orsay, F-91405) SUPELEC, Plateau Moulon, F-91192 Gif Sur Yvette, France

(2) National Center for Metallurgical Research (CSIC). Gregorio del Amo, 8. 28040, Madrid, Spain.

Ces travaux visent à développer une source d'ions de densité et mobilité contrôlées pour valider les lois de charge d'aérosols et développer des dispositifs de filtration, de diagnostique et de conditionnement d'aérosols chargés (dépôt focalisé/homogène et coagulation coulombienne) [1].

Dans le cadre de cette étude, les effluents de différents types de décharges froides produites dans l'air et à pression atmosphérique, sont étudiés à l'aide d'un mobilimètre. L'appareil utilisé permet d'identifier et de quantifier les espèces chargées présentes en postdécharge, grâce aux distributions en mobilité électrique [2-3].

En effet, quelle que soit la configuration dans laquelle elle a lieu, une décharge électrique crée des ions [1,4]. Des cations sont produits suite à des collisions entre des molécules du gaz et des électrons ayant été suffisamment accélérés par le champ électrique imposé au gaz pour acquérir une énergie supérieure au potentiel d'ionisation de ces molécules, tandis que anions sont formés par attachement électronique. Par ailleurs, dans le cas de décharges filamenteuses (décharge pointe-plan en régime de streamer ou Décharges filamenteuses à Barrière Diélectrique -DBD-), l'interaction entre le filament de décharge et la surface cathodique entraîne l'émission de vapeurs issues de la surface de l'électrode, qui pourraient être chargées.

Cependant, selon les caractéristiques de la décharge – géométrie du réacteur, nature et débit du gaz, tension imposée entre deux électrodes métalliques ou entre deux électrodes recouvertes de diélectriques (DBD) – ces espèces chargées sont produites en quantités variables et peuvent être soit collectées sur la surface des électrodes, soit entraînées en dehors de la zone de décharge [5].

Les résultats présentés sont relatifs aux ioniseurs à décharges dans l'air, à pression atmosphérique. Le débit de gaz est fixé à une valeur permettant d'éviter une recollection trop importante aux parois. Dans un premier temps, deux ioniseurs à décharges sont étudiés en termes de densités et de distributions en mobilité des ions produits soit par décharge couronne en configuration pointe-plan selon la tension, soit par DBD pour différentes fréquence et tension. Puis, dans des conditions de fonctionnement pour lesquelles la densité d'ions moyenne en post décharge est la même dans les deux configurations, les distributions de mobilité électrique sont comparées.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier la société RAMEM pour son soutien financier et la mise à disposition des ioniseurs et du mobilimètre.

Références

- [1] Borra JP 2006 J. Phys. D : Appl. Phys 39, 19-54
- [2] Cabane M, Krien P, Madelaine G and Bricard J 1976 J. Col & Interface Sci 57-2 289-300
- [3] M. Labowsky and J. Fernandez de la Mora 2006 JAS 37- 3 340-362
- [4] Hernandez-Sierra A., Alguacil F. J. and Alonso M. 2003 JAS 34-6 733-745
- [5] Jidenko N., Borra JP 2006, J. PhysD: Appl. Phys 38 617–620

ETUDE DU TAUX DE NEUTRALISATION DU POLONIUM-218

R. Abou-Khalil (1,2), J. Malet* (1), N. Michielsen (1) et A. Nourreddine (2)

(1) Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire/Service d'Etudes et de Recherches en Aérodispersion des polluants et en Confinement, B.P 68, 91192 Gif-sur-Yvette Cedex

(2) Institut Pluridisciplinaire Hubert-Curien, Département de Recherches Subatomiques, Groupe de Radioprotection et Mesures Environnementales, Université Louis Pasteur Strasbourg I, BP 28, 67037 Strasbourg Cedex 2

Les descendants à vie courte du radon, comme le ^{218}Po , contribuent fortement à la dose moyenne annuelle absorbée par un individu, et les modèles d'évolution de ces aérosols nécessitent la bonne connaissance des caractéristiques de ces particules, et notamment de leur taille et de leur charge électrique, qui peuvent conditionner leur dépôt par le biais du coefficient de diffusion brownienne.

Cette étude entre dans le cadre des travaux sur la charge des descendants du radon et plus précisément sur le taux de neutralisation du ^{218}Po . En effet, une approche consiste à modéliser l'évolution de l'aérosol de ^{218}Po chargé en fonction du taux de neutralisation. Quelques études expérimentales permettent de déterminer ce taux de neutralisation mais elles montrent une grande disparité dans les résultats. Ce taux de neutralisation dépend de l'activité volumique en radon, de l'humidité et de la composition du gaz environnant (Howard and Strange 1994, Malet 2000, Dankelman 2001).

L'étude effectuée à l'IRSN consiste à coupler une étude numérique et une étude expérimentale pour déterminer ce taux de neutralisation pour différentes activités volumiques en radon en se plaçant dans des conditions d'humidité et de gaz environnant constantes.

Le code de calcul multi-dimensionnel CAST3M est utilisé. On décrit pour cela une équation de convection-diffusion pour la fraction chargée des descendants du radon, à laquelle on ajoute des termes sources dus à la production de ^{218}Po par désintégration du radon, et des termes puits dus à la désintégration du ^{218}Po lui-même mais également dus à la neutralisation de cet aérosol chargé. A l'inverse, pour l'équation régissant la fraction neutre du ^{218}Po , les termes sources sont issus de la production radioactive par désintégration du radon, mais également de la neutralisation des aérosols chargés. Ces équations ont été validées par étape sur différentes configurations, montrant un bon niveau de validité de la modélisation retenue. En parallèle, des expériences permettant la mesure de la fraction pénétrante du ^{218}Po dans un tube cylindrique muni, à son extrémité, d'une électrode, sont réalisées. Le rapport des fractions pénétrantes avec application ou non d'un champ électrique entre l'électrode centrale et les parois du tube permet d'obtenir la fraction neutre. Les résultats expérimentaux montrent une bonne répétabilité des mesures validant le dispositif expérimental utilisé. Les essais sont ensuite réalisés en faisant varier deux paramètres : l'activité volumique en radon et le temps de résidence dans le tube.

La comparaison des fractions pénétrantes expérimentales et numériques permet de calculer le taux de neutralisation pour des conditions expérimentales allant jusqu'à des activités volumique en radon de 1600 kBq/m^3 , activités volumiques plus importantes que les données actuelles disponibles dans la littérature.

Dankelman V., Reineking A. & Porstendörfer J. (2001). Determination of neutralisation rates of ^{218}Po ions in air. *Radiation Protection Dosimetry* 94, 353-357.

Howard A. J., Strange, W. P., (1994)., Determination of $^{218}\text{Po}^+$ ion neutralization rates in gases, *Nucl. Instr. Meth. Phys. Res., A* 349, 481-488

Malet J. (2000). Mass transfer of Diffusive Species with Nonconstant In-flight formation and removal in laminar tube flow. Application to unattached short-lived radon daughters, *Aerosol Science and Technology*, 32:168-183

LES PARTICULES TOTALES ET RESPIRABLES DANS LA FABRICATION DES
MOUSSES DE POLYURETHANE : CONCENTRATION PONDÉRALE
SUR COUPELLE ROTATIVE

A. Akachat, H. Rebbah

Laboratoire de matériaux minéraux et composites, Université Med Bougara,
Avenue de l'Indépendance, 35000 Boumerdès, Algérie.

L'air des milieux professionnels est une distribution importante de polluants divers, issus des produits manipulés et des procédés mis en jeu. Le sort de ces polluants dans l'air (transport, déposition, dégradation), est déterminé par leur répartition entre particules atmosphériques et phase gazeuse (Lohmann, R. & Jones, K.C. 1998).

La nocivité des particules en milieu de travail et le risque de maladies professionnelles qu'elles présentent est liée à leur nature chimique et granulométrie.

Selon l'Association des Producteurs Européens d'isocyanates, la production d'un kilogramme de mousse rigide de polyuréthane libère près de 7362 milligrammes de particules solides dans l'air.

Dans le présent travail, nous avons utilisé la technique de prélèvement sur coupelle rotative (Courbon P., Wrobel R. & Fabries J.F. 1988) pour l'échantillonnage et l'analyse des fractions respirables (Gorner P. & Fabries J.F. 1996) et totales des particules émises lors du nettoyage des cuves après injection de la mousse de polyuréthane (PU). Le prélèvement a été réalisé, avec différents paramètres de prélèvement, à poste fixe et en ambiance.

Les résultats obtenus révèlent que la fraction alvéolaire prédomine les particules totales collectées, ce qui peut être attribué au procédé utilisé pour le nettoyage mais également à la qualité de la mousse formulée dans l'atelier.

Références :

Lohmann, R., Jones, K.C. (1998). Dioxins and furans in air and deposition: a review of levels, behaviour and processes. *Science of the Total Environment* 219, 53-81.

Courbon P., Wrobel R., Fabries J.F. (1988). A new individual respirable dust sampler: the Cip 10.

Annals of Occupational Hygiene, 32pp. 129 -143.

Gorner P., Fabries J.F. (1996). Industrial aerosol measurement according to the new sampling convention. *Occupational Hygiene*, 3, pp 361 – 376.

ETUDE DE LA GENERATION DE NANOPARTICULES

PAR ECLATEMENT DE BULLES

A. Charvet*, S. Vila, A. Bernis

Laboratoire Optimisation de la Conception et Ingénierie de l'Environnement,
Polytech'Savoie, Savoie Technolac, 73376 LE BOURGET DU LAC

La génération de gouttelettes par éclatement de bulles à la surface des liquides est un phénomène commun dans de nombreux processus naturels (comme les embruns marins) et industriels.

Cette explosion de bulles à la surface d'un liquide provoque la formation de gouttelettes et ainsi projette dans la phase gazeuse des particules provenant du résidu sec de ces gouttelettes. L'éclatement d'une bulle de gaz à la surface d'un liquide a lieu en trois étapes : (i) A l'approche de la surface, la bulle soulève un film de liquide qui s'amincit progressivement sous l'effet de l'ascension de la bulle et du drainage. (ii) Le film atteint alors une épaisseur critique et se rompt. Si la taille de la bulle est suffisamment importante, il y a projection de gouttelettes de film provenant de la désintégration partielle de celui-ci. (iii) Après la rupture du film, la cavité restant à la surface du liquide se referme, provoquant l'impulsion d'un jet susceptible de donner naissance, par désintégration, à des gouttes de jet.

Cette présente étude porte sur l'influence de la tension superficielle du liquide sur le nombre et la répartition granulométrique des particules produites par l'éclatement de bulles d'air à la surface d'un fritté « PALL » en polyéthylène immergé dans un liquide. Pour cela, nous disposons d'un montage pilote avec un réseau d'air pour le bullage dans le liquide, un réseau d'air pour le balayage et l'entraînement des particules et d'une boucle de liquide en circuit fermé. Celui-ci est constitué d'un mélange d'eau et d'éthanol dont la concentration régit la tension superficielle du mélange.

Préalablement à l'étude de la tension superficielle, l'influence du débit de bullage a été étudiée. Pour une gamme de débit (entre 0 et 3 litres par minute sur un fritté de 33 cm²), la répartition granulométrique des particules générées apparaît indépendante du débit de bullage. Elle possède une répartition en nombre bimodale : un pic pour des particules de 300 nanomètres et l'autre pour des particules inférieures à 20 nanomètres. Par contre, l'accroissement du débit de bullage sur le fritté entraîne une augmentation du nombre de bulles qui éclatent et donc du nombre de nanoparticules projetées dans l'air. Un débit de bullage seuil, à partir duquel le nombre de particules de l'ordre de 300 nanomètres produites semble se stabiliser, a pu être mis en évidence ; à noter que le nombre de particules inférieures à 20 nanomètres augmente sur toute la gamme de débit testée.

Par la suite, il a été mis en évidence que la diminution de la tension superficielle, provoque une chute de la production du nombre de nanoparticules générées par l'éclatement des bulles, que ce soit pour les particules de 300 nanomètres ou pour celles de l'ordre de 10-20 nanomètres. Pour expliquer ce phénomène, il faut prendre en compte le fait que la tension superficielle a un rôle important dans les mécanismes de formation des bulles à la surface d'un liquide. Nous avons constaté que l'abaissement de la tension superficielle entraîne une diminution du nombre de bulles à la surface du fritté. Par ailleurs, elle modifie l'épaisseur du film liquide. Cet amincissement est d'autant plus important que la tension superficielle est faible. Par conséquent, du fait de leur plus grande fragilité, le diamètre moyen des bulles est plus petit. Ces deux phénomènes réunis provoquent une réduction de la fraction du volume de film projetée lors de l'éclatement de la bulle entraînant une diminution du nombre de particules. Il est important de noter que la tension superficielle du liquide n'a pas d'influence notable sur la répartition granulométrique des particules produites.

MESURE DE L'AEROBIOCONTAMINATION DANS UNE USINE DE FABRICATION DE SAUCISSONS SECS

P. Duquenne*, X. Simon, V. Koehler, G. Greff
Laboratoire de Métrologie des Aérosols, INRS, rue du Morvan, CS 60027,
54519, Vandoeuvre Cedex

La mise en suspension dans l'air des microorganismes impliqués dans le procédé de fabrication des saucissons secs peut présenter un risque biologique pour les travailleurs. En effet, des troubles respiratoires et des allergies ont été rapportés chez des salariés exposés aux aérosols fongiques dans ce secteur d'activité. Une campagne de prélèvement de bioaérosols a été organisée dans le but de caractériser l'aérobiocontamination au poste de travail dans une usine de fabrication de saucissons secs Française pour laquelle avait été rapportés de tels symptômes.

Les bioaérosols ont été prélevés sur deux jours en février 2008 à tous les postes de travail de l'usine. Les prélèvements d'environ une heure (de 3 à 8 échantillons par poste) ont été effectués à poste fixe et par filtration de l'air sur membrane en polycarbonate (cassette Millipore, France). Les mesures ont porté sur les bactéries et moisissures cultivables à 25°C et ont été complétées par une identification. Par ailleurs, une étude approfondie a été effectuée sur les postes de « brossage-farinage » et de « conditionnement » des saucissons. Des mesures gravimétriques ont été effectuées à l'aide d'un CIP10 (CIP 10, Arelco, France), et des mesures des particules en temps réel (Compteur GRIMM) ont été réalisées sur la totalité de la durée des postes de travail.

Les résultats révèlent des concentrations en moisissures mesurées à l'extérieur de l'usine de l'ordre de 103 UFC/m³. A l'intérieur de l'usine, les concentrations en moisissures cultivables sont fortement dépendantes de l'atelier dans lequel ont été faites les mesures. Dans les bureaux, les valeurs mesurées sont comprises entre 103 et 104 UFC/m³ et elles sont de l'ordre de 104 UFC/m³ dans les ateliers de découpe, de préparation de la mûlée et d'embossage ainsi que dans les étuves. Les concentrations en moisissures aéroportées sont plus élevées, de l'ordre de 105 UFC/m³, pendant les opérations d'arrosage des saucissons avec une solution de *Penicillium* sp. et lors du séchage des produits. On peut supposer que l'aérobiocontamination dans les chambres ventilées soit dépendante du stade de maturation des produits. Les opérations post-séchage sont celles qui génèrent le plus de moisissures dans l'atmosphère de l'espace de travail. En particulier, les concentrations en moisissures dans l'air de l'atelier de brossage et de farinage des saucissons sont très élevées et oscillent entre 106 et 108 UFC/m³. La mesure des particules en temps réel et les mesures gravimétriques effectuées dans cet atelier témoignent d'une pollution particulaire importante de l'environnement de travail. Si les concentrations mesurées dans l'air de l'atelier de conditionnement sont inférieures à celles mesurées dans l'atelier précédent, elles restent cependant très élevées (5 x 10⁶ à 10⁷ UFC/m³). Quel que soit l'atelier, les moisissures majoritaires appartiennent au genre *Penicillium nalgiovense*. Les concentrations en bactéries aéroportées sont généralement plus faibles dans l'usine (< 104 UFC/m³) à l'exception de l'atelier « brossage-farinage » (105 UFC/m³).

L'étude a permis de mettre en évidence les postes pour lesquels les salariés étaient les plus exposés en précisant notamment les concentrations, les moisissures présentes et les activités génératrices de pics d'exposition.

ETUDE DE LA VARIATION SAISONNIERE
DES AEROSOLS DU NORD TUNISIEN

F.Ellouz*(1), M. Masmoudi (1) et K. Medhioub (2)

(1) Department of physics, Sfax University, Tunisia

faten_ellouz@yahoo.fr Fax : 216 74 274 437

(2) Institut Préparatoire aux Etudes d'Ingénieurs de Sfax, (IPEIS) Sfax, Tunisia

L'étude menée sur l'aérosol atmosphérique du Nord Tunisien a été réalisée au niveau du site de Boumhel, une région urbaine, côtière et montagnaise. Les prélèvements (120 filtres) se sont déroulés le long des années 2006 et 2007 à l'aide de la filtration totale et de l'impacteur.

Les concentrations calculées par l'analyse spectrométrique de fluorescence X témoignent d'une variation saisonnière importante des teneurs des différents éléments chimiques analysés, à savoir le Ti, Fe, Si, Al, Ca, Mg, Mn, Na, Cl, S, K, Zn et Pb. Les concentrations les plus élevées sont enregistrés pendant l'été (mois de Juin) alors qu'on note les plus faibles valeurs au printemps (mois d'Avril). Cette variation s'explique en fonction des conditions météorologiques locales du site. On souligne en particulier l'influence des vents sahariens secs et chauds (Sirocco) sur les concentrations des éléments d'origine terrigène. Le calcul des facteurs d'enrichissement EF/croûte (avec une référence crustale l'Al) et EF/eau de mer (avec une référence marine le Na) a permis de distinguer les sources probables qu'on peut attribuer aux différents éléments. L'examen des distributions massiques effectuées pour tous les éléments montre que les éléments d'origine terrigène se présentent généralement en fraction grossière ce qui prouve la présence d'une source locale alors que les éléments marins et mixtes apparaissent sous deux modes.

DEVELOPPEMENT D'UN SYSTEME DE DOPAGE "PM" : PREMIERS ESSAIS

I. Fraboulet* (1), O. Le Bihan (1), N. Karoski (1), D. Calabrese (2), C. Froment (1),
A. Dermigny (1)

(1) Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS), Parc
Technologique Alata, BP 2, 60550 Verneuil-en-Halatte. olivier.le-bihan@ineris.fr

(2) LN Industries, 46, Chemin de l'Etang, BO Box 256, CH-1219 Châtelaine / Genève, Suisse

La reconnaissance d'une compétence en matière de mesurage passe par la participation à des exercices d'intercomparaison, ou « exercices inter-laboratoires ».

Ce type d'exercice est organisé dans le cadre de la surveillance réglementaire « air ambiant » française.

Afin de garantir l'efficacité d'une telle session, il est essentiel de bénéficier d'un spectre large de concentration, et tout particulièrement d'inclure les valeurs limites pour lesquelles il existe des exigences en matière d'incertitude.

C'est le cas de la surveillance des PM₁₀, pour lesquels une incertitude maximale de 25% est exigée à 50 µg/m³ (mesure journalière).

Il est en pratique impossible de garantir a priori un tel niveau de concentration. C'est pourquoi dans le cadre du LCSQA, l'INERIS a entrepris de développer des systèmes d'enrichissement, appelés aussi "systèmes de dopage".

La présente communication est consacrée au développement d'un tel dispositif pour les particules de type PM₁₀ et PM_{2,5}.

Les objectifs, le montage expérimental, ainsi que les premiers résultats, seront rapportés dans le cas de microbalances TEOM et TEOM-FDMS, pour des concentrations allant du niveau de fond à plus de 100 µg/m³. Une attention particulière sera portée sur les contraintes et les résultats obtenus en matière de représentativité de la matrice, ainsi qu'en matière d'équivalence des échantillons fournis à chaque analyseur participant.

CARACTERISATION DES PARTICULES GENEREES

PAR LA COMBUSTION D'ENCENS

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

(1) Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS), Parc Technologique Alata, BP 2, 60550 Verneuil-en-Halatte

(2) Institut de Recherches sur la Catalyse et l'Environnement (IRCE), Lyon

(3) Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB), Champs/Marne

(4) Laboratoire d'étude des particules inhalées (LEPI), Paris

(5) Ecole nationale de la santé publique (ENSP), Rennes

(6) INSERM U 841 et Université Paris 12, Créteil

Le projet NANOP s'inscrit dans une perspective de caractérisation des niveaux de concentration en nanoparticules dans l'air, d'analyse de leur variabilité spatio-temporelle et d'indentification de leurs déterminants dans un environnement domestique.

Treize sources sont mises en œuvre en conditions réalistes dans la maison expérimentale (MARIA) du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB). Différents paramètres ont été étudiés: nombre, surface, granulométrie, masse, composition chimique. Cinq points de mesure ont été réalisés (cuisine, salon, chambre, toilettes, extérieur).

La présente communication porte sur les résultats obtenus dans le cas de l'utilisation d'un encens. Les observations montrent que la combustion d'encens émet des particules fines et ultrafines. A proximité de la source, la concentration maximale sur 1 minute atteint 28.800 pt/cc (nombre), $197\mu\text{g}/\text{m}^3$ (PM 2,5), $180\mu\text{m}^2/\text{cc}$ (surface spécifique). Les résultats montrent que la concentration en nombre dépend de son éloignement par rapport à la source. Des informations en temps réel sur la composition des particules ont également été obtenues par AMS (Aerosol Mass Spectrometer).

EVALUATION DES EMISSIONS DE NANOPARTICULES A PARTIR
D'UN PRODUIT FINI: ETUDE DE FAISABILITE

O. Le Bihan* (1), K. Schierholz (2).

(1) Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS), Parc
Technologique Alata, BP 2, 60550 Verneuil-en-Halatte. olivier.le-bihan@ineris.fr

(2) NANOLEDGE Inc., 75 bvd de Mortagne, Suite 123, Boucherville, Québec, J4B 6Y4

De nombreux travaux récents mettent en avant l'existence d'un impact sanitaire spécifique à la taille des particules lorsque celles-ci se situent dans la gamme inférieure à une centaine de nanomètres.

Une grande attention est désormais portée à l'exposition potentielle des travailleurs aux nanoparticules, notamment en présence de poudres.

Par contre, tout reste à faire en matière d'exposition à partir de produits de grande consommation.

Cette nouvelle problématique suppose de solliciter des matériaux selon différents processus de vieillissement, et dans le même temps d'être à même de mesurer et prélever les éventuels rejets particuliers associés.

L'INERIS, à la demande et en collaboration avec la société Nanoledge, a entrepris de développer un pilote pour étudier ces questions.

Pour ce faire, une boîte à gant a été équipée de manière à pouvoir percer et poncer une pièce tout en effectuant un prélèvement par granulomètre ELPI.

Une série d'essais a été menée, visant à évaluer les émissions d'un échantillon -dans son entier, puis des différentes couches le constituant- pour ensuite les comparer avec les résultats d'un second type d'échantillon pour lequel des nanoparticules ont été utilisées lors de la fabrication.

INFLUENCE DE DIFFERENTS PARAMÈTRES SUR LE COLMATAGE DES FILTRES
THE INDUSTRIELS PAR LES AÉROSOLS FORMÉS
EN CAS DE FEUX DE MATÉRIAUX SOLIDES

V.M. Mocho*, L. Bouilloux, F.X. Ouf
Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
Direction de la Sûreté des Usines, des laboratoires, des transports et des déchets
Service d'Etudes et de Recherches en Aérodispersion des polluants et en Confinement
B.P. 68 – 91 192 GIF-SUR-YVETTE Cedex
e-mail : victor.mocho@irsn.fr

En termes de protection et de sûreté nucléaire, la maîtrise des risques d'incendie dans une installation nécessite notamment d'évaluer ses conséquences sur le confinement des substances radioactives à l'intérieur des installations. La formation d'aérosols en cas d'incendie est un phénomène important à prendre en compte, pouvant se traduire notamment par le colmatage des filtres THE (Très Haute Efficacité) présents dans les réseaux de ventilation en tant que première ou dernière barrière de filtration. Le colmatage des filtres peut ainsi avoir deux effets néfastes en termes de maintien du confinement : d'une part il risque d'entraîner la rupture mécanique du médium filtrant et donc une perte partielle ou totale de l'efficacité du filtre, d'autre part il risque de provoquer la chute du débit d'extraction dans le local siège de l'incendie, d'où une élévation de la pression dans le local et un déséquilibre de la cascade de dépressions dans l'ensemble de l'installation.

AREVA NC et l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire mènent actuellement un programme commun de recherche dont le but est d'améliorer les connaissances sur le colmatage des filtres en cas d'incendie et d'accéder à un modèle empirique de colmatage des filtres THE par des aérosols de combustion ; le modèle développé doit, autant que faire se peut, être indépendant de la nature du combustible et doit pouvoir être intégré dans un code de calcul traitant de l'interaction entre la ventilation et l'incendie.

La communication proposée présente tout d'abord, via des travaux expérimentaux réalisés sur le banc d'essais BANCO implanté dans les locaux de l'IRSN à Saclay, l'étude de l'influence de différents facteurs tels que la vitesse de filtration, la masse surfacique d'aérosols déposée, le diamètre des aérosols primaires de combustion, la teneur en condensats des aérosols, sur l'évolution de la résistance aéraulique d'un filtre colmaté. Plusieurs combustibles solides de référence ont été utilisés : combustibles « purs » (tels que le polyméthacrylate de méthyle) ou à l'état de mélanges (tels qu'un mélange de composants d'armoires électriques réelles). Les résultats expérimentaux obtenus sont ensuite comparés à ceux issus d'un modèle empirique initialement conçu pour des combustibles solides produisant peu de condensats (Mocho et al. CFA 2004) et dont la formulation actuelle introduit des paramètres intégrant la présence de ces condensats ; les limites de l'actuel modèle sont également commentées.

Référence

MOCHO V.M., BOUILLOUX L. RENZI V. – Facteurs influençant le colmatage des filtres THE industriels par des aérosols formés en cas de feux de différents matériaux – 20ème Congrès Français sur les Aérosols, (2004).

FIABILISER LES RESULTATS DE TESTS D'EPURATEURS
D'AEROBIOCONTAMINANTS PAR LA QUALIFICATION
DE LA PLATEFORME D'ESSAI.

P. Petinga*(1), P. Petit(1), P.-J. Vialle(1) et E. Robine(2)

(1) Laboratoire Qualité des Ambiances Intérieures, Centre Recherche et Innovation, CIAT, 01350 Culoz. (2) Laboratoire de Microbiologie des Environnements Intérieurs, CSTB, 77421 Champs-sur-Marne.

La qualité de l'air intérieur devenant un thème de plus en plus médiatisé et abordant un sujet sensible telle que la santé humaine, de nombreux industriels se sont lancés sur le marché des épurateurs d'air. Or aujourd'hui, aucune norme, réglementation ou certification ne permettent de définir si ceux-ci sont efficaces sur l'aérocontamination dans des conditions réalistes. En partenariat avec le CSTB, nous avons construit deux plateformes permettant d'étudier l'aérobiocontamination d'environnements intérieurs et notamment les moyens de traitements qui y sont associés, comme les épurateurs d'air autonomes ou intégrés en centrale de traitement d'air. La première plateforme est une veine d'essai permettant de tester des prototypes de systèmes de traitement d'air se rapprochant des conditions réelles d'utilisation, la seconde est une reproduction de deux locaux contigus avec un couloir adjacent en condition de type P3 où toute configuration de ventilation peut être reproduite. Dans cette étude, seule la première plateforme, nommée « One-Pass », est présentée.

La mise en place d'une nouvelle plateforme d'essai pour la conduite de tests d'épurateurs d'aérobiocontamination doit suivre une phase de qualification complète. Si c'est le cas effectivement, cette qualification permettra de s'affranchir de tout biais sur les futurs résultats pouvant résulter de paramètres non maîtrisés. Elle se déroule en 5 grandes étapes allant de la conception à la mise en place d'un protocole d'utilisation de la plateforme, en passant par la qualification de son étanchéité, aéraulique, particulière et microbiologique.

Les paramètres de conception, tels que la présence d'un coude ou d'une réduction par exemple, induisant des effets d'écoulement, soit laminaire, soit turbulent, et d'homogénéisation sont étudiés et ajustés par rapport aux étapes de la qualification, notamment par l'étude des profils de vitesses, des profils particuliers et des pertes particulières et microbiologiques. La veine d'essai One-Pass étant conçue pour tester différents prototypes d'épurateurs et pouvant travailler à différentes vitesses, une étude de l'effet de la perte de pression sur les paramètres de qualification de la plateforme d'essai a démontré que l'homogénéisation et les profils n'ont pas été influencés.

Cette qualification a permis de bâtir un protocole d'expérience permettant de s'assurer des paramètres de l'ensemble de la boucle d'essai avec une minimisation du nombre de points de contrôle avant un essai et assure une reproductibilité des résultats malgré le facteur « vivant » des microorganismes. Des essais d'épurateurs prototypes sont actuellement en cours et feront l'objet d'autres communications.

IMPACT DES COMPOSES SEMI-VOLATILS DU TRAFIC SUR LA QUALITE DE L'AIR A L'ECHELLE REGIONALE

K. Sartelet* (1), E. Debry (1, 2), M. Tombette (1, 3), P. Chazette (4), C. Seigneur (1)

(1) Centre d'Enseignement et de Recherche en Environnement Atmosphérique, Laboratoire Commun ENPC/EDF R&D, Université Paris-Est, 6-8 Avenue Blaise Pascal, Cité Descartes, Champs sur Marne, 77 455 Marne la Vallée Cedex 2

(2) Maintenant à Institut National de l'Environnement industriel et des risques, Parc Technologique ALATA BP 2 60550 Verneuil-en-Halatte

(3) Maintenant à Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, 31, avenue de la Division Leclerc, 92260 Fontenay-aux-Roses,

(4)

Les composés organiques semi-volatils (COSV) sont présents dans de nombreuses sources d'émission telles que les émissions du trafic automobile. Des mesures faites en région parisienne ont estimé que les COSV pourraient représenter jusqu'à 50% de la masse des aérosols organiques certains après midi d'été. Cependant, due aux difficultés de les mesurer et de les identifier, ils ne sont pas pris en compte dans la plupart des données d'émissions standard pour le trafic, qui ne représentent que la partie volatils des organiques.

Or, les espèces les moins volatils se condensant le plus rapidement, elles peuvent modifier de manière sensible la distribution d'aérosols, comme l'ont montré des études précédentes à l'échelle locale.

Dans cette étude, les SVOC sont modélisées avec trois espèces modèles: deux n-alkanes et un composé organique semi-volatil polycyclique. Ils sont ajoutés dans les inventaires d'émission en utilisant les données disponibles sur les mesures de gaz et de particules en sortie de pot d'échappement. Parce qu'une fraction importante des COSV ne sont pas identifiés par ces mesures, les COSV non identifiés sont pris en compte en répartissant la masse totale des COSV sur les COSV identifiés.

L'impact de cette modification de l'inventaire d'émission sur la qualité de l'air est estimé à l'échelle régionale sur la région parisienne. Des comparaisons avec des mesures disponibles en carbone organique sont également présentées.

CARACTERISATION DES EMISSIONS ATMOSPHERIQUES
(NOX, SO₂, CO₂, PARTICULES) LIEES AUX NAVIRES
SUR LA ZONE PORTUAIRE DE CHERBOURG-OCTEVILLE

P. Roupsard, O. Connan, D. Hebert, D. Maro

Laboratoire de Radioécologie de Cherbourg-Octeville, Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, IRSN/DEI/SECRE/LRC, 50130 Cherbourg-Octeville

Olivier.connan@irsn.fr

Le transport maritime était jusqu'à récemment considéré comme écologique, mais des études ont montré que le trafic maritime mondial pouvait occasionner une pollution atmosphérique non négligeable et impacter notamment les zones portuaires, souvent situées à proximité des villes. Ce travail est une étude préliminaire sur les rejets atmosphériques en gaz et particules des navires dans le port de Cherbourg-Octeville et sur la pollution éventuelle qu'ils peuvent engendrer. Nous avons mesuré les concentrations de SO₂, NO, NO₂, CO₂ et particules (7 nm-10µm) dans l'air ainsi que la vitesse et la direction du vent sur un site instrumenté à 3 km du port, de mars à juin 2008, afin de caractériser et d'estimer l'impact éventuel que peut engendrer le trafic maritime sur l'air dans les zones urbaines environnantes. Des mesures complémentaires ont également été menées sur la zone portuaire, à proximité immédiate des navires, afin de quantifier l'impact au moment des mouvements (arrivées/départs) de navires de types ferry.

Lors d'épisodes météorologiques où le vent portait en provenance du port vers le site de mesure, les teneurs en SO₂, NO₂, NO ont augmenté systématiquement ce qui semble indiquer une influence de la zone portuaire. Une étude approfondie, durant ces épisodes, en fonction du nombre de navire à quai, a permis d'estimer la contribution des navires aux augmentations des teneurs dans l'air. Ainsi, on peut estimer l'augmentation maximale par rapport aux valeurs moyennes (niveau de fond) à moins de 10 ppb pour le SO₂ et à moins de 20 ppb pour les NO_x. Concernant les particules, il apparaît que durant ces épisodes où les teneurs en polluants gazeux augmentent, le nombre de particules dans l'air augmente également et que la composition granulométrique varie, avec une proportion plus importante de particules dans la gamme 50 – 300 nm environ. Durant les campagnes de mesure effectuées sur le port, des augmentations en SO₂, NO_x, particules et CO₂, variables selon le type de navire, ont été mises en évidence à chaque mouvement de navires.

Cependant, même s'il apparaît que l'activité maritime modifie la composition atmosphérique locale des polluants étudiés, les teneurs mesurées restent faibles et ne doivent pas poser de problèmes de santé publique, à priori, selon les réglementations actuellement en vigueur.

MESURE DE LA CONCENTRATION DES AEROSOLS PRODUITS PAR
UN FEU D'ARMOIRE ELECTRIQUE REELLE
DANS UNE INSTALLATION MULTI-LOCAUX VENTILEE

P. Zavaleta*(1), M. Coutin(1), S. Moreau(1), H. Pretrel(1) et FX. Ouf(2)

(1) Laboratoire d'Expérimentation des Feux, Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, 13115 Saint Paul Lez Durance Cedex

(2) Laboratoire de Physique et de Métrologie des Aérosols, Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, 91192 Gif-Sur-Yvette Cedex

Dans le cadre d'un Programme d'Intérêt Commun Feux entre AREVA NC et IRSN, une campagne d'essais de feux d'armoires électriques réelles a été réalisée en 2007 dans le dispositif multi-locaux et ventilé DIVA. La mesure de la concentration des aérosols dans les locaux et le réseau de ventilation associé est un enjeu important de ce programme notamment vis-à-vis de l'estimation du risque de colmatage des filtres à très haute efficacité.

Ce papier présente les premiers résultats des concentrations d'aérosols obtenues notamment dans le local feu et le réseau d'extraction associé.

L'important dispositif métrologique destiné à la mesure des concentrations massiques des aérosols et implanté sur le dispositif DIVA comprend huit chaînes de mesure. La majorité de ces dernières incluent des systèmes de dilution pour tenir compte des fortes concentrations d'aérosol (de l'ordre de quelques grammes par mètres cubes) observées lors d'un premier essai de feu d'armoire électrique réelle, réalisé début 2006. Les mesures de concentration massique sont réalisées soit en ligne, à l'aide des analyseurs TEOM, soit, séquentiellement, avec des batteries de filtres. Six chaînes de mesure sur huit incluent un ou deux systèmes de dilution (deux diluteurs FPS-4000 et DEKATI DI-1000 pour les TEOM et un diluteur DEKATI DI-1000 pour les batteries de filtres). Seules les batteries de filtres présentes dans le local feu ne disposent pas d'équipement de dilution.

Deux types de chaînes de mesure (sur trois mises en œuvre lors de ces essais) ont été dans un premier temps qualifiées sur des feux de dodécane et de composants électriques à petite échelle en milieu ouvert (Moreau, 2008). La première est composée d'un TEOM et du système de dilution FPS-4000, la seconde, d'une batterie de filtres et d'un diluteur DEKATI DI-1000. Les mesures de concentrations obtenues à l'aide des deux types de chaînes de mesure sont en bon accord. L'ensemble du dispositif métrologique aérosol a également été testé sur l'installation DIVA à l'occasion des essais d'injection de fumées froides. Les résultats de ces essais montrent également une cohérence de l'ensemble des mesures. Deux essais globaux mettant en jeu quarante deux kilogrammes de composants électriques (équivalent à un quart de la masse combustible d'une armoire électrique réelle) disposés en vrac dans un panier ont montré un très bon accord de l'ensemble des mesures en ligne et une légère surestimation des mesures réalisées sur les batteries de filtres du local feu qui ne sont pas équipées de dilution.

Les premiers résultats obtenus lors des trois essais de feu d'armoire électrique révèlent des écarts importants de concentration massique obtenue par les chaînes de mesures équipées d'un diluteur et les deux autres, tandis que les mesures réalisées avec dilution sont globalement cohérentes. Des analyses chimiques d'échantillons d'aérosols recueillis sur les deux batteries de filtres du local feu et celle localisée à l'extraction de ce local, sont en cours d'examen.

L'objectif de ces analyses est de mettre en évidence, le cas échéant, l'impact du conditionnement (dilution, débit de prélèvement) ou de la position du prélèvement par rapport au foyer, sur la nature des aérosols prélevés. Par ailleurs, et pour répondre aux mêmes objectifs que précédemment, des essais complémentaires de feu de composants électriques à petite échelle vont être prochainement réalisés sur l'ensemble des chaînes de mesure.

MISE EN EVIDENCE DE LA DISPERSION DE PARTICULES FINES DANS LE SILLAGE D'UNE ROUE DE VEHICULE

F. Gérardin* (1,2), C. Gentric (2), N. Midoux (2)

(1) Département Ingénierie des Procédés - Institut National de Recherche et de Sécurité – rue du Morvan - CS 60027 - 54519 Vandoeuvre Lès Nancy Cedex

(2) Laboratoire des Sciences du Génie Chimique, UPR 6811, Centre National de la Recherche Scientifique — Ecole Nationale Supérieure des Industries Chimiques – Institut National Polytechnique de Lorraine - 1 rue Grandville BP 20451 - 54001 Nancy Cedex

L'exposition des salariés aux particules présentes dans leur environnement de travail constitue une préoccupation majeure pour les hygiénistes industriels. Des secteurs d'activités aussi divers que les carrières, les chantiers du BTP et les cimenteries sont à l'origine d'importantes émissions de poussières.

S'il est admis que la pollution particulaire observée sur les sites industriels est issue des étapes de production et de fabrication, il est en revanche peu fréquent de considérer le phénomène d'aérosolisation de particules provoqué par le passage du véhicule. Qu'il s'agisse de routes goudronnées ou de voies industrielles, la circulation de véhicule est à l'origine de l'envol de particules présentes naturellement à leur surface. Ces particules sont pour l'essentiel de nature minérale (matériaux, apports telluriques, abrasion des chaussées, etc.) et dans une moindre mesure de nature organique (usure des pneumatiques). Ce phénomène constitue une source d'émission diffuse considérable dépendant au premier chef de la vitesse du véhicule, de la charge et de l'humidité de la matière au sol. De nombreux travaux ont permis d'établir des modèles prédictifs de flux d'émissions de PM10. Empiriques et souvent approximatifs, ces modèles sont déterminés à partir d'une observation macroscopique du phénomène, c'est à dire par la mesure de la concentration en particules dans les champs moyen et lointain du véhicule. Les travaux expérimentaux de différents auteurs ont mis en lumière la roue comme une source importante d'émission de poussières. Cependant, la littérature ne fait pas état de travaux sur les mécanismes d'envol et de transport des particules dans le champ proche de la roue d'un véhicule. Compte tenu de la diversité des paramètres à considérer dans une telle problématique, la conduite de recherches destinées à déterminer la fonction de transfert des particules de leur état stable, c'est à dire immobiles sur le sol, vers un état aérosolisé a été écartée. En revanche, la caractérisation des phénomènes aérodynamiques à proximité des roues ainsi que le suivi de la concentration en particules fines dans leur sillage ont fait l'objet de la plus grande attention.

A ce titre, une étude a été menée en laboratoire dans des conditions expérimentales maîtrisées pour des configurations simples telles qu'une roue isolée ou un système de double essieu. Adossé à la simulation, l'ensemble de l'expérimentation s'est déroulé dans une soufflerie de type Eiffel équipée d'un sol mobile. Il ressort de ces travaux, que la rotation de la roue est à l'origine d'écoulements aérodynamiques complexes. Localisés de part et d'autre du point de contact de la roue avec le sol, ces flux provoquent le décollement et le transport de la poussière. Par exemple, la surpression observée en amont du point de contact donne naissance à un phénomène appelé « wheel jetting », caractérisé notamment par des vortex latéraux. Ces vortex contribuent à la dispersion de particules dans l'environnement du véhicule. Ces travaux ont également démontré l'impact des motifs présents à la surface d'un pneumatique sur l'écoulement de l'air. Sans pour autant aboutir, à ce jour, à des solutions technologiques, cette étude a posé les bases d'une réflexion sur les possibilités d'atténuation des émissions de poussières.

Moreau S., Pretrel H., Zavaleta P., Ouf F.X. (2008). Specific measurement technique to determine high level of soot concentration during large scale fire experiment, European Aerosol Conference 2008, 24-29 August 2008, Helexpo, Thessaloniki, Greece

ETUDE DES AEROSOLS AU COURS D'UN FEU D'HYDROCARBURE DANS UNE INSTALLATION A PLUSIEURS LOCAUX VENTILES.

S. Moreau*, H. Pretrel, W. Le Saux et P. Zavaletta

Laboratoire d'Expérimentation des Feux (DPMA/SEREA/LEF), Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), Centre de Cadarache, BP N°3, 13115 Cedex, St Paul-lez-Durance.

Cette contribution présente une étude expérimentale sur le comportement des particules de suies d'incendie lors d'un scénario à une échelle représentative des installations nucléaires. L'incendie étudié est un feu de nappe d'hydrocarbure situé dans un local fermé, ventilé mécaniquement et connecté à un autre local par une porte ouverte. L'étude concerne la concentration et la granulométrie des suies. Ces essais à grande échelle ont été réalisés au Laboratoire d'Expérimentation des Feux de l'IRSN à Cadarache dans le cadre du projet PRISME réalisé en partenariat avec l'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economique). La physique des suies d'incendie est un thème important pour l'évaluation du risque « incendie » dans les installations nucléaires. Les suies jouent un rôle significatif dans la propagation de la contamination, dans la détérioration du fonctionnement des réseaux de ventilation (colmatage de filtres) et dans les échanges thermiques avec le foyer.

Une première partie détaille le dispositif expérimental et la métrologie mise en œuvre. La concentration en suie est mesurée soit séquentiellement par échantillonnage et dépôt sur filtres soit en continue en utilisant un filtre monté sur une microbalance. La granulométrie est obtenue en utilisant des impacteurs de type ANDERSEN. Les mesures sont réalisées dans les locaux (en partie basse ou haute) ainsi que dans les gaines d'extraction. Une seconde partie présente le comportement général de suie dans les deux locaux et dans les gaines d'extraction. La concentration massique varie de façon similaire à la perte de masse de combustible. La répartition des suies dans les locaux évolue d'une répartition verticale stratifiée (concentration élevée en partie haute et faible en partie basse) en début de feu vers une répartition homogène (concentration constante sur l'ensemble du local) en fin de feu. Le bilan massique des suies au sein des locaux est étudié. Il permet d'évaluer les modes de propagation des suies : dépôt dans le local, évacuation par la ventilation, transport à travers la porte ouverte. Enfin, une dernière partie aborde l'influence de la taille du bac contenant le combustible (0.4 mètres carrés et 1 mètres carrés) ainsi que le taux de renouvellement (0 par heure à 8.4 par heure) sur la production des suies. Les résultats mettent en évidence l'impact du taux de renouvellement sur la taille des particules ainsi que sur le facteur d'émission des suies.

SPECIATION PAR MICROSPECTROMETRIE RAMAN D'AEROSOLS SUSCEPTIBLES
DE SE FORMER DANS LE CIRCUIT PRIMAIRE D'UN REACTEUR NUCLEAIRE
EN CAS D'ACCIDENT GRAVE

M. Lacoue-Nègre(1,2), S. Sobanska(1) H. Mutelle(2) et C. Brémard(1)

(1) Laboratoire de Spectrochimie Infrarouge et Raman (LASIR UMR CNRS 8516), Université des Sciences et Technologies de Lille, bât C5, 59596 VILLENEUVE D'ASCQ cedex

(2) Laboratoire d'Essais Analytiques / SEREA / DPAM / IRSN, Bât. 327 Centre de Cadarache 13108 SAINT PAUL LEZ DURANCE

La prévision des risques encourus lors d'un accident grave de centrale nucléaire fonctionnant à eau pressurisée (REP) fait état de l'émission d'aérosols contenant de l'iode qui possède une radiotoxicité élevée. L'élément iode est susceptible de s'associer avec les éléments des produits de fission et des matériaux de structure dans les conditions hydrothermales du circuit primaire.

Les travaux de l'IRSN dans le domaine sont intégrés dans le programme CHIP (CHimie de l'Iode dans le circuit Primaire). Ce programme a pour objectif de prévoir la nature des espèces et de simuler les réactions qui conditionnent la formation des aérosols dans le circuit primaire d'un REP en cas de fusion du cœur.

Les travaux antérieurs de simulations thermodynamiques ou d'essais expérimentaux ont mis en avant un certain nombre de composés susceptibles de se former tels que CsI, MoO₃, CsMoO₄, etc. Les résultats présentés ici démontrent la pertinence de la microspectrométrie Raman quand elle est associée aux méthodes multivariées de traitement de courbes (MCR) dans la détermination des espèces chimiques contenant de l'iode au niveau de la particule individuelle.

L'étude par microspectrométrie Raman confocale automatisée et de microscopie électronique des mélanges de microparticules de CsI et MoO₃ exposés à de la vapeur d'eau à température ambiante, 150 °C et 800°C met en évidence les réactions d'hydratation, de changement de phases et de réaction chimique à l'échelle de la particule. L'utilisation des méthodes MCR permet de résoudre les spectres Raman des espèces pures bien qu'elles n'apparaissent qu'en mélange au niveau de la microparticule. Les imageries électroniques, élémentaires et moléculaires obtenues sur l'ensemble des microparticules permettent de montrer leur hétérogénéité morphologique et chimique.

VALIDATION D'UN MODELE DE TRANSFERT DES AEROSOLS DANS UN LOCAL VENTILE

P. Nerisson*(1), L. Ricciardi(1), O. Simonin(2), A. Douce(3), J. Fazileabasse(3).

(1) Laboratoire d'Etudes et de Modélisation en Aérodispersion et Confinement, IRSN/DSU/SERAC, BP 68, 91192 Gif sur Yvette cedex

(2) Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse, allée du professeur Camille Soula, 31400 Toulouse

(3) EDF R&D, 6 quai Watier, BP 49, 78401 Chatou cedex

Dans un local ventilé, l'évaluation de la quantité de contaminant susceptible d'être inhalé par un opérateur repose sur la connaissance de l'évolution spatio-temporelle de la concentration du contaminant en tout point du local considéré. Ainsi, une thèse sur la modélisation du transfert des aérosols dans un local ventilé a été lancée en décembre 2005, dans le cadre d'une collaboration entre EDF, l'IRSN et l'IMFT, visant à améliorer la protection des opérateurs travaillant dans des installations à risque de contamination particulière. L'objectif de la thèse est de développer, dans un code de calcul de type CFD, des modèles permettant d'avoir accès à l'évolution de la concentration en aérosols, au moyen de simulations numériques.

Les recherches bibliographiques effectuées en début de thèse ont montré que de nombreuses méthodes peuvent être utilisées pour modéliser les écoulements diphasiques. Dans cette étude, la faible inertie des aérosols considérés (diamètre aérodynamique inférieur à quelques dizaines de microns) autorise l'utilisation d'un modèle de transport eulérien simplifié, appelé « diffusion-inertia model » (Zaichik et al., 2004). Ce modèle s'obtient à partir d'un formalisme eulérien bi-fluide complet, dont les équations sont issues d'un traitement statistique des propriétés de la phase dispersée, utilisant une fonction densité de probabilité (PDF : Probability Density Function). Finalement, le modèle ne contient qu'une seule équation de transport de la concentration en aérosols (en plus de l'équation de bilan de masse), ce qui le distingue d'un modèle eulérien bi-fluide complet. Les temps de calculs lors de simulations numériques sont ainsi nettement réduits.

La problématique du dépôt d'aérosols en parois a fait l'objet d'une approche spécifique, localisée dans la couche limite de l'écoulement d'air. Dans un premier temps, le flux de dépôt a été évalué par des lois de la littérature (Lai et Nazaroff, 2000 ; Wells et Chamberlain, 1967...). Le manque de précision sur certaines grandeurs relatives au calcul de ce flux a motivé le développement d'une nouvelle approche théorique complète de modélisation du dépôt en paroi. Ceci a permis d'aboutir à des lois applicables à tout régime de dépôt, quelle que soit l'orientation de la surface considérée, indépendamment des ambiguïtés liées à la détermination des grandeurs évoquées précédemment.

Ces modèles de transport et de dépôt ont été implémentés dans Code_Saturne, un code de calcul CFD libre, développé par EDF R&D. Ils ont été validés sur des géométries simples, suivant une approche modulaire pour appréhender chaque phénomène physique : batterie de sédimentation, conduits horizontaux et verticaux, coude. L'étape suivante dans la validation consiste à comparer les résultats de calculs dans des locaux ventilés à des résultats d'expériences menées en parallèle ; ces expériences sont réalisées en utilisant un traceur particulière fluorescent (uranine), dont les valeurs de concentration dans l'air et de quantité déposée en paroi résultent de mesures fluorimétriques.

Des expériences de validation ont eu lieu dans des locaux ventilés de taille réduite (36 puis 1500 m³). La communication proposée vise donc à présenter la validation des modèles sur les géométries simples. De plus, des comparaisons entre simulations numériques et expériences dans des locaux ventilés de 36 m³ et 1500 m³ seront exposées. D'autres résultats de simulations numériques dans une enceinte plus petite (1 m³) seront également comparés à des résultats de la littérature.

Lai, A. C. K. et Nazaroff, W. W. (2000) Modeling indoor particle deposition from turbulent flow onto smooth surfaces. *Journal of Aerosol Science* 31, 463-476.

Wells, A. C. et Chamberlain, A. C. (1967) Transport of small particles to vertical surfaces. *Brit. J. Appl. Phys.* 18, 1793-1799.

Zaichik, L., Soloviev, S. L., Skibin, A. P. et Alipchenkov, V. (2004) A diffusion-inertia model for predicting dispersion of low inertia particles in turbulent flows. 5th Int Conf on Multiph Flow, Yokohama, paper No 220.

SURFACE DES PARTICULES NANOSTRUCTUREES DISPENSEES DANS L'AIR :

ETUDE DES REPONSES DE DIFFERENTS INSTRUMENTS

S. Bau* (1, 2), O. Witschger (1), F. Gensdarmes (2), D. Thomas (3)

(1) Institut National de Recherche et de Sécurité, Laboratoire de Métrologie des Aérosols, BP 27, 54501 Vandoeuvre Cedex.

(2) Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, Service d'Etudes et de Recherches en Aérodispersion des polluants et en Confinement, BP 68, 91192 Gif-sur-Yvette Cedex.

(3) Laboratoire des Sciences du Génie Chimique CNRS/LSGC, 54000 Nancy.

Depuis déjà quelques années, des particules nanostructurées sont manufacturées et destinées à des usages industriels. Parmi les substances, déjà produites en très forts tonnages, on trouve, par exemple, les dioxydes de titane, les silices, les noirs de carbone ou les alumines pour n'en citer que quelques unes. Les secteurs industriels d'ores et déjà impliqués dans l'utilisation de ces nanopoudres sont, par exemple, la peinture, le pneumatique, la cosmétique, le ciment, la céramique... Par ailleurs, des laboratoires de recherche et les industries fabriquent, mettent en forme ou manipulent des nouvelles nanoparticules, nanopoudres et nanomatériaux sous différentes formes.

Les effets sur la santé des particules nanostructurées dépendent de nombreux paramètres, dont l'un des plus importants est la taille des particules, qui définit le site de dépôt dans les voies respiratoires ainsi que les interactions avec le système biologique après leur inhalation. De plus, plusieurs résultats issus d'études épidémiologiques et toxicologiques révèlent que la métrique surface permet une meilleure corrélation avec les effets biologiques que la métrique traditionnelle qui est la masse. Toutefois, aucun des trois indicateurs d'exposition (masse, surface, nombre) ne fait l'objet d'un consensus à ce jour. C'est pourquoi il semble crucial de s'attacher au développement de moyens de mesure, en particulier pour l'indicateur de la surface des particules nanostructurées en suspension dans l'air. En effet, il n'existe pas de méthode qui soit adaptée et validée pour la caractérisation des expositions professionnelles vis à vis de cet indicateur. Dans ce contexte, l'objectif de ce travail est d'étudier les techniques de mesure et de caractérisation de la surface des aérosols nanostructurés.

Les instruments mis en œuvre afin d'évaluer la surface des aérosols nanostructurés sont, pour la plupart, basés sur des méthodes électriques. Toutefois, peu d'études à ce jour se sont attachées à décrire leurs réponses en regards des différents paramètres caractéristiques des aérosols nanostructurés.

Dans ce but, le banc expérimental CAIMAN (CAractérisation des Instruments de Mesure des Aérosols Nanostructurés) a été spécialement conçu et caractérisé. Ce banc d'essais comporte quatre éléments essentiels (un générateur de particules nanostructurées, un système de génération d'ions bipolaires, un four à haute température et un volume de vieillissement) qui permettent de faire varier les propriétés des aérosols nanostructurés produits (taille, concentration, granulométrie, morphologie, état de charge, nature chimique).

Dans un premier temps, le banc d'essai CAIMAN a été qualifié, notamment en termes de diamètres médians et d'état de charge électrique des aérosols nanostructurés produits. Ensuite, des expérimentations ont été menées sur des aérosols monodispersés afin de mesurer les fonctions de réponse de chacun des instruments de mesure étudiés (NSAM TSI modèle 3550, LQ1-DC Matter Engineering, AeroTrak 9000 TSI). Ces données, établies sur des aérosols de concentrations et natures chimiques variables, ont ensuite été comparées aux fonctions de réponse théoriques. Les résultats expérimentaux montrent une bonne concordance avec les fonctions de réponse théoriques. De plus, la nature chimique des particules étudiées (Al, Cu, C) ne semble pas avoir d'influence sur leurs réponses.

Enfin, l'étude a porté sur la caractérisation des instruments lors de la mesure d'aérosols nanostructurés polydispersés. Pour ce faire, le couplage d'une mesure de distribution granulométrique (à l'aide d'un Scanning Mobility Particle Sizer) avec les fonctions de réponse préalablement établies en mode monodispersé a été mis en œuvre. La comparaison des calculs, réalisés à partir de la réponse en mode monodispersé et de la distribution granulométrique, avec les résultats des mesures en mode polydispersé a été utilisée afin de valider les fonctions de réponse et ce pour des aérosols nanostructurés de propriétés variables (diamètre médian, écart-type géométrique).

METHODE DE CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE POUR LE SUIVI ET LA SECURISATION DES PROCEDES DE FABRICATION DES NANOPARTICULES

T. Amodeo* (1), C. Dutouquet (1), M. Attoui (2), E. Fréjafon (1), O. Le Bihan (1).

(1) INERIS, Direction des Risques Chroniques, Unité Qualité de l'Air, Parc Technologique Alata, BP 2, 60550 Verneuil En Halatte

(2) Université Paris 12, département mesure physique, Val de Marne, 61 avenue du Général De Gaulle, 94010 Créteil Cedex

Depuis quelques années le marché des nanoparticules est en plein essor. Des matériaux structurés à l'échelle nanométrique présentent des propriétés nouvelles. Leurs applications sont très variées dans des domaines tels que la chimie, la pharmacie, l'électronique et la liste n'est pas exhaustive.

Dans ce contexte, il convient de s'intéresser aux problèmes potentiels posés par de tels matériaux sur la sécurité en terme sanitaire (1) et accidentel. En effet, l'échelle de taille nanométrique de ces particules leur confère d'une part une réactivité chimique accrue et leur permet d'autre part de pénétrer plus profondément dans l'organisme humain lors de leur inhalation.

Pour ces raisons, le projet européen Nanosafe2 a été initié. Il vise à identifier les risques liés aux productions de nanoparticules et s'attache à trouver des solutions, notamment dans le cadre de la détection de particules dans l'air sur le poste de travail.

La technique LIBS (Laser Induced Breakdown Spectroscopy) consiste à irradier la matière à l'aide d'un faisceau laser focalisé créant ainsi un plasma. Ce dernier, analysé par spectroscopie d'émission, renseigne sur la composition chimique élémentaire de la matière irradiée ainsi que sur sa stoechiométrie (2). Cette technique a été appliquée, dans de nombreux exemples, à la métrologie des aérosols. Citons la mesure de métaux à l'émission (3), la mesure de particules micrométrique à l'air ambiant (4) ou encore le contrôle de procédé de fabrication (5).

Le travail présenté ici a pour objectif de caractériser la mesure en direct des particules avec la technique LIBS.

Des premiers tests réalisés à l'INERIS ont permis d'étudier les variations de la réponse LIBS à des changements de paramètres expérimentaux tels que la taille des particules, leur concentration, leur nature chimique, l'énergie de l'impulsion laser incidente ou encore la nature du gaz porteur. L'indépendance de la réponse analytique de la technique en fonction de la taille des particules, dans la gamme de 40 nm à 1 µm, a ainsi été démontrée. Ces études paramétriques ont, de plus, mis en avant les mécanismes physiques jouant un rôle dans la cinétique du rayonnement d'émission atomique. Par ailleurs, la concentration des particules semblerait influencer les paramètres physiques du plasma tel que la température et la densité électronique. Ces changements provoquent des fluctuations du signal LIBS et dégrade la quantification. Enfin, les limites de détection de la méthode ont été évaluées.

Dans un second temps, la plateforme LIBS a été déplacé pour réaliser des mesures in situ au sein d'un procédé de fabrication de nano particules de Carbure de Silice. Il s'agissait alors d'étudier la faisabilité de la technique à détecter et quantifier des fluctuations de la stoechiométrie des nanopoudres produites. La capacité de quantification de la méthode a été démontrée en supprimant le plasma à l'équilibre thermodynamique local.

Références :

- (1) « Les nanomatériaux : Effets sur la santé de l'homme et sur l'environnement », AFSSET 2006.
- (2) D. Mukherjee, A. Rai, M.R. Zachariah* (2006) Quantitative laser-induced breakdown spectroscopy for aerosols via internal calibration: Application to the oxidative coating of aluminum nanoparticles. *Journal of Aerosol Science*. 37, 677-695.
- (3) Hahn DW, Flower WL, Hencken KR (1997). Discrete particle detection and metal emissions monitoring using laser induced breakdown spectroscopy. *Applied Spectroscopy*, vol 51 (12).
- (4) Hahn DW and Lunden MM (2000) Detection and analysis of aerosol particles by laser induced breakdown spectroscopy. *Aer. Sci. Techno*.
- (5) Amodeo T, Dutouquet C, Tenegal F, Le Bihan O, Fréjafon E (2007) : "On line monitoring of composite nanoparticles synthesised in pre-industrial laser pyrolysis reactor using Laser-Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS)". EmsLIBS symposium, Paris.

Remerciements :

Cette étude a été réalisée dans le cadre du programme Européen Nanosafe2 (sixième PCRD) avec le soutien de la région Picardie.

EFFET DE LA TAILLE DES AEROSOLS ET DE LEUR VITESSE DE FILTRATION SUR
LA MESURE DE L'ACTIVITE DES AEROSOLS RADIOACTIFS
EMETTEURS ALPHA PRELEVES SUR FILTRE

T. Geryes* (1,2), C. Monsanglant-Louvet (1), E. Géhin (2).

(1) Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, Service d'Etudes et de Recherches en Aérodispersion des polluants et en Confinement, BP 68, 91192 Gif-sur-Yvette Cedex.

(2) Centre d'Etudes et de Recherches en Thermique, Environnement et Systèmes, Université Paris XII, 61 av. du Général de Gaulle, 94010 Créteil Cedex.

La mesure d'activité des filtres de surveillance de la contamination radioactive environnementale constitue une difficulté métrologique majeure. En effet, en fonction des paramètres de prélèvement sur les filtres et des paramètres de mesure nucléaire, l'activité des aérosols émetteurs alpha contenus dans le filtre peut être sous-estimée jusqu'à un facteur 2. Le rendement de la mesure d'activité est alors dégradé et nécessite une correction (Higby, 1984) (Geryes, 2007a).

Pour répondre à ces questions, nous avons développé une étude expérimentale pour déterminer les corrections à apporter à l'activité des échantillons émetteurs alpha en fonction de la vitesse de filtration et de la granulométrie des aérosols, i.e. en fonction de la distribution spatiale des aérosols dans un filtre à fibres (Geryes et al., 2007b). Pour un faible dépôt massique, les filtres sont préparés par filtration d'aérosols radioactifs (diamètre aérodynamique médian en activité : 0,15 ou 3,7 micromètres avec un écart-type géométrique de 1,4) marqués au Plutonium-239. Ces aérosols calibrés sont produits dans l'installation EPICEA décrite par Grivaud et al. (1998) et Ruzer et Harley (2005). Les vitesses de filtration choisies sont comprises entre 10 et 1000 cm.s⁻¹ et sont contrôlées par la mesure de débit à travers le porte-filtre cylindrique. Les résultats présentés lors de cette communication concerneront un filtre classiquement utilisé dans les installations nucléaires (filtre C-357 en fibre de verre de diamètre 47 mm).

De plus, une présentation de l'évolution du facteur de correction de l'activité mesurée par comptage global en fonction de la profondeur de pénétration des aérosols dans le filtre sera faite. Il sera alors possible de décrire les meilleurs paramètres d'échantillonnage afin de minimiser les facteurs de correction.

Grivaud L., S. Fauvel, M. Chemtob, Measurement of performances of aerosol type radioactive contamination monitors. Radiation protection dosimetry (1998) Vol. 79, Nos 1-4, pp. 495-497.

Ruzer L.S., N. H. Harley, (2005), Aerosols handbook, measurement, dosimetry, and health effects. P.563-565. CRC press

Higby, D.P., (1984), Effects of particle size and velocity on burial depth of airborne particles in fiber filters. Springfield, VA: national technical information service.

Geryes T., (2007a), Etude de la dégradation, de l'énergie des rayonnements alpha et bêta dans les filtres de surveillance de l'activité atmosphérique. Rapport IRSN/DSU/SERAC/LPMA 07-04.

Geryes T., Monsanglant-Louvet C., Gehin E., (2007b), Pénétration des aérosols radioactifs alpha et bêta dans les filtres de prélèvement ; incidence sur la mesure de la radioactivité, 23^{ème} Congrès Français sur les Aérosols. Paris

REAL TIME MEASUREMENT OF AEROSOL PRODUCED BY MEDICAL NEBULIZERS

L. Vecellio* (1), P. Kippax (2), S. Rouquette (3), P. Diot (1)

(1) INSERM U-618, Tours, F-37000 France; IFR-135, Tours, F-37000 France; Université François Rabelais de Tours, F-37000 France.

(2) Malvern Instruments Limited, Enigma Business Park, Grovewood Road, Malvern, Worcestershire, WR5 3RL, UK.

(3) Malvern Instrument SA, Parc Club de l'Université, 30 Rue Jean Rostand, 91893 Orsay Cedex, France.

Background: Algorithms for modeling aerosol deposition in the respiratory tract have been developed in the past, primarily with the objective of predicting the exposure risks associated with working in hazardous environments (e.g. when working with radioactive materials). For several years, these models have also been used to predict the behavior of medical aerosols, making it possible to understand the effect of parameters such as particle size, patient anatomy, ventilation, exposure time and concentration on drug deposition within the respiratory system. However, each of the available models assumes that the aerosol concentration and size are constant during inhalation. Although this is a reasonable assumption for airborne contaminants, it is not true for many medical aerosols. The aim of this study was to measure and then predict the changes in aerosol concentration and particle size which occur during patient inhalation from different nebulizer devices. The first stage was to construct a sinusoidal breathing model to calculate the aerosol concentration produced by a standard jet nebulizer as a function of inhalation time. Next, the model predictions were compared to measurements of the aerosol concentration produced by different nebulizer types.

Methods: In this study, we constructed a sinusoidal breathing model to calculate the aerosol concentration produced by a nebulizer as a function of inhalation time. The laser diffraction technique was used to validate this model. The aerosol concentration and particle size were measured every 2 msec using the Spraytec laser diffraction system (Malvern Instruments Ltd, Malvern, UK). Each nebulizer was attached to a special glass measurement cell and a sine-wave pump. Two jet standard nebulizers (Mistyneb®, Microneb®), two breath-enhanced jet nebulizers (Pari® LC+, Atomisor® NL9M) and three mesh nebulizers (Eflow®, Aeroneb® Go, Aeroneb® Pro with Idehaler®) were characterized.

Results: The results obtained were consistent in terms of curve profile between the proposed model and the laser diffraction measurements. The standard jet and mesh nebulizers produced significant variations in aerosol concentration during inhalation, whereas the breath-enhanced jet nebulizers produced a constant aerosol concentration. For example, with the Microneb® standard jet nebulizer, the concentration changed by 238% during the inhalation phase. All of the nebulizers produced a relatively constant particle size distribution.

Conclusions: Our findings confirm that the concentration observed during inhalation is often not constant over time. The laser diffraction method allows the concentration and size of particles for each unit volume of air inhaled to be measured and could therefore be used to predict the aerosol deposition pattern more precisely.

EXERCICE INTER-LABORATOIRE POUR LA MESURE DE LA CONCENTRATION MASSIQUE DES PM10 DANS L'AIR AMBIANT

A. Ustache* (1), G. Aymoz (1), L. Marelli (2), H. Marfaing (3), F. Mathé (4),
F. Lagler (2), L. Emblico (2), O. Le Bihan (1)

(1) Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS), Parc
Technologique Alata, BP 2, 60550 Verneuil-en-Halatte. aurelien.ustache@ineris.fr

(2) JRC Ispra

(3) AIRPARIF, 7 rue Crillon, 75004 Paris, France

(4) Département Chimie et Environnement, Ecole des Mines de Douai, 59508 Douai, France

La surveillance à travers l'Europe de la concentration massique des PM10 dans l'air ambiant extérieur a été rendue obligatoire par la directive Cadre de 1996 et la directive Fille associée de 1999.

La méthode de référence à appliquer par les Etats Membres a été définie : il s'agit de la méthode manuelle gravimétrique décrite en détail dans la norme EN 12341. Toute technique alternative est jugée recevable sous réserve d'une démonstration d'équivalence par rapport à la méthode de référence.

Lors des exercices d'équivalence nationaux, le dispositif français utilise le préleveur séquentiel sur filtres à bas débit Partisol Plus comme méthode gravimétrique de référence. En ce qui concerne la surveillance quotidienne des PM10, les AASQA utilisent la jauge radiométrique MP101M RST (société Environnement SA) et la microbalance TEOM-FDMS (société TEI).

La Commission Européenne a souhaité disposer de données permettant de comparer la manière avec laquelle les différents pays membres assurent cette surveillance quotidienne. De ce fait, le JRC Ispra a entrepris un « tour d'Europe » consistant à mener, dans chaque pays membre, un exercice d'intercomparaison de deux semaines.

Un tel exercice a été mené en France en mars 2008, impliquant d'un part le JRC, et d'autre part à la fois un représentant local du pays d'accueil (ici, AIRPARIF, réseau de surveillance de l'Ile de France), et le laboratoire national de référence (ici le LCSQA / INERIS et LCSQA / EMD).

