

Dossier de candidature à un PAI 2007 (Candidature initiale) - Déposé le 15 mai 2006 à 00h40

Programme concerné

GALILEE (Italie)

1 - Partenaires

	Équipe française	Équipe italienne
Chef de projet		
Nom	M CORDIER STEPHANE	Mme GROPPI MARIA
Fonction	Professeur d'université	Ricercatore confermato
Laboratoire		
Nom - Sigle	LABORATOIRE DE MATHÉMATIQUES ET APPLICATIONS D'ORLÉANS - MAPMO	DIPARTIMENTO DI MATEMATICA
Institution de rattachement	CNRS UMR - 6628 - SPM	UNIVERSITA DI PARMA
Adresse	MAPMO, FEDERATION DENIS POISSON UNIVERSITE D'ORLÉANS, B.P. 6759	VIALE G.P. USBERTI 53 A
Code postal	45067	43100
Ville	ORLÉANS CEDEX 2	PARMA
Tél	02 38 41 70 09	(39) 0521906955
Télécopie		(39) 0521906950
Mél	cordier@math.cnrs.fr	maria.groppi@unipr.it
Directeur	M ANKER JEAN-PHILIPPE	Mme ALESSANDRINI LUCIA

2 - Projet

Titre

Pollution de l'atmosphère par des particules : problèmes mathématiques et simulations numériques

Domaine

Mathématiques et leurs interactions

3 - Moyens demandés en 2007

	France vers Italie	Italie vers France
Nombre total de personnes	9	9
Nombre total de voyages	9	9
Durée totale des séjours (en jours)	51	51

4 - Autres financements reçus

Autres financements reçus ou demandés

Préciser

Avez-vous déjà bénéficié d'un financement pour ce PAI ?	non
Sur le même thème de recherche ?	non
Avec le même partenaire ?	non
Autres demandes déposées pour 2007	non

5 - Description du projet

Objectif scientifique et/ou technologique de la collaboration

La pollution (et en particulier la pollution atmosphérique, est un problème très important pour les villes européennes, si bien que le besoin d'actions efficaces pour l'amélioration de la qualité de l'air est devenu un enjeu sociétal de premier plan. La parution de plusieurs directives européennes, et la prise de conscience par les administrations des villes de la nécessité de mettre en place des plans de développement éco-soutenables est un indicateur significatif de la gravité du problème. Le paramètre le plus préoccupant est celui de la concentration des poussières fines et ultrafines (de granulométrie inférieure respectivement à 10 et 2,5 μm) qui peuvent être inhalées par l'homme et constituent des moyens d'accès aux voies respiratoires pour d'autres polluants potentiellement très dangereux (des métaux ou des composés organiques). On souligne en particulier que les particules de granulométrie inférieure à 10 μm ont un intérêt particulier : elles sont utilisées (comme SO₂, NO_x, O₃) comme indicateur en France (appelé ATMO) et dans d'autres pays européens. Pour définir des moyens d'amélioration du niveau de présence des poussières dans l'atmosphère, il convient de mieux comprendre la formation de ces poussières et leurs transformations successives. On sait que les poussières peuvent se former de diverses manières : émission directe par l'industrie et les habitations, décollement des poussières prédéposées, érosion naturelle de la croûte terrestre, transformation photochimique puis combinaison avec des polluants gazeux formant des particules appelées "secondaires". En outre, le dépôt des particules sur le territoire est fortement dépendant des conditions météorologiques, qui influencent la dispersion des polluants et la formation des particules secondaires. Dans l'étude de ce type de phénomènes physico-chimiques, comme de manière plus générale dans l'activité de recherche contemporaine, les mathématiques appliquées ont un rôle clé dans deux phases fondamentales du processus de compréhension des phénomènes : d'une part dans la modélisation, d'autre part dans la simulation numérique. La modélisation des processus physico-chimiques pris en exemple ici nécessite la connaissance de l'évolution d'un grand nombre de particules élémentaires, interagissant à travers des mécanismes complexes de collision. Un autre objet d'étude dans le cadre de ce projet est celui de modèle économique ou socio-économique. Les particules représentent alors des individus qui sont caractérisés par certaines grandeurs telles que leur patrimoine ou leur opinion. Les collisions entre particules décrivent alors les modes d'interaction entre individus et on cherche à comprendre si, sous certaines hypothèses simplificatrices sur la façon d'interagir et lorsque le nombre d'individus devient grand, le système atteint un équilibre que l'on cherche à caractériser. Ce nouveau domaine d'application qui a été ouvert par des collègues de physique statistiques récemment est connu sous le nom d'écono-physique. Les modèles considérés présentent des similitudes avec ceux décrivant les particules de poussières et les techniques mathématiques sont assez proches. Le rapprochement de ces deux domaines, bien différents dans leurs applications nous paraît propice à des interactions fructueuses entre les différentes équipes participants au projet, lesquelles disposent d'expériences et de compétences complémentaires.

Fichier(s) téléchargé(s) par le candidat

Aucun fichier téléchargé par le candidat

Programme de travail proposé et calendrier

La modélisation cinétique ou mésoscopique (intermédiaire entre les modèles macroscopiques et microscopiques) est particulièrement bien adaptée à des systèmes tels que décrits dans le paragraphe précédent puisque son objet de décrire l'évolution statistique d'un ensemble de particules (trop nombreuses pour être suivies individuellement). On se propose d'étudier, dans le cadre de ce projet, de tels modèles adaptés aux phénomènes physico-chimiques précédemment décrits ce qui nécessite la prise en compte d'effet complexe et sort donc du cadre de la théorie cinétique traditionnelle, décrite par l'équation de Boltzman. Il convient de considérer - le couplage de ces équations cinétiques avec des équations de la mécanique des fluides (type Navier-Stokes) qui gouvernent l'évolution de l'air : c'est l'objet de la théorie des aérosols ou des sprays ; - les termes sources qui représentent l'effet des réactions chimiques conduisant via la création ou la perte de certains constituants à des équilibres sur des échelles de temps parfois très rapides; - des collisions inélastiques dans lesquelles une partie de l'énergie cinétique des particules est dissipé, ce qui peut modifier la température d'équilibre. En ce qui concerne les modèles socio-économiques, la caractéristique commune avec les modèles précédents porte sur le caractère « non-élastique » des interactions considérées et l'apparition d'état d'équilibre faisant apparaître des distributions en lois de puissance (appelés queue de Pareto) observées dans les répartitions de revenus par exemple. Des phénomènes similaires ont été obtenus récemment dans l'étude de milieux granulaires pour lesquels, à nouveau, les collisions inélastiques doivent être prises en compte. Une autre difficulté dans ce type de modèle est la nécessité de prendre en compte des effets stochastiques (soit interne pour décrire le choix de l'individu, soit externe pour prendre en compte les fluctuations du marché financier). La modélisation (adimensionnement des équations issues de la physique faisant apparaître des petits paramètres, analyse asymptotique pour déterminer les régimes limites lorsque ces paramètres sont négligeables) et la mise au point de méthodes numériques adaptées (type Monte-Carlo ou déterministes pour la partie cinétique et des méthodes aux volumes finis ou aux différences finies pour les modèles hydrodynamiques associés) permettra, par exemple, de développer des codes numériques fonctionnels décrivant des problèmes de propagation et de dépôt de polluants en zones urbaines ou bien, des modèles de simulations socio-économiques que l'on envisage de confronter avec des données expérimentales. Pour la première phase du programme, au début de l'année 2007, cinq visites sont prévues par les participants français impliqués dans le projet. En particulier, ces visites permettront aux jeunes chercheurs, pour des périodes d'une semaine au minimum, d'apprendre les techniques de modélisation mathématique des laboratoires partenaires ou, pour les chercheurs plus expérimentés, pour des périodes plus courtes (2 à 3 jours), de préciser les directions de recherche dans le cadre de ce projet et

d'interagir avec les jeunes chercheurs des équipes italiennes. Cela pourrait permettre de préciser certains projets de thèse en cotutelle. Dans la deuxième partie, à partir de septembre 2007, une série de quatre visites est également prévue pour poursuivre les collaborations mises en place. Il s'agirait à nouveau de visites d'au moins une semaine pour les jeunes chercheurs et de visites plus courtes pour les chercheurs confirmés. La demande italienne est analogue. -> Soit 9 missions (4 * 9 jours + 5 * 3 jours) environ 5000 euros

Intérêt de la collaboration et complémentarité des équipes

Pour le type de recherche que nous proposons, il est nécessaire d'avoir une bonne maîtrise des équations aux dérivées partielles : celles issues de la théorie cinétique (et de ses extensions aux gaz réactifs), mais également celles de type "réaction-diffusion", qu'on obtient comme limite hydrodynamique des précédentes. On utilisera également des équations de type "spray", et des modèles inélastiques pour les milieux granulaires. Pour tous ces modèles, il est indispensable de mettre au point des méthodes de simulation numérique qui puissent prendre en compte la complexité de l'espace des phases. Chacun des groupes de recherche concernés (le groupe français d'un côté, le groupe italien de l'autre) possède des compétences spécifiques et complémentaires. Le groupe français est composé d'experts de l'analyse mathématique et de la simulation numérique des équations cinétiques, ainsi que de spécialistes des sprays. De son côté, le groupe italien a une compétence spécifique dans la modélisation des gaz réactifs et des milieux granulaires, ainsi que dans la simulation des systèmes hyperboliques.

Avantages de la collaboration pour le laboratoire français

Les équipes françaises impliquées dans ce projet pourront profiter de l'expérience des équipes italiennes sur les questions de gaz réactifs, en particulier en ce qui concerne le domaine de la modélisation, qui est d'importance cruciale pour les applications. La collaboration envisagée donnera également une opportunité décisive pour les jeunes participants français de participer à une recherche internationale de très haut niveau, et de se former dans les domaines de compétence spécifiques des équipes italiennes. Cet aspect de formation doctorale sera essentiel dans la réussite de ce projet.

6 - Présentation des équipes

Composition des équipes (signaler par "*" les personnes qui participent au projet)

France	Stéphane Cordier (*), Professeur, 36 ans, Université d'Orléans; Céline Baranger (*), Ingénieur de recherche, 31 ans, CEA-DAM; Laurent Boudin (*), MdC, 32 ans, Université Paris 6; Frédérique Charles (*), En thèse (en cours d'inscription), 24 ans, Université d'Orléans; Laurent Desvilletes (*), Professeur, 39 ans, ENS de Cachan; Brigitte Lucquin (*), MdC, 49 ans, Université Paris 6; Simona Mancini (*), MdC, 34 ans, Université d'Orléans; Julien Mathiaud (*), en thèse, 26 ans, ENS de Cachan; Ayman Moussa (*), 22 ans, en stage de M2, ENS de Cachan; Gael Raoul (*), 22 ans, en stage de M2, ENS de Cachan
Italie	Maria Groppi, 37 ans, Università di Parma*, Marzia Bisi, 30 ans, Università di Parma, post-doc*, Fiammetta Conforto, 36 ans, Università di Messina*, Giacomo Dimarco, 28 ans, Università di Ferrara, dottorando*, Elisa Ferrari, 29 ans, Università di Ferrara, post-doc*, Roberto Monaco, 58 ans, Politecnico di Torino*, Lorenzo Pareschi, 40 ans, Università di Ferrara*, Sandra Pieraccini, 34 ans, Politecnico di Torino*, Gabriella Puppo, 47 ans, Politecnico di Torino*, Francesco Salvarani, 33 ans, Università di Pavia*, Giampiero Spiga, 58 ans, Università di Parma*, Giuseppe Toscani, 57 ans, Università di Pavia*

Equipements disponibles pour la réalisation du projet

France	Le laboratoire MAPMO mettra à la disposition des participants au projet des PC sous linux, des mac sous mac os X , des outils de calcul scientifique et formel (C, C++, scilab, maple), ainsi que des moyens de calcul performant sous la forme d'une grappe de 50 PC. De manière plus générale, les participants au projet pourront disposer de l'ensemble des ressources du laboratoire MAPMO (secrétariat, ingénieurs informaticiens, etc.)
Italie	Les participants au projet disposeront des ressources logistiques, ainsi que des ressources en hardware et software de l'ensemble des laboratoires italiens impliqués dans le projet, et en particulier du "Centro per la Modellistica il Calcolo e la Statistica (CMCS, http://www.cmcs.unife.it) dell'Università di Ferrara" .

Publications significatives en rapport avec le projet (5 maximum)

France	- C.Baranger, L.Boudin, PE.Jabin, S.Mancini, "Model of biospray for the upper airways, ESAIM Proceedings, CEMRACS 2004, vol.14, pp. 41-47, (2005). C. Baranger, G. Boudin, L. Budin, B. Despré, E. Lapébie, F. Lagoutiere, T. Takahashi . "Liquid jets generation and break up", Proceedings du CEMRACS 2003 S. Cordier, G. Toscani, L. Pareschi, "On a kinetic model for a simple market economy", Journal of Statistical physics 120, 253-277 L. Desvilletes, R. Monaco, F. Salvarani, "A kinetic model
--------	---

allowing to obtain the energy law of polytropic gases in the presence of chemical reactions", Eur. J. Mech. B/Fluids 24, 219-236(2005) Marzia Bisi, L. Desvillettes : From Reactive Boltzmann Equations to Reaction-Diffusion Systems. Accepté pour publication au Journal of Statistical Physics

Italie - M.Bisi, G.Spiga, "Fluid-dynamic equations for granular particles in a host medium", Journal of Mathematical Physics 46 (113301), 1-20 (2005). - S. Cordier, G. Toscani, L. Pareschi, "On a kinetic model for a simple market economy", Journal of Statistical physics 120, 253-277 (2005) - L. Desvillettes, R. Monaco, F. Salvarani, "A kinetic model allowing to obtain the energy law of polytropic gases in the presence of chemical reactions", Eur. J. Mech. B/Fluids 24, 219-236(2005) - M. Groppi, J. Polewczak, "On two kinetic models for chemical reactions: comparisons and existence results", Journal of Statistical Physics 117, 211-241 (2004). - F. Conforto, M. Groppi, R. Monaco, G. Spiga, Steady detonation problem for slow and fast chemical reactions, in "Modelling and Numerics of Kinetic Dissipative Systems", editors L.Pareschi, G.Russo, G.Toscani, Nova Science, New York, 113--126 (2006).

Appuis demandés et/ou obtenus pour ce projet, en dehors de ce PAI

France Certains des participants à ce projet ont obtenu en 2005/2006 des financements du GDR européen GREFI-MEFI qui ont permis des séjours de courte durée. De tels financements seront demandés de nouveau à cet organisme pour l'année 2006/07.

Italie Certains des participants à ce projet ont obtenu en 2005/2006 des financements du GDR européen GREFI-MEFI qui ont permis des séjours de courte durée. De tels financements seront demandés de nouveau à cet organisme pour l'année 2006/07.

7 - Perspectives de la coopération

Rappel du contexte de la coopération et des relations existantes

Les équipes impliquées dans ce projet ont déjà une expérience de collaboration qui a notamment eu lieu dans le cadre du réseau européen HYKE (<http://hyke.org>, HPRN-CT-2002-00282) ayant pris fin en août 2005. Elle a également fait l'objet d'un projet Galileo en 2005 porté par Laurent Boudin (univ. Paris 6) et Lorenzo Pareschi (Univ Ferrara). La présente demande s'inscrit à la fois dans la continuité de ces relations sur les problèmes de modélisation de particules polluantes, mais aussi dans de nouvelles directions notamment en ce qui concerne la modélisation de phénomènes socio-économiques.

Formation par la recherche

(ce projet sert-il de support à une formation par la recherche, notamment dans le cadre d'une cotutelle de thèse ? Le cas échéant, préciser le nom des doctorants ainsi que leur sujet de recherche).

De nombreux stagiaires de M2, doctorants et post-doctorants participent à ce projet, aussi bien du côté italien que du côté français. La priorité sera donnée à ces jeunes chercheurs en ce qui concerne les séjours dans le pays partenaire, afin qu'ils puissent profiter de la complémentarité des équipes pour se former à de nouvelles techniques. Nous espérons que le projet pourra déboucher sur des thèses en cotutelle, par exemple entre le groupe de G. Spiga à Parme et celui de L. Desvillettes à Cachan (une demande de bourse a été faite à l'université franco-italienne en ce sens), ou entre le groupe de L. Pareschi à Ferrara et celui de S. Cordier à Orléans.

Résultats attendus du projet

(Publications, communications, organisation de colloques, formation, valorisation économique, sociale, industrielle, dépôt de brevet)

Nous attendons de ce projet la possibilité de publier les résultats dans le cadre de revues scientifiques internationales à comité de lecture. Nous entendons également en faire un outil de formation, par la collaboration avec des chercheurs étrangers, pour les doctorants impliqués. Par ailleurs, en parallèle de ce projet, dans le cadre de l'invitation du professeur Lorenzo Pareschi par le Studium à Orléans, un workshop sur l'éconophysique sera organisé au mois de Mars 2007. Ce workshop, qui sera financé indépendamment, est susceptible d'intéresser les participants de ce projet Galileo.

Perspectives européennes

(Participation existante ou envisagée à un programme communautaire ; le ou les nommer. Préciser votre ou vos partenaires)

Ce projet a des liens avec le GDR européen GREFI-MEFI <http://www.grefi-mefi.org/> et permet de renforcer celui-ci sur le thème de la modélisation et de la simulation des équations "mésoscopiques". Une session spéciale sur les thèmes du projet a d'ores et déjà été organisée en 2006 (et financée par le GREFI-MEFI) dans le cadre du congrès franco-italien de mathématiques de Turin.

Autres perspectives internationales

Il existe déjà des collaborations entre membres français et italiens du projet et des universités non européennes. Par exemple, L. Desvillettes et M. Groppi ont entamé un travail avec K. Aoki, de l'université de Kyoto.

Perspectives industrielles actuelles ou attendues

(Partenaires, retombées envisagées)

Bien qu'il s'agisse ici de recherche "amont", les techniques de modélisation et de simulation numérique des aérosols qui seront mises au point pourront avoir un impact sur des organismes de recherche finalisée (tel que le CEA) à travers ceux qui, parmi les participants au projet, collaborent avec ces organismes (comme par exemple L. Desvillettes).

8 - Tableau récapitulatif des moyens demandés pour la réalisation du projet en 2007

Nom des chercheurs	Fonction	Voyages	Jours	Laboratoire - Ville
M Cordier Stephane	Professeur	1	3	MAPMO, UMR CNRS 6628 , université d'Orleans - ORLEANS
M Desvillettes Laurent	Professeur	1	3	CMLA, UMR 8536 CNRS et ENS de Cachan - Cachan
M Boudin Laurent	Maitre de conférence	1	3	Laboratoire JL Lions, UMR 7598, CNRS Univ. Paris 6 - Paris
Mme Lucquin-Desreux Brigitte	Maitre de conference	1	3	Laboratoire JL Lions, UMR 7598, CNRS Univ. Paris 6 - Paris
Mme Mancini Simona	Maitre de conférence	1	3	MAPMO, UMR CNRS 6628 , université d'Orleans - ORLEANS
Mme Baranger Céline	Ingenieur,	1	9	CEA-DAM/DIF, Centre de Bruyeres - bruyeres le chatel, 91
M Mathiaud Julien	Doctorant	1	9	CMLA, UMR 8536 CNRS et ENS de Cachan - Cachan
M MOUSSA Aymad	Etudiant	1	9	CMLA, UMR 8536 CNRS et ENS de Cachan - Cachan
Mlle Raoul Gael	Doctorant	1	9	CMLA, UMR 8536 CNRS et ENS de Cachan - Cachan
M Spiga Giampiero	Professeur	1	3	Departimento di matematica - Parma
Mme Groppi Maria	Ricertatore	1	3	Dipartimento di matematica - Parma
M Pareschi Lorenzo	Professeur	1	3	Dipartimento di matematica - Ferrara
Mme Bisi Marzia	post-doctorante	1	7	Dipartimento di matematica - Parma
Mme Conforto Fiammetta	Ricertatore	1	7	Dipartimento di matematica - Messina
M Dimarco Giacomo	Doctorant	1	7	Dipartimento di matematica - Ferrara
Mlle Ferrari Elisa	Post-doctorante	1	7	Dipartimento di matematica - Ferrara
Mlle Pieraccini Sandra	Ricertatore	1	7	Dipartimento di matematica - Torino
M Salvarani Francesco	Ricertatore	1	7	Dipartimento di matematica - Pavia

Important

Ce document est établi à partir des informations disponibles dans la base de données PAI au 15/05/2006 à 00h40. Il ne constitue en aucun cas une preuve de dépôt et ne peut pas se substituer au dossier de candidature qui doit être impérativement finalisé en ligne.