

**CENTRE D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE
EN ENVIRONNEMENT ATMOSPHERIQUE
CEREA
LABORATOIRE COMMUN ENPC-EDF R&D**

Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
6-8 Avenue Blaise Pascal, Cité Descartes, 77455 Champs sur Marne
EDF R&D, SPE, 6 quai Watier, 78401 Chatou
Tel: 01 64 15 21 42 Fax: 01 64 15 21 70

Directeur: Bruno Sportisse
Directeur Adjoint: Luc Musson-Genon

11 chercheurs
10 doctorants

6 post-doctorants

Créé à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées en 2003 à partir d'une équipe du CERERE (le pôle Air), le CEREA est devenu un Laboratoire Commun ENPC-EDF R&D à compter du 1er janvier 2004, bilocalisé entre le site ENPC de Champs sur Marne et le site EDF R&D de Chatou. Ses activités de recherche concernent la modélisation de l'environnement atmosphérique et plus spécifiquement l'évaluation des impacts des activités liées à la production de l'énergie (thermique ou nucléaire) et aux transports. L'implication dans ces deux secteurs d'activité se matérialise d'une part avec l'imbrication dans les programmes d'EDF R&D, d'autre part via les relations avec les organismes du Réseau Scientifique et Technique du METLMT organisées par une convention avec la DRAST.

D'autres conventions (existantes ou sur le point d'être conclues) précisent, dans ce cadre, les activités dans des secteurs spécifiques (convention avec l'IRSN pour le

secteur nucléaire, convention avec l'INERIS sur la problématique des impacts, convention avec l'ONERA sur la thématique impact des avions). Enfin, une partie des activités (aérosols et assimilation de données) rentrent dans le cadre de projets soutenus par le CRNS via le Programme National de Chimie Atmosphérique. L'année 2004 devrait permettre de développer des relations avec Météo France.

Multidisciplinaire, le CEREA articule ses travaux autour de quatre équipes dont les thèmes de recherche sont respectivement la mécanique des fluides pour l'échelle locale, la dispersion des polluants à l'échelle régionale et continentale, la modélisation des phénomènes multiphasiques et enfin l'assimilation de données. Cette dernière activité s'insère par ailleurs dans un projet de l'INRIA, le projet CLIME.

Axes de recherche

Le CEREА dispose essentiellement de deux outils de modélisation numérique: MERCURE pour la description des écoulements à petite échelle (environnement urbain, sites industriels) et POLAIR pour la dispersion à l'échelle régionale et continentale. Ceci nécessite en amont de pouvoir disposer de bonnes paramétrisations physiques et de modèles d'évolution physico-chimiques des espèces considérées. Un effort important est ainsi consacré à la construction de modèles multiphasiques. En aval, les modèles ainsi développés sont validés par comparaison à des mesures et éventuellement utilisés notamment pour des études d'impact (voire à terme pour la prévision). Dans ce contexte, les actions de recherche consacrées à l'assimilation de données (le couplage entre sorties de modèles et données mesurées) prennent tout leur sens que ce soit pour améliorer le pouvoir prédictif des modèles ou retrouver des flux d'émissions de polluants.

Echelle locale et mécanique des fluides atmosphérique

(responsable: Bertrand Carissimo)

Cet axe de recherche est centré sur les préoccupations du Ministère de l'Équipement (pollution urbaine) et sur les préoccupations d'EDF (dispersion sur un site industriel). Il s'appuie notamment sur le développement d'un outil complet de simulation adapté à ce type de problématique sur la base du code MERCURE d'EDF, en incluant les paramétrisations nécessaires pour ces applications (chimie, aérosols, ...) à partir de celles existantes dans les autres outils du CEREА (compatibilité des modules).

Cette année a été une année de transition pour le code MERCURE qui a changé de noyau de résolution, passant du code ESTET au code Saturne. Les changements sont importants, par exemple au niveau des

maillages, qui sont maintenant non structurés. Ceci permet une grande souplesse pour la prise en compte des bâtiments mais introduit une nouvelle complexité pour les paramétrisations physiques. A moyen terme, les modules actuellement en développement seront intégrés dans cette nouvelle version.

Il est enfin à noter que le CEREА participe à un PPF autour la soufflerie de l'ECL.

Dispersion réactive à petite échelle

Un module pour la prise en compte des réactions chimiques très rapides a été introduit dans MERCURE, par exemple pour la formation de NO₂ à partir de NO dans les quelques minutes qui suivent les émissions. Au cours de cette année, cette version réactive de MERCURE a fait l'objet d'un travail de comparaison à des mesures réalisées dans une rue de Copenhague (rue de Jagtveg). Cette base de données avait déjà été utilisée pour la validation de modèles « boîte » simplifiés de dispersion. Les résultats montrent que la version réactive de MERCURE conduit à une meilleure prévision des concentrations lorsque le régime chimique est standard (travail de Stéphanie Lacour et Bertrand Carissimo)

Par ailleurs, dans le cadre d'une collaboration avec le CETU, la version réactive de MERCURE a permis de modéliser la dispersion réactive au voisinage du débouché d'un tunnel. Dans ce cas, le rejet généré par le débouché du tunnel a une contribution beaucoup plus importante sur les concentrations en NO_x dans la rue. De plus, l'évacuation des polluants hors de la rue est beaucoup plus rapide du fait de l'écoulement induit par la présence du tunnel.

Dispersion dans un tissu urbain

En ce qui concerne la dispersion en milieu bâti, l'accent a été mis sur l'étude de la

dynamique de l'écoulement et de la dispersion dans un réseau de bâtiments. A partir d'expériences conduites aux Etats-Unis pour évaluer la dispersion d'une source de pollution dans un quartier idéalisé (blocs bâtis régulièrement disposés), les résultats de MERCURE ont été comparés aux mesures de concentration en veine hydraulique et sur site réel. La simulation fournit une évaluation satisfaisante de la dispersion de polluants dans le bâti lorsque les conditions aux limites sont comparables. On observe cependant une disparité des niveaux de turbulence entre la simulation numérique et la veine hydraulique: la différence pourrait provenir de la différence d'échelle entre la réalité et le laboratoire. Ce travail se poursuit actuellement grâce à une thèse démarrée en octobre sur la simulation de la dispersion de polluant en milieu urbain : l'objectif de ces travaux est de pouvoir simuler des champs de concentration de polluants dans un quartier (thèse de Maya Milliez).

Qualité de l'air intérieur

Une collaboration a été engagée avec le CSTB autour de la modélisation de la qualité de l'air intérieur. Un premier modèle nodal a été développé prenant en compte les échanges entre l'air intérieur et l'air extérieur, les principales réactions chimiques et le dépôt des polluants. La comparaison de ce modèle à des données mesurées dans un appartement à Vincennes a permis de valider l'approche suivie et de proposer des valeurs de vitesses de dépôt plus appropriées pour l'air intérieur. Il est prévu de poursuivre ce travail dans le cadre d'une collaboration renforcée avec le CSTB.

Etude d'impact

Un projet de recherche dédié à la construction d'une chaîne de modélisation pour l'estimation des impacts de la pollution atmosphérique liée aux transports routiers a été monté auprès du PREDIT, sous la coordination du CEREAA, avec le CSTB,

l'ECL et l'INRETS. La phase de prédéfinition de ce projet a été retenue. La thèse de Rémy Lagache s'insère dans cette action.

Echelle régionale et continentale (responsable: Luc Musson-Genon)

L'activité principale de cette équipe est axée sur la modélisation de la qualité de l'air de l'échelle régionale (l'Île de France par exemple) à l'échelle européenne pour des thématiques allant de la prévision à l'étude d'impact en passant par des études de cas documentées. Les secteurs visés couvrent le transport ainsi que le domaine énergétique (parc thermique à flamme et nucléaire). Cette activité se décline autour de différents codes pour les aspects écoulements atmosphériques et autour du code POLAIR sur les aspects transport-dispersion des espèces chimiques (gaz et aérosols).

Dans le domaine atmosphérique, pour les calculs grande échelle sur la thématique prévision ou étude d'impact, le CEREAA dispose à présent d'un accès aux données du Centre Européen pour les Prévisions Météorologiques à Moyen Terme (CEPMMT). Pour les calculs à l'échelle régionale, le modèle MM5 est désormais utilisé au CEREAA. Il est à noter que le code MERCURE (voir équipe échelle locale) est aussi utilisable comme code atmosphérique à méso-échelle. Les principaux travaux en 2003 ont consisté à construire les interfaces pour utiliser POLAIR avec ces différentes données d'entrée.

Dans le domaine de la dispersion réactive à proprement parler, le travail s'organise autour de POLAIR (et de son adjoint ; voir équipe assimilation), plate-forme logicielle multi-échelles. L'année 2003 a vu le développement sous forme modulaire de la librairie AtmoData (travail de Vivien Mallet) pour les différents processus physiques : émissions, mécanismes chimiques, transport turbulent, dépôt,

lessivage par les précipitations. En 2003 les principaux développements ont consisté en un portage sous CVS (gestionnaire de développement partagé), l'introduction du dépôt et du lessivage et la mise à disposition de différents modules chimiques pour la pollution photo-oxydante (RACM, CBM4 et MELCHIOR générés par le préprocesseur SPACK) et pour le mercure sous forme gazeuse.

Les études avec ses outils se sont déclinées sur les actions suivantes.

Prévision de la qualité de l'air

Une version 1D de POLAIR a été couplée avec le modèle 1D CAILLOU afin de réaliser l'adaptation locale des prévisions 3D des oxydes d'azote. Une méthode variationnelle a été mise en œuvre pour identifier les émissions locales sur Paris. Par ailleurs, le code POLAIR a été validé à l'échelle européenne sur la période avril-août 2001 (à l'aide de la plateforme PIONEER développée par le Laboratoire de Météorologie Dynamique) sur la prévision de l'ozone par comparaison aux mesures disponibles en Europe (242 stations de surface). Au niveau de cette phase de faisabilité, les scores obtenus (25 microg/m³ en erreur quadratique moyenne) constituent une bonne base de départ (travail de Vivien Mallet).

Etude d'impact et analyse coût-bénéfice

Les modèles d'impact ont vocation à être utilisés sur de longues périodes de temps et pour de nombreux scénarios, notamment d'émission. Après un travail sur les méthodes de réduction de la chimie par des méthodes de tabulation, l'influence de la variabilité des conditions météorologiques a été testée avec la réalisation de 10 années de calcul et la construction des statistiques associées (thèse de Jaouad Boutahar). Des calculs de sensibilité ont été effectués à l'aide du développement de l'adjoint de

POLAIR pour la chimie EMEP de l'acidification.

Métaux lourds et Mercure

Des modules permettant de faire des calculs d'impact pour les métaux lourds (Plomb, Cadmium, Cuivre, Zinc, Arsenic considérés comme aérosols passifs monodispersés) et le mercure sous ses formes gazeuse et dissoute ont été développés au sein de POLAIR. Les premiers calculs portent sur l'année 2001 et sont en cours d'évaluation avec les données mesurées sur le réseau EMEP (thèse de Yelva Roustan).

ESCOMPTE

Un important travail de simulation a débuté sur les données de la campagne internationale ESCOMPTE focalisée sur l'étude de la chimie photo-oxydante dans la région de Fos-Berre-Marseille durant l'été 2001 dans le cadre d'un exercice d'inter-comparaison de modèles financé par les pouvoirs publics (PRIMEQUAL). Ceci a notamment donné lieu à un travail avec la Mission Thermique d'EDF pour estimer, sur études de cas, l'impact des rejets en oxydes d'azote de la Centrale de Martigues sur les pointes de pollution en ozone. Le code POLAIR a été mis en œuvre sur la deuxième période d'observation intensive et les premiers résultats ont été obtenus en utilisant les données météorologiques du CEPMMT. Le couplage avec les sorties du modèle RAMS est en cours ainsi que l'introduction d'un cadastre à haute résolution sur la zone ESCOMPTE (post-doc de Wilfran Moufouma-Okia).

Modèles multi-physiques

(responsable: Bruno Sportisse)

L'objectif est la construction et la validation d'un modèle multiphasique qui puisse être portable dans des codes hôtes tridimensionnels (au premier rang desquels, POLAIR et MERCURE; thèse de Bastien Albriet).

Projet PAM

Les travaux sur la modélisation multiphasique (eau/gaz/aérosols) se sont poursuivis notamment autour du projet PAM (Pollution Atmosphérique Multiphasique, avec le LISA et le LSCE) soutenu par le programme de recherche Primequal/Predit. Cette activité s'insère également au sein du projet aérosols du PNCA.

L'année 2003 a été une phase de construction d'outils de simulation pour la modélisation de la dynamique des aérosols sous l'influence des processus de condensation/évaporation, coagulation et nucléation. Deux modèles ont ainsi été développés: MAM (Modal Aerosol Model, post-doc de Karine Sartelet) et SIREAM (Size Resolved Aerosol Model, thèse de Edouard Debry) qui reposent respectivement sur une approche modale et résolue de la discrétisation granulométrique d'un spectre d'aérosol. Les espèces concernées sont inorganiques (la modélisation repose alors sur le modèle de thermodynamique ISORROPIA) ou organiques (sur la base de paramétrisations classiques en branchement de sortie de modèles de chimie atmosphérique).

Ces deux modèles ont été couplés au modèle de dispersion tridimensionnel POLAIR et sont en cours d'évaluation par comparaison à des données de mesures à l'échelle continentale (post-doc de Hadjira Foudhil) et à l'échelle régionale (post-doc de Mohammad Taghavi).

Enfin, la prise en compte de la phase aqueuse (brouillard ou nuages) et l'amélioration des modèles thermodynamiques utilisés, notamment pour la partie organique sont les pistes de développement à court terme (post-doc de Kathleen Fahey).

Extension à d'autres thématiques

L'application de ces modèles à d'autres

problématiques a débuté. Ceci concerne par exemple le cas de particules dispersées à proximité d'infrastructures routières (dans le cadre d'un modèle gaussien), le cas des particules radioactives (thème de la convention passée avec l'IRSN) et enfin les particules en sortie de tuyères d'avion (convention avec l'ONERA). Un premier travail avec l'ONERA a ainsi eu lieu autour du code Fludiles (post-doc de Cécile Ferreira-Gago).

Assimilation de données

(responsable: Marc Bocquet)

L'évènement marquant de l'année 2003 a été le regroupement du projet AIR de l'INRIA (dirigé par Isabelle Herlin) et du groupe d'assimilation de données du CEREAS au sein d'un nouveau projet de l'INRIA, le projet CLIME, dont l'objectif est le «couplage de la donnée environnementale et des modèles de simulation numérique pour une intégration logicielle». Dans cette optique, la compétence de la partie CEREAS est parfaitement complémentaire de celle de l'équipe AIR (traitement et assimilation de l'image satellitaire).

Cette année, les travaux du groupe ont porté d'une part sur l'assimilation variationnelle et d'autre part sur la modélisation inverse de traceurs linéaires. Des travaux sur l'assimilation du transport réactif par des méthodes séquentielles ont aussi été initiés.

Au delà de la continuation des travaux déjà engagés, les orientations esquissées cette année prendront de l'ampleur en 2004. L'accent sera en particulier mis sur les méthodes avancées d'assimilation, comme la prévision d'ensemble (thèse de Vivien Mallet) et plus généralement les problèmes liés au transport réactif non-linéaire. L'articulation avec les problématiques de prévision opérationnelle est prévue dans le cadre de nos relations avec l'INERIS.

Modélisation inverse de sources

Le transport d'un traceur atmosphérique non-réactif est décrit par une équation linéaire d'advection-diffusion. On cherche alors, à partir d'un ensemble de mesures de concentrations, à estimer la source de ce traceur. Grâce à la linéarité de la dynamique, des informations peuvent être obtenues sur la source par l'intermédiaire de solutions de l'équation adjointe du transport, appelées *rétropanaches*. Les mesures s'expriment alors de façon linéaire et explicite en fonction de la source (travaux de Jean-Pierre Issartel).

Lorsque la source est supposée être ponctuelle, la méthode du simplexe peut être mise en oeuvre pour sa reconstruction. Les travaux autour de la campagne ETEX 1 ont ainsi été poursuivis. Une application de cette technique a aussi été mise en oeuvre par Jean-Pierre Issartel pour l'identification des sources d'arsenic dans l'environnement de Santiago du Chili. Ce travail a été mené dans le cadre d'une collaboration avec le Centre de Modélisation Mathématique du Chili (Laura Gallardo Klenner) et s'insère au sein du projet AIR puis CLIME.

Le problème est beaucoup plus complexe lorsque la source est diffuse. Une extension de la méthode de reconstruction par projection sur la base des rétropanaches a été proposée par Jean-Pierre Issartel. Une approche alternative est en train d'être définie et testée par Marc Bocquet (régularisation par entropie).

Assimilation variationnelle

L'utilisation de techniques variationnelles au CERE A a notamment porté sur le travail de développement de l'adjoint de POLAIR (thèse de Denis Quélo). Disposer de l'adjoint d'un modèle est une condition nécessaire pour l'emploi de techniques variationnelles (calcul du gradient de la fonction de coût). L'influence de la différence de comportement entre espèces

chimiques lentes et rapides a été étudiée dans ce contexte (Denis Quélo et Bruno Sportisse). Enfin, l'adjoint de POLAIR a été utilisé pour des études de sensibilité (thèse de Vivien Mallet).

Dans le cadre d'échanges avec le LSCE (CNRS/CEA), Bruno Sportisse poursuit son implication dans le travail de thèse de Diégo Santaren. Celle-ci porte sur la modélisation inverse par des techniques variationnelles de paramètres d'un modèle de biosphère donnant des flux de CO₂ (ORCHYDEE).

Les travaux sur les méthodes variationnelles sont soutenus par le projet Assimilation de Données du PNCA, notamment pour des applications à la problématique satellitaire.
Ouverture sur les méthodes séquentielles

En collaboration avec le projet AIR (puis au sein de CLIME), German Torrès a débuté un séjour post-doctoral ERCIM portant sur l'assimilation de données en chimie atmosphérique au travers de plusieurs modèles (POLAIR et REGOZON pour la chimie, MM5 pour la météo), dans le cadre d'une collaboration avec le GMD First à Berlin. L'objectif est, pour la prévision de la qualité de l'air à Berlin, d'identifier les avantages et inconvénients des méthodes séquentielles et variationnelles.

Par ailleurs, une étude sur l'intérêt de méthodes séquentielles avancées pour la prévision en chimie atmosphérique a été initiée (Marc Bocquet). Ces méthodes (filtres particulières du type SIR), bien que numériquement coûteuses, autorisent une prise en compte de la forte non-linéarité des modèles et apparaissent potentiellement comme prometteuses.

Projets appliqués

Une convention a été signée entre le CERE A et l'IRSN avec comme interlocuteur le centre de prévention des crises (bureau environnement atmosphérique d'Olivier Isnard). Elle repose

en partie sur le projet MIRA (Modélisation Inverse d'un Rejet Atmosphérique), dont l'objectif est l'étude de la dispersion d'un rejet ponctuel ou diffus au sortir d'une enceinte de centrale nucléaire. Le rôle du CERE A est l'étude de la modélisation inverse des paramètres qualifiant la dispersion du rejet (vitesse de dépôt), ainsi que les caractéristiques de l'émission (débit, hauteur de la source).

Un premier travail de synthèse et de prospection sur les méthodes d'estimation des paramètres inconnus retenus pour l'assimilation (paramètres de régularisation) a été effectué (thèse de Monika Krysta). Enfin, l'application à des données issues de la soufflerie de l'Ecole Centrale de Lyon (maquette de la centrale du Bugey) a débuté (thèse de Monika Krysta, Shailendra Mudgal).

Enseignement

Le CERE A est impliqué dans l'enseignement à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées. Ceci comprend à la fois des modules à caractère applicatif (Pollution Atmosphérique, responsable: Bruno Sportisse) mais également une participation à des modules disciplinaires (Calcul Scientifique). Un cours sur la « Prév ision et la modélisation inverse dans les géosciences » (responsable: Marc Bocquet) a été monté cette année pour la semaine européenne de printemps mais n'a pas pu être ouvert faute d'inscrits.

Le CERE A participe également à la vie des départements d'enseignement, notamment via l'activité de Vincent Pircher (mis à disposition par Météo France) au sein du département VET.

Un cours de DEA est organisé à l'ENSTA au sein du DEA M2SAP (Modélisation, simulation et assimilation pour la pollution atmosphérique, responsable: Bruno Sportisse). Enfin, le CERE A est très impliqué dans le DESS Modélisation et Simulation de la Matière de l'UMLV, notamment via la responsabilité de la partie

« Environnement Atmosphérique ».

Le CERE A participe à la formation doctorale au sein du collège Ville et Environnement, notamment avec Jean-Pierre Issartel.

Le CERE A a été partie prenante de la construction du Mastère SME (en cours d'évaluation), également avec J.-P. Issartel.

Coopérations internationales

Il est à noter que 10 nationalités sont représentées au sein du CERE A, ce qui lui donne une coloration très multinationale.

Le CERE A a eu l'honneur d'accueillir le professeur Spyros Pandis de Carnegie-Mellon University (Etats-Unis) pour un séjour d'une semaine en janvier 2003. Ceci a permis de conforter les relations déjà initiées sur la modélisation des aérosols (mission d'Edouard Debry aux Etats-Unis dans le cadre de sa thèse) et d'accueillir à l'automne Kathleen Fahey en séjour post-doctoral.

Le professeur Maithilis Sharan de l'IIT Delhi a été accueilli au CERE A pour un séjour d'un mois dans le cadre d'un soutien de l'ambassade de France à New Delhi. Un projet commun avec Jean-Pierre Issartel a été déposé auprès du CEFIPRA.

Le CERE A a continué ses relations avec le CMM de Santiago du Chili sur la modélisation de la dispersion de polluants à l'échelle urbaine et la modélisation inverse d'émissions d'arsenic (mission de Jean-Pierre Issartel au Chili et accueil de Laura Gallardo au CERE A). Cette activité est effectuée au sein d'un projet CONYCIT/INRIA et relève du projet CLIME.

Des relations ont été développées avec le GMD de Berlin sur la prévision de la qualité de l'air et les méthodes d'assimilation de données via le post-

doctorat de German Torrès, financé par ERCIM et qui est effectué à mi-temps à Berlin, à mi-temps en France. Cette activité relève également du projet CLIME et rentre dans le cadre du programme PROCOPE pour les échanges franco-allemands.

Le CEREAA poursuit une collaboration avec le programme CAMP (Comprehensive Atmospheric Modeling Program) de l'Université Georges Mason (Etats-Unis) dans le domaine de la dispersion à l'échelle locale (Bertrand Carissimo).

Enfin, le travail postdoctoral de Karine Sartelet sur les aérosols se poursuit dans le cadre d'un projet commun avec le CRIEPI au Japon, soutenu par la fondation Canon pour la recherche.

Personnel Scientifique

ALBRIET Bastien (*)	MALLET Vivien (*)
BOCQUET Marc	MILLIEZ Maya (*)
BOUTAHAR Jaouad (*)	MOUFOUMA-OKIA Wilfran (**)
BOUZEREAU Emmanuel (*)	MUDGAL Shailendra
CARISSIMO Bertrand	MUSSON-GENON Luc
DEBRY Edouard (*)	PIRCHEP Vincent
DUPONT Eric	PLION Pierre
FAHEY Kathleen (**)	QUELO Denis (*)
FEREIRA-GAGO Cécile (**, #)	ROUSTAN Yelva (*)
FOUDHIL Hadjira (**)	SARTELET Karine (**)
ISSARTEL Jean-Pierre	SPORTISSE Bruno
KRISTA Monyka (*)	TAGHAVI Mohammad (**)
LACOUR Stéphanie	TORRES German (**)
LAGACHE Rémy (*)	WENDUM Denis

(*) Doctorant

(**) Post-doctorant

(#) N'est plus membre du CERECA au 1/1/2004

Stagiaires 2003

MABROUKKI Intissar (stage scientifique ENPC 2003)	2003)
POMMIER Julien (stage scientifique ENPC	PANZARELLA Sébastien (stage DESS UMLV 2003)

Enseignement

Prévision et modélisation inverse dans les géosciences, cours de l'ENPC (non ouvert)

Marc BOCQUET, responsable.

Jean-Pierre ISSARTEL, Bruno SPORTISSE, intervenants.

Calcul Scientifique, cours de l'ENPC.

Bruno SPORTISSE, maître de conférence.

Pollution Atmosphérique, cours de l'ENPC.

Bruno SPORTISSE, responsable.

Marc BOCQUET, Stéphanie LACOUR, Rémy LAGACHE, Luc MUSSON-GENON, intervenants.

Modélisation, Simulation, Assimilation de données pour la chimie atmosphérique, cours ENSTA/DEA M2SAP X-UVSQ.

Bruno SPORTISSE.

Unité Environnement Atmosphérique du DESS Modélisation et Simulation de la Matière, UMLV.

François GARNIER, responsable.

Bertrand CARISSIMO, Jean-Pierre ISSARTEL, Stéphanie LACOUR, Luc MUSSON-GENON, Bruno SPORTISSE, intervenants.

Formation doctorale Collège Ville et Environnement sur la pollution atmosphérique.

Jean-Pierre ISSARTEL, responsable.
Stéphanie LACOUR, intervenant.

Publications et rapports

Publications acceptées ou publiées (revues avec comités de lecture)

Boutahar J., Lacour S., Mallet V., Musson-Genon L., Quélo D., Roustan Y. and Sportisse B. Development and validation of a fully modular platform for the numerical modeling of Air Pollution: POLAIR. Accepted for publication in International Journal for Environmental Pollution.

Debry E., Sportisse B. and Jourdain B. A stochastic approach for the numerical simulation of the general dynamics equation for aerosols. *J. Comp. Phys.* 2003. Vol 184. Pages 649:689.

Djouad R., Audiffren N. and Sportisse B. Sensitivity analysis using automatic differentiation applied to a multiphase chemical mechanism. *Atmospheric Environment*. 2003. Vol 37, nr 22, pages 3029-3038.

Djouad R., Sportisse B. and Audiffren N. Reduction of Multiphase Atmospheric Chemistry. *Journal of Atmospheric Chemistry*. 2003. Vol 46. Pages 131-57.

Djouad R. and Sportisse B. Solving reduced models in Air Pollution Modelling. *Applied Numerical Mathematics*. 2003. Vol 44, nr 1, pages 49:61.

Issartel J.-P. and Baverel J., Rebuilding sources of linear tracers after atmospheric concentration measurements, *Atmos. Chem. Phys.*, 3, 475--486, 2003

Issartel J.-P. and Baverel J., Inverse transport for the verification of the CTBT, *Atmos. Chem. Phys.*, 3, 475--486, 2003

Wotawa, G., de Geer, L.-E., Denier, P., Kalinowski, M., Toivonen, H., d'Amours, R., Desiato, F., Issartel, J.-P., Langer, M., Seibert, P., Frank, A., Sloan, C., Yamazawa, H., Atmospheric transport modelling in support of CTBT verification. Overview and basic concepts, *Atmospheric Environment* 37, 2525--2537, 2003.

Sportisse B. and Djouad R. Investigation of mass transfer for atmospheric pollutants into a fixed droplet with aqueous chemistry. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*. 2003. Vol 108. Nr D2.

Sportisse B. and Quélo D. Data assimilation and inverse modeling of atmospheric chemistry. Proc. of Indian National Science Academy. Part A Physical Sciences. Nov. 2003. Vol 69.

Sportisse B., Boutahar J., Debry E., Quélo D. and Sartelet K. Some tracks in Air Pollution Modeling. RACSAM Journal of the Spanish Science Academy, Real Academia de Ciencias de Espana. 2003. Vol 96. Nr 3.

Publications acceptées ou publiées (revues sans comités de lecture)

Debry E. et Sportisse B. Modélisation de la dynamique des aérosols: le modèle SIREAM. Pollution Atmosphérique et Journal of Aerosol Sciences.

Sportisse B. Quelques aspects de la modélisation de la pollution atmosphérique. Annales des Ponts et Chaussées, « Modélisation: nouvelles pratiques ».

Sportisse B. Modélisation et simulation de la pollution atmosphérique. Compte-rendu 2003 du CNFGG.

C Clerbaux, A. Hauchecorne, S. Bekki, C. Granier, M. Pirre, B. Sportisse, J.P.Issartel et J.L. Attié. Assimilation de données satellitaires et inversion de sources pour l'étude de la composition chimique atmosphérique. Compte-rendu 2003 du CNFGG.

Publications soumises

Lacour S. and Sportisse B. Estimating Indoor velocity deposition taking into account chemical reactions. Submitted to Atmos.Environ.

Mallet V. and Sportisse B. 3D chemistry-transport model Polair: numerical issues, validation and inverse-modeling strategy, by Mallet, V. and Sportisse, B. Submitted to Atmos.Chem.Phys.Disc. (ACPD), special issue EGS.

Quélo D., Sportisse B. and Isnard O. Data assimilation for short range atmospheric dispersion of radionuclides. A case study. Submitted to J. of Env. Radiol.

Actes de colloques

Lacour S., Megueulle C., Carlotti P., Soulhac L. and Sportisse B. Unsteady effects on pollutant dispersion around a tunnel portal. In Proceedings of Urban Air Quality Conference (UAQ'4), Prague, mars 2003.

Lacour S. and Joumard R. Sampling vehicles for pollutant emission modeling. In Proceedings of the 8th Conference on Transport and Air Pollution, Avignon, juin 2003.

Rapports

Rapport 2003-1: J.Boutahar et B.Sportisse. Propagation d'incertitude dans un modèle de chimie-transport. Premières applications à un modèle 0D. Rapport de contrat EDF.

Rapport 2003-2: B.Sportisse. Proposition de programme de travail pour la convention IRSN/ENPC "Dispersion atmosphérique de radionucléides".

Rapport 2003-3: B.Sportisse. Compte-rendu scientifique du projet "Modélisation de la chimie multiphasique". Rapport pour le Programme National de Chimie Atmosphérique (INSU/PNCA).

Rapport 2003-4: Y.Roustan. Rapport d'avancement ADEME/EDF 1. Modélisation de l'impact des métaux lourds, du mercure, et des particules (PM2.5 et PM10) à l'échelle du continent Européen.

Rapport 2003-5: I.Mabrouki et S.Lacour. Modélisation de la qualité de l'air à l'intérieur d'un bâtiment.

Rapport 2003-6: B.Albriet et S.Lacour. Etude de la dispersion réactive d'un rejet tunnel dans une rue canyon. Rapport CETU.

Rapport 2003-7: J.Boutahar et B.Sportisse. Application de la méthode HDMR à un Modèle de Chimie-Transport 3D: POLAIR 3D. Rapport de contrat EDF.

Rapport 2003-8: S.Panzarella. Modélisation numérique de la dispersion de polluant en milieu urbain idéalisé (expérience MUST).

Rapport 2003-9: J.Boutahar, S.Lacour,

V.Mallet, D.Quélo, Y.Roustan and B.Sportisse. Development and validation of a fully modular platform for the numerical modeling of Air Pollution: Polair. Accepted for publication in International Journal of Environmental Pollution.

Rapport 2003-10: Y.Roustan. Rapport d'avancement numéro 2 ADEME/EDF. Modélisation de l'impact des métaux lourds, du mercure et des particules à l'échelle du continent Européen.

Rapport 2003-11: P.Pommier. Localisation de source de polluant atmosphérique et application à l'accident de Tchernobyl.

Rapport 2003-12: C.Ferreira-Gago. Rapport de contrat ONERA. Guide d'utilisation de FLUDILES.

Rapport 2003-13: M.Krysta, M.Bocquet et B.Sportisse. Identification des paramètres d'assimilation de données. Eléments bibliographiques et premières applications au modèle de dispersion de l'IRSN.

Thèses en cours

B. ALBRIET

Modélisation d'une distribution d'aérosols aux échelles locales et régionales. ENPC.

J. BOUTAHAR

Réduction de modèles de qualité de l'air pour les études d'impact à l'échelle européenne. ENPC.

E. BOUZEREAU

Modélisation de l'eau liquide dans le modèle Mercure_Saturne. Paris 6.

E. DEBRY

Modélisation numérique de la dynamique des aérosols. ENPC.

M KRISTA

Modélisation inverse de la dispersion des radionucléides dans l'atmosphère. Paris 12.

Rapport 2003-14: E.Debry et B.Sportisse. Modélisation numérique de la dynamique des aérosols: le module SIREAM (Size Resolved Aerosol Model)

Rapport 2003-15: D.Quélo and B.Sportisse. Data assimilation for short range atmospheric dispersion of radionuclides: a case study. Submitted to J.of Env.Rad.

Rapport 2003-16: V.Mallet and B.Sportisse. 3D chemistry-transport model Polair: numerical issues, validation and inverse-modeling strategy. Submitted to ACPD.

Rapport 2003-17: B.Albriet. Modèles gaussiens pour la dispersion des particules. Calculs préliminaires.

Rapport 2003-18: B.Albriet. Merging dans les modèles modaux d'aérosols.

Rapport 2003-19: S.Lacour. Dispersion de particules liées aux transports routiers - Eléments bibliographiques.

Rapport 2003-20: R.Lagache. Effets sur la santé liés à la pollution atmosphérique.

R. LAGACHE

Couplage de modèles pour l'estimation des impacts de la pollution atmosphérique liée aux transports à l'échelle locale. ENPC.

V MALLET

Prévision de la qualité de l'air et méthodes non linéaires d'assimilation de données. ENPC.

M MILLIEZ

Modélisation thermique au sein du modèle Mercure_Saturne. Application à la modélisation de l'environnement urbain. ENPC.

D. QUELO

Assimilation de données variationnelle pour la chimie atmosphérique. ENPC.

Y. ROUSTAN

Modélisation du mercure et des métaux lourds à l'échelle européenne. ENPC.

Politique contractuelle

Convention cadre 2003 EDF R&D

EDF R&D

Convention cadre 2003 DRAST

S. Lacour, R. Lagache, B. Sportisse

METLMT

Modélisation des impacts de la centrale thermique de Martigues

W. Moufouma-Okia, L. Musson-Genon, B. Sportisse

Mission thermique EDF R&D.

Modélisation des impacts à l'échelle européenne. Méthodes de réduction.

J. Boutahar, L. Musson-Genon, B. Sportisse

EDF R&D

Modélisation inverse des rejets atmosphériques (projet MIRA)

M Bocquet, M. Krista, S. Mudgal, B. Sportisse

IRSN

Convention cadre avec l'IRSN

S. Mudgal, B. Sportisse

IRSN

Programme National Chimie

Atmosphérique (PNCA), projet aérosols

Debry E., Sportisse B.

CNRS

Programme National Chimie

Atmosphérique (PNCA), projet assimilation de données

Quélo D., Issartel J.P., Sportisse B.

CNRS

Dispersion de polluants en tête de tunnel

S. Lacour, B. Albriet

CETU

Projet PAM (Pollution Atmosphérique Multiphasique), programme Primequal-Predit

E. Debry, K. Fahey, H. Foudhil, K. Sartelet, M. Taghavi, B. Sportisse

MEDD

Couplage aérosols/turbulence dans les traînées de condensation

C Ferreira-Gago, F. Garnier

ONERA

Conférences, séminaires, missions

Conférences

Debry E., Congrès annuel de l'ASFERA (Association Française d'Etudes et de Recherche sur les Aérosols), Paris (France). Décembre 2003. «Le modèle SIREAM pour la dynamique des aérosols». Avec B. Sportisse.

Issartel J.-P., Pan-American Advanced Studies Institute, Centro de Modelamiento Matematico, Santiago (Chili). 6-18 janvier 2003. «Inverse modeling of atmospheric tracers».

Issartel J.-P., Simposio de Cambio global: hacia una vision sistematica, Punta Arenas

(Chili). Janvier 2003.

Issartel J.-P., EGS - AGU - EUG Joint Assembly, Nice (France). Avril 2003.

Issartel J.-P., Atelier de Modélisation Atmosphérique de Météo-France, Toulouse (France). 5 décembre 2003.

Lacour S., Urban Air Quality Conference (UAQ'4), Prague (République Tchèque). Mars 2003. «Unsteady effects on pollutant dispersion around a tunnel portal». Avec C.Megueille, P.Carlotti et L.Soulhac.

Lacour S., Conference on Transport and Air Pollution, Avignon (France). Juin 2003. «Sampling vehicles for pollutant emission

modeling». Avec R.Joumard.

Lacour S., Colloque de l'ADEME «Modélisation des émissions du transport routier», Paris (France). Avril 2003. «Intercomparaison d'outils et de méthodes d'inventaires d'émission d'origine routière».

Mallet V., EGS - AGU - EUG Joint Assembly, Nice (France). Avril 2003. «Validation of the 3D chemistry-transport model POLAIR and preliminary results on inverse modeling of emissions». Avec J.Boutahar, D.Quélo, K.Sartelet et B.Sportisse.

Mallet V., Gloream-Eurasap Workshop, Cologne (Allemagne). 29/09-01/10 2003. «Sensitivity analysis with the 3D chemistry-transport model POLAIR». Avec D.Quélo et B.Sportisse.

Séminaires

Issartel J.P., séminaire du DEA M2SAP X-ENSTA-UVSQ. Novembre 2003. «Modélisation inverse de sources».

Issartel J.P., Université de Calais, 15 mai 2003. «La méthode des rétropanaches».

Roustan Y., Journée des doctorants ADEME. 20 mai 2003. «Modélisation de l'impact des métaux lourds, du mercure et des particules à l'échelle européenne».

Sportisse B., ERCIM Workshop

Environmental Modeling, Sophia Antipolis. Février 2003. «Forecasting atmospheric dispersion of radionuclides». Avec D. et Quélo et O. Isnard.

Sportisse B., séminaire ESIEE/DEA télédétection. Février 2003. «Assimilation de données pour la pollution atmosphérique».

Missions

Bocquet M., EGS - AGU - EUG Joint Assembly, Nice (France). Avril 2003. Session «Assimilation de données».

Bocquet M., école d'été E2Phi 2003 à Bordeaux. Août 2003, 4 jours. «*La physique de notre planète, la Terre, et son climat*».

Bocquet M., Annual Seminar 2003 du CEPMMT, Reading (Royaume-Uni). Septembre 2003, 5 jours. "*Recent developments in data assimilation for atmosphere and ocean*"

Issartel J.P., mission au CMM, Santiago du Chili (Chili). Janvier 2003.

Sportisse B., Journée PNCA/aérosols, Observatoire Midi-Pyrénées, Toulouse. 28 novembre 2003.

Sportisse B., Journée PNCA/assimilation de données, CERFACS, Toulouse. 2 Décembre 2003.

Séminaires et conférences invitées

8 janvier 2003: Spyros Pandis, Carnegie Mellon University, Etats-Unis.

3 février 2003: Cécile Ferreira-Gago, ONERA.

10 février 2003: Xavier Vancassel, Laboratoire de Physico-Chimie de l'Atmosphère, Université de Strasbourg.

15 avril 2003: Laura Gallardo Klenner, Centro de Modelamiento Matematico, Université du Chili, Santiago.

22 avril 2003: Patrice Mestayer, Equipe Dynamique de l'Atmosphère Habitée, Ecole

Centrale de Nantes.

10 juin 2003: Sylvain Cheinet, LMD.

1er juillet 2003: Maithili Sharan, Center for Atmospheric Sciences, Indian Institute of Technology, New Delhi.

2 juillet 2003: Mohammad Thagavi, Laboratoire de Météorologie Physique.

4 septembre 2003: Christian Seigneur, Atmospheric&Environmental Research, Etats-Unis.

30 septembre 2003: Kathleen Fahey (CEREA et Carnegie Mellon University).

13 octobre 2003: German Torres (CEREA et ERCIM).

21 octobre 2003: Laurent Li, LMD.

4 novembre 2003: Maya Milliez, CEREA.

17 décembre 2003: Claire Carouge et Philippe Peylin, LSCE/CEA.

Logiciels

AtmoData

Librairie pour le calcul des paramétrisations d'un modèle de Chimie-Transport.

V Mallet

ENPC

Caillou 1D

Modélisation verticale de la couche limite atmosphérique.

L. Musson-Genon

EDF R&D et Météo France.

Mam 1.0

Modèle modal pour la dynamique des aérosols (Modal Aerosol Model).

K. Sartelet, B. Sportisse

ENPC

Mercury_Code Saturne

Modèle de CFD pour l'atmosphère.

E. Bouzereau, B. Carissimo, E. Dupont, S.

Lacour, M. Milliez

EDF R&D

Polair 2.1

Modèle de Chimie-Transport multi-polluants, version 2.1.

J. Boutahar, H. Foudhil, V. Mallet, D. Quélo, Y. Roustan, B. Sportisse

ENPC

Siream 1.0

Modèle résolu pour la dynamique des aérosols (Size Resolved Aerosol Model).

E. Debry, B. Sportisse

ENPC

Spack

Préprocesseur/générateur pour la chimie atmosphérique (Simplified Preprocessor for Atmospheric Chemical Kinetics).

B. Sportisse, P. Plion

ENPC

Liste des sigles utilisés

ADEME	Agence pour le Défense de l'Environnement et la Maîtrise de l'Energie
CEA	Commissariat à l'Energie Atomique
CEFIPRA	Centre Franco-Indien pour la Promotion de la Recherche Avancée
CEPMMT	Centre Européen de Prévision Météorologique à Moyen Terme
CEREA	Centre d'Enseignement et de Recherche sur l'Environnement Atmosphérique
CEREVE	Centre d'Enseignement et de Recherche Eau Ville Environnement
CETE	Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement
CETU	Centre d'Etude des Tunnels
CNFGG	Comité National Français de Géodésie et de Géophysique
CNRS	Centre National de Recherche Scientifique
CONICYT	Comision National de Investigacion Cientifica y Tecnologica de Chile
CRIEPI	Central Research Institute for Electric Power Industry (Japon)
CSTB	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
DRAST	Direction de la Recherche et des Affaires Scientifiques et Techniques du METMLT
ECL	Ecole Centrale de Lyon
EDF R&D	Electricité de France Recherche et Développement
ENPC	Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
ENSTA	Ecole Nationale Supérieure des Techniques Avancées
ERCIM	European Research Consortium for Informatics and Mathematics
GMD FIRST	German National Research Institute for Information Technology
INRIA	Institut National de Recherche en Informatique et Automatique
INERIS	Institut National sur l'Environnement et les Risques Industriels et Sanitaires
INRETS	Institut National de Recherche et d'Etude sur les Transports et la Sécurité
IRSN	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
LISA	Laboratoire Interuniversitaire des Systèmes Atmosphériques (Paris 7, Paris 12, CNRS)
LMD	Laboratoire de Météorologie Dynamique (X-ENS-CNRS)
LSCE	Laboratoire Surveillance du Climat et de l'Environnement (CEA/CNRS)
M2SAP	DEA Modélisation, Simulation, Applications à la Physique (X-ENSTA-UVSQ)
MEDD	Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable
METLMT	Ministère de l'Equipement, des Transports, du Logement, de la Mer et du Tourisme
ONERA	Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales
PNCA	Programme National de Chimie Atmosphérique
PPF	Plan Pluriannuel de Formation
PREDIT	Programme pour la Recherche, le Développement et l'Innovation dans les transports terrestres
PRIMEQUAL	Programme Interministériel d'Etude de la Qualité de l'Air
PROCOPE	Programme d'action intégrée franco-allemand
UMLV	Université de Marne La Vallée
UVSQ	Université de Versailles-Saint Quentin
VET	Département Ville-Environnement-Territoire de l'ENPC