

Rapport
d'activité
1987

MATHEMATIQUES
APPLIQUEES

ECOLE POLYTECHNIQUE

En 1794, à l'instigation de Gaspard MONGE et de Lazare CARNOT, la Convention crée, en pleine période révolutionnaire, l'Ecole Polytechnique destinée « à former des ingénieurs en tous genres, à rétablir l'enseignement des sciences exactes et à donner une haute formation scientifique à des jeunes gens, soit pour être employés par le Gouvernement aux travaux de la République, soit pour reporter dans leur foyer l'instruction qu'ils auront reçue et y prodiguer les connaissances utiles ».

Dans un environnement aujourd'hui bien différent notre mission demeure ; le monde a changé et de si considérable façon que notre tâche est plus vaste et plus complexe.

L'Ecole Polytechnique c'est environ sept cents élèves présents à Palaiseau, plus de deux cents enseignants, près de huit cents chercheurs, ingénieurs ou techniciens dans les laboratoires, environ cinq cents militaires et civils se consacrant à la formation des élèves et à la marche générale de l'établissement.

De cette longue tradition nous avons hérité deux principes qui guident notre action :

- l'excellence à rechercher sans cesse,
- la pluridisciplinarité pour rester ouvert aux formes multiples du savoir.

Maurice BERNARD
Directeur de l'Enseignement
et de la Recherche

MATHEMATIQUES APPLIQUEES

Directeur : **Jean-Claude NEDELEC**
Maître de Recherche

Téléphone : (33) (1) 60 19 41 50

Unité Associée au CNRS
Unité de Recherche 756 sections 03 et 08

SOMMAIRE

PERSONNEL DE RECHERCHE	2
EXPOSE GENERAL	4
EXPOSE ANALYTIQUE	7
I - ANALYSE NUMERIQUE ET CALCUL SCIENTIFIQUE	7
II - PROBABILITES, AUTOMATIQUE STOCHASTIQUE ET STATISTIQUES	11
III - SYNTHESE ET TRAITEMENT D'IMAGES	12
IV - INFORMATIQUE	13
PUBLICATIONS	16
REVUES SCIENTIFIQUES	16
PUBLICATIONS A PARAITRE	18
COMMUNICATIONS A DES CONGRES	21
THESES	23

PERSONNEL DE RECHERCHE

CHERCHEURS

Jean-Claude	MEDELEC	X/83, Maître de recherche, Ecole Polytechnique Directeur du Centre
Alain	BAMBERGER	X/88, Docteur ès-Sciences, Maître de Conférences Ecole Polytechnique
Philippe	CHASSIGNET	X/78, Chef de travaux Ecole Polytechnique
Jean-François	COLONNA	ENST, Docteur ès-Sciences, Chercheur CNET
Georges-Henri	COTTET	ENS, Docteur ès-Sciences, Chargé de recherche CNRS
Patrick	COUSOT	Ecole des Mines de Nancy, Docteur ès-Sciences, Professeur Ecole Polytechnique
Pierre	DEGOND	ENS, Docteur 3ème cycle, Chargé de recherche CNRS
Jean	GIROIRE	Centrale, Docteur ès-Sciences, Maître de Conférences Paris VI
Cs1	GRAHAM	ENS, Docteur 3ème cycle, Chargé de recherche CNRS
Jean-Claude	GUILLOT	Docteur ès-Sciences, Professeur Paris XIII
Taleb	HADHRI	X/77, Docteur ès-Sciences, Chargé de recherche CNRS
Tuong	HA DUONG	X/84, Docteur ès-Sciences, Assistant Associé Paris VI
Laurence	HALPERN	ENS, Docteur ès-Sciences, chargée de recherche CNRS
Claude	KIPNIS	ENSET, Docteur ès-Sciences, Maître de Conférences Ecole Polytechnique
Philippe	LE FLOCH	ENS, Chargé de recherche CNRS, Thésitif
Michel	METIVIER	Docteur ès-Sciences, Professeur Ecole Polytechnique
Jean-Louis	PHILOCHE	X/59, Docteur ès-Sciences, Maître de Conférences Ecole Polytechnique
Geneviève	RAUGEL	ENS, Docteur ès-Sciences, Chargée de recherche CNRS
Pierre-Arnaud	RAVIART	X/59, Docteur ès-Sciences, Professeur Ecole Polytechnique
Marc	SCHOENAUER	ENS, Docteur 3ème cycle, Chargé de recherche CNRS
Michèle	SEBAG	ENS, Thésitive
Jean-Marc	STEYAERT	X/88, Docteur ès-Sciences, Maître de Conférences Ecole Polytechnique
Michel	VIOT	Docteur ès-Sciences, Maître de Conférences Ecole Polytechnique
Sophie	WEINRYB	Docteur ès-Sciences, Chargée de recherche CNRS

STAGIAIRES

Geneviève	ALLAIN	ENS, Docteur 3ème cycle, bourse INRIA
Hachmi	BEN DHIA	Docteur en Mathématiques, Bourse CIES
Zakia	BENJELLOUN	Bourse CIES, Thésitive
Xavier	CARLOTTI	X/81, Docteur en Mathématiques, Bourse de recherche X
Nicolas	CHOLLET	X/82, Bourse CIFRE, Thésitif
Jean-Philippe	CHOQUIN	ENSET, Docteur en Mathématiques, Bourse du CNRS
Rabia	DJELLOULI	Bourse de recherche X, Thésitif
François	DUBOIS	ENS, Corps des Ponts & Chaussées, Thésitif
Sylvie	FABRE	Bourse INRIA, Thésitive
Philippe	GRANGER	X/82, Bourse de recherche X, Thésitif
Frédérique	GUYOT	Élève ENS, Thésitive

Arnaud	HEIBIG	Elève ENS, Thésist
Pascal	HENNEQUIN	X/82, Bourse de recherche X, Thésitif
Stéphane	JAFFARD	X/81, Corps des Ponts & Chaussées, Thésitif
François	JAMES	Bourse de recherche X/CNRS, Thésitif
Lucia	LADELLI	Bourse du CNR italien, thésitive
Nicolas	MERCOJROFF	X/83, Bourse de recherche X, Thésitif
Anne	MORELOT	ENSET, Thésitive
Francisco José	MUSTIELES	Bourse du Programme Franco-Espagnol d'échange "Mercure", Thésitif
Bernard	NICLOT	X/81, Bourse de recherche X, Thésitif
Frédéric	POUPAUD	ENSET, Assistant-Normalien Paris VI, Thésitif
Bruno	SALVY	X/84, Bourse de recherche X, Thésitif
Mohamed	SOJUNNY-SLITINE	Bourse Gouvernement marocain, Thésitif
Felipe	STARLING	ENS, Corps des Ponts & Chaussées, Thésitif
Jean	STRANSKY	X/82, Bourse de recherche X, Thésitif
Miguel	TORRES	Bourse du Gouvernement espagnol, Thésitif
Abdelhamid	ZIANI	Docteur 3ème cycle, Bourse CIES, Thésitif

VISITEURS

Mohamed	AMARA	U.S.T.H.B., Alger, Algérie
Eduard	HARABETIAN	Université Ann Arbor, Michigan, USA
Mohamed	JAOUA	Ecole Nationale des Ingénieurs de Tunis, Tunisie
Claes	JOHNSON	Chalmers University of Goteborg, Suède
Peter	HANSBO	Chalmers University of Goteborg, Suède
Ely	MERZBACH	Bar-Ilan University, Israël
Anders	SZEPESY	Chalmers University of Goteborg, Suède

INGENIEURS, TECHNICIENS, ADMINISTRATIFS

Jeanne	BAILLEUL	
Georgette	BOLEAT	
André	BOUTIN	Ingénieur CNET
Sylvie	BRIEUGNE	
Jean-Marc	DUPUY	Docteur 3ème cycle
Marie-Thérèse	PRAT	Docteur 3ème cycle
François	ROGIER	Centrale, Thésitif

EXPOSE GENERAL

Le Centre de Mathématiques Appliquées est constitué de quatre équipes de recherche travaillant dans quatre domaines : Calcul scientifique, Probabilités et Statistiques, Synthèse d'images vidéo, Informatique. Les principaux thèmes de recherche développés sont les suivants :

- CALCUL SCIENTIFIQUE

- . Méthodes numériques (méthodes d'équations Intégrales, particulières, spectrales, conditions aux limites absorbantes).

- . Analyse mathématique d'équations aux dérivées partielles linéaires et non linéaires de la mécanique et de la physique.

- . Résolution numérique de modèles complexes liés à des problèmes industriels.

- PROBABILITES ET STATISTIQUES

- . Equations stochastiques, les problèmes de martingales et les systèmes de particules en interaction.

- . Identification de systèmes et filtrage adaptatif.

- . Analyse de données multidimensionnelles.

- SYNTHESE D'IMAGES VIDEO

- . En collaboration avec le C.C.E.T.T., création de logiciels spécialisés en visualisation de résultats de calcul.

- INFORMATIQUE

- . Analyse d'algorithmes, en particulier pour les algorithmes de calcul dans les structures combinatoires.

- . Méthodes de preuve et d'analyse sémantique de programmes.

Le Centre développe prioritairement sa collaboration avec les autres laboratoires de l'Ecole. Il est en contact scientifique avec plus d'une dizaine d'entre eux. Le Centre mène également une politique active de collaboration avec des organismes de recherche extérieurs à l'Ecole, en particulier avec l'Institut National de Recherche en Informatique et Automatique (I.N.R.I.A.), Electricité de France (E.D.F.), l'Institut Français du Pétrole (I.F.P.), l'Institut de Recherche d'Informatique et de Statistiques Appliquées (I.R.I.S.A.), l'ONERA, le C.C.E.T.T., LE CNET.

Le Centre développe aussi une activité de coopération avec l'industrie qui se concrétise par un certain nombre de contrats. La part des contrats dans le budget global du laboratoire augmente d'année en année. Le suivi administratif et juridique des contrats est assuré par J. Giroire en liaison, pour une partie d'entre eux, avec le CNRS. Les domaines de recherche actuellement soutenus par des contrats sont les suivants:

- Calculs de propagation d'ondes acoustiques et électromagnétiques (CEA, CNET, DRET, THOMSON, EDF).

- Calculs en aérodynamique (SNPE, AEROSPATIALE).

- Simulations de colonnes de chromatographie (ELF-AQUITAINE).

- Simulation de semi-conducteurs (CNET).
- Identification de paramètres de fiabilité de matériaux dans un système (EDF).
- Systèmes experts par apprentissage (RENAULT, SAGEM).

Le Centre a de nombreux contacts internationaux et plusieurs visiteurs étrangers y ont séjourné en 1987. E. HARABETIAN (Ann-Arbor), C. JOHNSON (Chalmers, Göteborg), M. JAOUA (ENIT, Tunis), M. AMARA (Alger). Les contacts internationaux se sont concrétisés par la signature de conventions de coopération avec l'Ecole des Mines de Madrid (responsable M. MICHAÏLA) d'une part, et l'Université de Lisbonne (responsable M. DIAS) d'autre part. Par ailleurs, le laboratoire entretient des relations suivies avec l'Université de Californie à Los-Angeles (UCLA) et avec l'Université du Minnesota à Minneapolis. Cette dernière université a consacré 1987 à une "année spéciale" sur l'analyse numérique où de nombreux membres du Centre ont fait des exposés.

Les liens déjà étroits du Centre avec l'enseignement à l'Ecole se sont encore considérablement accrues cette année avec deux faits majeurs : d'une part la mise en place au Centre d'un DEA d'Analyse Numérique commun entre l'Université de Paris 6 et l'Ecole Polytechnique, et d'autre part, les premières soutenances de thèses "de l'Ecole Polytechnique" qui vont avoir lieu début 88. L'organisation du DEA a été confiée par la direction de l'Ecole à P.A. RAVIART, Professeur, qui devient ainsi, membre du Centre à plein temps. La présence de cours de DEA dans les locaux mêmes de l'Ecole a eu pour conséquence quasi immédiate de stimuler l'intérêt des élèves pour la recherche en mathématiques appliquées.

Enfin, le laboratoire participe activement à des opérations de promotion de la recherche en mathématiques appliquées en offrant son infrastructure à deux organismes importants: la SMAI et la FIRTECH.

La Société de Mathématiques Appliquées et Industrielles, fondée en 1983, est la société savante de la discipline. Depuis sa fondation, le Centre lui offre des locaux, et des moyens de fonctionnement. Cette année, la SMAI a participé à l'organisation de deux grands colloques : d'une part le "First International Congress of Industrial and Applied Mathematics" s'est voulu le grand colloque international de la discipline et s'est tenu au musée des Sciences de la Villette, en Juin 87. Il a accueilli près de 2000 personnes venues du monde entier. Une délégation importante de membres du Centre y a participé. D'autre part, le premier colloque de prospective sur le devenir des mathématiques, intitulé "Colloque Mathématiques à Venir", a été organisé conjointement avec la Société Mathématique de France, et s'est déroulé dans les locaux mêmes de l'Ecole. Son objectif, permettre une prise de conscience dans l'opinion publique du rôle des mathématiques dans la société, semble avoir été largement atteint si l'on en juge par l'impact de l'événement dans la presse. Des orateurs aussi prestigieux que H. CURIEN, A. CONNES ou J.L. LIONS y ont pris la parole.

Les FIRTECH (pôles de formation des Ingénieurs par la recherche dans les technologies diffusantes) ont été mis en place en 1985 par le M.R.E.S. pour développer les liens entre l'industrie et la recherche d'une part, et augmenter le nombre d'élèves des écoles d'ingénieurs entrant dans les métiers de la recherche d'autre part. Le FIRTECH-CALCUL SCIENTIFIQUE a été créé par P.A. RAVIART et L. HALPERN en 1985, rejoints en 1987 par J.P. PUEL (Université d'Orléans). Le FIRTECH-CS regroupe, autour de la formation doctorale PARIS 6, un grand nombre d'universités et de laboratoires de recherche de la région parisienne, ainsi qu'une vingtaine de laboratoires industriels, publics et privés. Il est financé pour le moment par le M.R.E.S., ce qui a permis d'équiper plusieurs laboratoires, et en particulier le Centre, de stations de travail. Une brochure présentant les participants du FIRTECH-CS, leurs thèmes de recherche et des propositions de thèses sera mise à la disposition des étudiants du DEA et des élèves des écoles d'ingénieurs (en particulier l'Ecole Polytechnique).

Signalons maintenant quelques événements majeurs survenus dans la vie du Centre en 1987.

Au niveau des mouvements de personnels, outre l'arrivée de P.A. RAVIART, il faut mentionner le départ de A. BAMBERGER, parti à l'IFP. 1987 a d'ailleurs vu un mouvement important de personnels au Centre, puisque beaucoup de jeunes thésards ont soutenu leur thèse et quitté le Centre pour l'industrie (CEA, PEUGEOT, AEROSPATIALE,...). Ce signe de vitalité du laboratoire est également à l'origine d'une forte carence en personnel d'encadrement : les jeunes formés au laboratoire préférant partir dans l'industrie plutôt que d'attendre un hypothétique poste au CNRS ou dans le supérieur. Le récent recrutement de P. LE FLOCH au CNRS vient à point nommé pour atténuer cette tendance.

Autre événement important survenu en 1987 : l'équipement du Centre en moyens de calculs locaux (stations Apollo) entraîne un bouleversement radical dans son mode d'utilisation des moyens informatiques. En effet, les gros centres de calcul (CIRCE, CCVR) vont être réservés à l'exploitation des gros codes, les petits calculs ainsi que les pré-traitements et post-traitements étant laissés aux stations locales. Cette orientation est tout à fait conforme à la politique actuelle du CCVR par exemple. La mise en place des stations de travail Apollo doit beaucoup au travail de M. SCHGENAUER, et l'implantation de MODULEF sur ces stations au savoir-faire de J.M. DUPUY.

Enfin, à l'occasion du centième anniversaire de la naissance de Paul LEVY le Centre a organisé à l'Ecole Polytechnique, avec le patronage de l'Académie des Sciences et du CNRS, un important colloque international sur les Processus Stochastiques. Quarante cinq conférenciers invités parmi les meilleurs spécialistes mondiaux se sont exprimés dans des sessions générales et des sessions thématiques devant 250 participants venant de nombreux pays. Les principaux thèmes abordés concernaient : les processus gaussiens, l'étude fine du Mouvement brownien, processus et Champs markoviens, Analyse brownienne, fractales, systèmes de particules et mécanique statistique, calcul stochastique quantique, martingales et calcul stochastique, isopérimètres et surfaces minimales,... La publication des textes des conférences invitées se fera dans un numéro spécial de la revue "Astérisque" à paraître en 1988 et constituera un ensemble très imposant de contributions.

EXPOSE ANALYTIQUE

I - ANALYSE NUMERIQUE ET CALCUL SCIENTIFIQUE

Les recherches restent centrées sur :

- . l'analyse de méthodes numériques (méthodes d'équations intégrales, méthodes particulières, schémas numériques pour les équations aux dérivées partielles linéaires et non linéaires, méthodes spectrales, conditions aux limites absorbantes)..

- . L'analyse mathématique des modèles fondamentaux de la mécanique et de la physique (équations d'élasticité non linéaire, équations d'Euler, de Navier-Stokes, de Schrödinger, de Maxwell, de Boltzmann, de Vlasov-Poisson..).

- . Le calcul effectif de modèles complexes liés à des problèmes industriels (calculs d'antennes, de réseaux, de propagation d'ondes acoustiques, calculs en aérodynamique, simulation de semiconducteurs, etc..).

Dans la présentation qui suit, nous avons groupé les recherches en trois chapitres.

1 - Propagation d'ondes : aspects mathématiques et numériques - Méthodes intégrales

Un groupe de travail sur ces sujets se réunit depuis plusieurs années au Centre de Mathématiques Appliquées, animé par L. HALPERN et Z. BENJELLOUN. Au cours de l'année 1987 a été évoquée la résolution des problèmes extérieurs : (conditions aux limites absorbantes, méthodes de couplage équations intégrales/éléments finis, en particulier pour les problèmes de diffraction).

A. BAMBERGER a poursuivi ses travaux sur l'analyse mathématique des modes guidés d'une fibre optique et d'un guide élastique. Ces travaux ont été menés en collaboration avec des équipes de l'ENSTA (G.H.N. et L.O.A.) et de l'INRIA. Les principaux résultats obtenus concernent la démonstration de l'existence de modes guidés élastiques par un guide creux (avec la condition de surface libre) et l'analyse basse fréquence des modes guidés par un guide fluide dans un milieu élastique.

X. CARLOTTI a soutenu sa thèse sur les problèmes de propagation en optique non linéaire avec application à la propagation d'impulsions lumineuses dans les fibres optiques.

R. DJELLOULI a poursuivi l'analyse mathématique et numérique des modes guidés dans les guides d'ondes optiques. Il a d'une part terminé, en collaboration avec A.S. BONNET (ENSTA-GHN), l'étude mathématique du couplage de plusieurs structures et d'autre part, mis en oeuvre une méthode intégrale pour la détermination des caractéristiques de propagation des fibres optiques (validée sur des fibres de géométrie simple).

J. GIROIRE a soutenu sa thèse de Doctorat d'Etat. En collaboration avec J.C. NEDELEC, il a étudié l'élimination des noyaux hypersinguliers d'une formulation par équations intégrales du problème de la plaque à bord libre. Une étude de l'application des équations intégrales à l'électromagnétisme est en cours.

T. HA DUONG a soutenu sa thèse d'Etat sur les méthodes d'équations intégrales dans les problèmes de diffraction acoustique, et a commencé à étendre les résultats obtenus dans le cas des ondes acoustiques aux ondes élastodynamiques. L'application en vue est le traitement d'un problème de contrôle non destructif, dont un contrat d'étude a été signé avec l'E.D.F.. E. BECACHE commence sa

thèse dans le cadre de ce contrat. Les calculs en acoustique transitoire continuent d'être développés par Y. DING dans le cadre du contrat avec le CEA-Saclay, en particulier utilisant la formulation variationnelle espace-temps dans un problème de couplage de domaines.

L. HALPERN a étudié le comportement des conditions aux limites artificielles pour des temps longs : ceci est d'une grande importance lorsque l'on veut utiliser les équations transitoires pour calculer des états stationnaires. Dans un article en commun avec B. ENGQUIST, elle a étudié le problème pour l'équation des ondes et le travail se poursuit pour des systèmes hyperboliques généraux.

F. ROGIER a poursuivi et terminé l'étude d'un modèle de plaques en magnétoélasticité non linéaire. Des résultats numériques et théoriques ont été obtenus. En collaboration avec A. MAZARI (Thomson), des calculs d'antennes dans le cas de géométries singulières ont commencé dans la perspective de prévoir les phénomènes de claquages.

Dans le cadre de l'étude sur la résolution des équations de Maxwell dans des réseaux périodiques, Z. BENJELLOUN, J.C. NEDELEC et F. STARLING ont montré des résultats d'existence et d'unicité sur le problème du réseau unidimensionnel. Des résultats analogues ont été obtenus par J.C. NEDELEC et F. STARLING dans le cas du réseau doublement périodique. Z. BENJELLOUN a développé une méthode d'éléments finis de frontière pour l'étude d'un réseau d'antennes périodiquement disposées sur un axe. Les résultats numériques sont comparés à des mesures fournies par Thomson-CSF. Cette étude fait l'objet d'un contrat DRET. F. STARLING et A. MORELOT ont entrepris d'étendre ces techniques au cas du réseau doublement périodique, en liaison avec la SNPE avec laquelle un contrat est en négociation.

J.C. NEDELEC et S. WOLF (IFP) ont résolu le problème théorique lié au transformateur en gâteau roulé, à l'aide d'une technique d'homogénéisation. L'implémentation numérique du problème tridimensionnel est en cours, en collaboration avec J.M. DUPUY.

2 - Hyperbolique non linéaire, Mécanique des fluides et problèmes connexes

Un groupe de travail sur les problèmes hyperboliques non linéaires organisé par P. DEGOND, F. DUBOIS et P.A. RAVIART, s'est réuni régulièrement au Centre. Les questions suivantes ont été abordées : Aérodynamique hypersonique (exposés de Mr GUIRAUD, Mécanique, Paris VI), combustion, conditions aux limites, liens avec les théories cinétiques.

G. ALLAIN a poursuivi ses travaux sur les problèmes à frontière libre, (problème de Stefan). Depuis quelque temps, elle étudie aussi les fronts de flamme dans certains modèles de combustion.

J.P. CHOQUIN a débuté une étude concernant des problèmes d'instabilités numériques dans les méthodes particulières en deux et trois dimensions. Les premiers calculs effectués sur le problème des instabilités de Kelvin-Helmholtz donnent des résultats plus satisfaisants que ceux concernant le cas tridimensionnel (anneau tourbillonnaire). Un nouveau schéma est actuellement à l'étude. Cette étude se fait en collaboration avec G.H. COTTET et S. HUBERSON du LIMSI, et a été soutenue dans le cadre de l'ATP "Mathématique et Informatique". Il a soutenu une thèse de doctorat de Paris VI en octobre 1987.

G.H. COTTET a soutenu sa thèse d'Etat sur l'analyse numérique des méthodes particulières. En collaboration avec J.P. CHOQUIN, il a effectué des tests numériques sur le problème de l'approximation particulière pour les équations d'Euler lorsque le tourbillon initial n'est pas continu (oscillations aléatoires). Ils ont aussi montré sur ces calculs l'effet stabilisant d'un procédé de viscosité artificiel proposé par S. MAS GALLIC et, à l'inverse, interprété certaines techniques récentes de correction comme des procédés d'anticipation. Sur ce même problème, G.H. COTTET a aussi commencé à tester des méthodes de Vortex-in-Cell.

Le développement des méthodes particulières adaptées aux équations de convection-diffusion (équation de Navier-Stokes par exemple), s'est poursuivi dans deux directions : d'une part, P. DEGOND et S. MAS-GALLIC ont continué l'étude de la méthode particulière déterministe introduite par S. MAS-GALLIC et P.A. RAVIART. D'autre part, P. DEGOND et F.J. MUSTIELES ont conçu et développé une autre méthode de simulation particulière d'équations de diffusion plus proche de la méthode de Monte-Carlo.

Les études sur l'approximation des fluides parfaits dans les tuyères menées par F. DUBOIS se sont achevées en 1987 : des conditions aux limites fortement non linéaires et physiquement réalistes pour les équations d'Euler, ont été proposées et testées numériquement (suite au travail commun avec P. LE FLOCH en 1986). Par ailleurs, une nouvelle formulation mixte vitesse fonction courant a permis d'utiliser un algorithme de Newton pour la résolution du problème non linéaire. Des tests transsoniques variés ont été effectués. Enfin, l'analyse numérique de la représentation des champs de vecteurs solénoïdaux par potentiels vecteurs discrets a été effectuée. Enfin, F. DUBOIS, J.M. DUPUY et P. LE FLOCH ont débuté une étude sur contrat avec la Société Nationale des Poudres et Explosifs sur le calcul d'écoulements internes dans les propulseurs à poudre.

J.M. DUPUY a travaillé sur la mise en œuvre numérique à l'aide de la bibliothèque Modulet, d'une modélisation de ligne à eau pour laser à gaz, dans l'objectif d'optimiser le champ électromagnétique. Cette étude s'effectue dans le cadre d'un contrat avec la CGE auquel participe le Centre de Physique des Milieux Ionisés de l'Ecole Polytechnique, et supervisé par B. ETLICHER. Il a par ailleurs encadré C. KAUFFMANN du Centre de Mathématiques de l'Ecole Polytechnique qui travaille sur le calcul des zéros de la fonction Zeta de Selberg, par méthode d'éléments finis (sujet proposé par P. CARTIER).

Dans le cadre du projet HERMES, S. FABRE a commencé l'étude d'une modélisation bidimensionnelle de la transmission d'une onde électromagnétique à travers un plasma. Ce travail s'effectue en collaboration avec F. DUBOIS ainsi qu'avec J.C. ADAM et A. HERON du Centre de Physique Théorique de l'Ecole Polytechnique, et fait partie d'un contrat de l'Aérospatiale Toulouse.

P. LE FLOCH a entrepris l'étude des systèmes hyperboliques non linéaires sous forme non conservative en définissant une notion de solution entropique avec chocs adaptée à ces systèmes. Des systèmes physiques non conservatifs issus en particulier de la dynamique des gaz et de l'élasticité non linéaire ont été étudiés. Il a par ailleurs continué son travail sur le problème de Riemann généralisé en collaboration avec P.A. RAVIART, en obtenant des formules explicites pour l'approximation à l'ordre 1 dans le cas du système de la dynamique des gaz.

L. HALPERN a continué à travailler sur les conditions aux limites absorbantes pour les équations de Navier-Stokes compressible, en prolongement du travail sur Navier-Stokes incompressible. L. TOURETTE (contrat CIFRE avec Bertin), doit étudier numériquement ces conditions aux limites absorbantes et les utiliser dans des cas réels. D'autre part F. NATAF poursuit le travail sur les équations de Navier-Stokes parabolisées en collaboration avec S. HUBERSON du LIMSI. Une étude numérique est en cours au LIMSI.

F. JAMES et M. SCHOENAUER, en collaboration avec P. VALENTIN (Elf-Aquitaine), ont poursuivi l'étude de modèles de colonnes de séparation (chromatographie) ; ce projet fait l'objet d'un contrat avec Elf Aquitaine. Un premier logiciel a été implanté au centre de recherches de Solalza, et l'étude théorique d'un modèle simple est en cours. D'autre part, dans le cadre de ce projet, F. JAMES a entrepris l'étude d'un problème d'identification de la fonction flux intervenant dans les systèmes considérés en vue d'optimiser la séparation dans les colonnes de chromatographie.

P.A. RAVIART a poursuivi l'étude des méthodes particulières de résolution des équations aux dérivées partielles à partie principale convective (comme l'équation de Navier-Stokes, par exemple), dans les directions suivantes : discrétisation purement particulière de termes de

diffusion, couplage de méthodes particulières et de différences d'éléments finis (en collaboration avec S. MAS-GALLIC). Une synthèse de résultats récents a fait l'objet d'un cours à l'Ecole d'été CEA-EDF-INRIA. L'application de ces méthodes aux problèmes de laser à électrons libres est en cours, en collaboration avec le CEA. Parallèlement, P.A. RAVIART a commencé à travailler sur la résolution numérique des problèmes de combustion, thème qu'il compte développer en 1988.

M. TORRES prépare une thèse sous la direction de P.A. RAVIART, sur la résolution numérique des équations de la combustion. Il étudie pour cela les schémas aux différences finies pour les systèmes hyperboliques non linéaires, avec termes réactionnels.

3 - Etude mathématique et simulations numériques de semi-conducteurs

La modélisation du transport électronique dans les "dispositifs semi-conducteurs", est une activité apparue en 1985 qui a pour objectif la réalisation d'un ensemble de logiciels de simulation. L'originalité de ces logiciels se situe dans le modèle employé (l'équation de Boltzmann des semi-conducteurs), et dans la méthode de résolution (la méthode particulière déterministe). Les applications potentielles concernent la microélectronique rapide et un contrat a été signé avec le CNET.

B. NICLOT a poursuivi ses travaux sur le modèle simplifié du semi-conducteur homogène, par l'étude de l'opérateur des collisions électron-électron. Il a introduit une formulation nouvelle de cet opérateur, en géométrie axiale, qui a donné naissance à une discrétisation par méthode particulière déterministe. La méthode a ensuite été mise en œuvre. L'étude est reprise actuellement par F.J. MUSTIELES. B. NICLOT soutiendra sa thèse début 1988.

Par ailleurs, F. GUYOT et B. NICLOT ont introduit les effets de dégénérescence dans les opérateurs de collisions électron-réseau. Cette étude a été appliquée, tout d'abord à la simulation de semi-conducteurs massifs fortement dopés, en champ homogène, puis, à la simulation d'un gaz d'électrons bidimensionnel, en prenant en compte deux mini-bandes de conduction.

F.J. MUSTIELES, dans le cadre du contrat CNET, a débuté le développement d'un logiciel de simulation d'un semi-conducteur homogène en champ constant. Ce logiciel fondé sur les idées développées au sein de l'équipe, se distingue par la complexité du modèle physique, l'algorithmique et la finition de nature plus industrielle.

P. DEGOND a commencé l'étude numérique d'un semi-conducteur non homogène, unidimensionnel en espace, par la méthode particulière déterministe. L'inhomogénéité en espace introduit une difficulté supplémentaire liée au couplage avec l'équation de Poisson. L'application aux modèles unidimensionnels de semi-conducteurs (qui conduit à des problèmes raides), a été entreprise par F. GUYOT.

F. POUPAUD s'est consacré à l'étude théorique du système non linéaire complet de "Vlasov-Poisson-Boltzmann". Un théorème d'existence et d'unicité a été établi et les distributions à l'équilibre thermodynamique, caractérisées. Une étude de l'approximation fluide a été réalisée en commun avec F. GOLSE (E.N.S.). Ces travaux seront regroupés dans la thèse de F. POUPAUD qui sera soutenue dans le courant du 1er trimestre 1988.

4 - Divers

A. BAMBERGER a développé une méthodologie de démonstration numérique a posteriori d'existence de solutions d'équations elliptiques semi-linéaires. L'objectif est d'essayer de valider sur le plan théorique des calculs numériques effectués sur des modèles mathématiques pour lesquels on ne sait pas a priori démontrer l'existence de solutions. Il compte généraliser cette démarche à d'autres problèmes non linéaires.

T. HADHRI continue à étudier le problème des milieux élastoplastiques de Hencky. Il a obtenu un résultat d'unicité selon un critère permettant d'améliorer les résultats classiques de convergence de l'approximation par éléments finis du problème. En outre, il a entrepris une étude sur les matériaux hyperélastiques quasi-incompressibles en liaison avec le Département Recherche et Développement de la Société HUTCHINSON.

H. BEN DHIA a soutenu sa thèse de doctorat consacrée à l'approximation par éléments finis discontinus d'un problème de Hencky en contraintes planes.

G. RAUGEL a continué l'étude des semicontinuités inférieure et supérieure des attracteurs d'équations d'évolution perturbées ou approchées (en particulier, équations des ondes non linéaires avec dissipation) perturbées de manière singulière. D'autre part, elle étudie l'existence de solutions d'équations aux dérivées partielles hamiltoniennes (application à la magnéto-hydrodynamique).

J.C. GUILLOT anime un petit groupe de travail qui s'oriente vers les problèmes spectraux inverses. Y participent de manière très régulière B. GREBERT (E.N.S. Saint Cloud), M. VUILLERME (ENSTA), P. JOLY et M. KERN (INRIA) ainsi que Y. DERMENJIAN (Paris-Nord). B. GREBERT a obtenu ces résultats concernant la formule de trace pour l'opérateur de Dirac 2×2 sur \mathbb{R} . C'est le premier pas vers une nouvelle méthode de résolution du problème inverse pour l'équation de Dirac qui permet de résoudre le problème de Cauchy pour une équation de Schrödinger non linéaire. J.C. GUILLOT et M. VUILLERME ont entrepris une étude de la régularité de l'application inversible qui permet de résoudre le problème spectral inverse pour l'opérateur de Dirac. Y. DERMENJIAN et P. JOLY viennent d'achever l'étude des modes guidés d'un cylindre élastique plongé dans un milieu élastique.

S. JAFFARD a étudié, tant au point de vue théorique que numérique, des méthodes de décomposition en ondelettes adaptées à des réseaux de points irrégulièrement répartis ou à des ouverts de \mathbb{R}^n ; il a également étudié les propriétés des bases d'ondelettes (symétries, bases de Schauder d'espaces fonctionnels). Il compte travailler sur les méthodes d'analyse du signal, et commencer l'étude de la résolution numérique d'équations aux dérivées partielles basées sur les décompositions en ondelettes.

Dans le cadre des contrats "Systèmes Experts par Apprentissage" (partenaires industriels : CNES, EDF-DERE, PSA, Renault, SAGEM), en collaboration avec le Laboratoire de Mécanique des Solides (J. ZARKA), M. SEBAG et M. SCHOENAUER ont travaillé sur la génération de règles à partir de bases d'exemples. Les premiers résultats originaux obtenus (réduction et extrapolation de bases d'exemples à valeurs discrètes) concernent la définition de la notion de cohérence faible sur une base d'exemples et/ou de règles, et le calcul de coefficients de confiance sur les règles extrapolées et de coefficients de vraisemblance sur leurs conclusions.

II - PROBABILITES, AUTOMATIQUE STOCHASTIQUE ET STATISTIQUES

1 - Calcul stochastique et mouvement brownien

S. WEINRYB a poursuivi ses études asymptotiques relatives à la saucisse de Wiener et aux temps locaux d'intersection généralisés, en étendant à des mesures plus générales des estimations concernant l'évaluation du Volume au moyen de la mesure de Lebesgue.

2 - Systèmes de particules avec interaction. Problèmes non linéaires associés

La modélisation d'un système de particules évoluant dans un domaine, avec absorption et désorption dans une phase localisée sur une partie du domaine (qui peut être la frontière), a conduit à de nouveaux résultats. C. GRAHAM a fait l'étude de divers systèmes en interaction dans ce cadre en montrant un principe de propagation du chaos vers les diffusions non linéaires. Le problème de l'unicité de la solution du problème non linéaire, associé à une diffusion réfléchie avec parois collantes, a été résolu.

C. KIPNIS a continué son travail sur les équations réduites de systèmes à un grand nombre de particules en interaction forte. Ses résultats portent sur les grandes déviations et leur rapport avec les limites du type Grad-Boltzmann et ont permis de comprendre sous quelles conditions on peut espérer démontrer rigoureusement l'existence d'une équation aux dérivées partielles non linéaire en général, donnant l'évolution macroscopique d'un tel système.

S. WEINRYB a obtenu un théorème de "propagation du chaos" dans le cas d'une phase localisée sur une "frontière perméable" intérieure au domaine. Ce problème fait intervenir une équation différentielle stochastique non linéaire avec temps local qu'elle a étudiée.

3 - Equations aux dérivées partielles stochastiques

M. METIVIER et M. VIOT ont produit une version nouvelle d'un lemme de Miry stochastique pour l'étude d'équations aux dérivées partielles stochastiques monotones.

4 - Identification de paramètres et filtrage adaptatif

Le travail commun de M. METIVIER avec P. PRIOURET (Paris VI) et A. BENVENISTE (INRIA Rennes) a débouché sur la publication du Livre "Algorithmes adaptatifs et approximations stochastiques" qui traite systématiquement de la conception et de l'analyse mathématique des algorithmes d'identification pour des systèmes à représentation markovienne.

Est en cours une étude de L. LADELLI sur le comportement asymptotique de fonctions utilisées dans des tests de changement de paramètre dans un modèle.

5 - Systèmes à événements discrets

En collaboration avec l'INRIA (J.P. QUADRAT) et l'Ecole des Mines (G. COHEN), M. VIOT développe les outils algébriques liés à l'analyse des systèmes dynamiques à événements discrets, apparaissant dans les modèles d'évaluation de performances des systèmes de production, ou informatiques. Un projet européen de recherche sur ce sujet est en cours de soumission à la CEE dans le cadre du programme "Stimulation".

6 - Statistiques

Dans le cadre des tests de rupture pour un modèle statistique assez régulier L. LADELLI a établi un principe d'invariance pour le processus de vraisemblance, en utilisant des techniques liées aux martingales hilbertiennes.

J.L. PHILÔCHE a collaboré à la mesure de la polarisation d'un faisceau d'électrons libres par un détecteur de Mott (travail de G. LAMFEL et C. HERMAN au Laboratoire P.M.C.) Une étude de test d'usure en relation avec un contrat EDF a été poursuivie par M.VIOT et F. BELLALOUNA. J.L. PHILÔCHE a en outre effectué un travail d'analyse statistique des résultats des élèves de l'X pour

les Promotions 79 à 83. Il a en outre poursuivi le travail de mise aux points de tests de détection de pics dans des courbes de concentration hormonale, en collaboration avec J.C. THALABARD (INSERM) et G. THOMAS (Hôpital Fernand Vida).

III - SYNTHÈSE ET TRAITEMENT D'IMAGES

J.F. COLONNA continue de diriger et d'animer l'équipe de synthèse d'images vidéo ; son travail porta principalement sur le développement d'une méthodologie adaptée à la programmation en synthèse d'images, qu'il appliqua lors du transfert des applications sur le SPS 9.

Les travaux de P. CHASSIGNET sur l'intégration d'un système de gestion de bases de données et d'un système graphique se sont concrétisés par une mise en oeuvre sur un compatible AT. Compte tenu des limites de cette machine, ce produit ne peut être considéré que comme une maquette. Son portage est prévu sur SPS 9. D'autre part, pour l'enseignement informatique, P. CHASSIGNET a réalisé l'environnement de programmation TGIX dont le but essentiel est d'assurer la compatibilité logicielle entre un Macintosh et une machine UNIX (actuellement le VAX 8800). Le produit à peine diffusé, a déjà suscité des demandes d'extension.

La thèse de M. SOUNNY-SLIT NE a débuté par l'installation et la mise au point d'un système expert fourni par EDF-DER. Son sujet consiste à étudier l'utilisation conjointe de la synthèse d'images et de l'intelligence artificielle afin de faciliter la compréhension de systèmes complexes dans un contexte scientifique et pédagogique. Une application, en collaboration avec l'Université de Rennes, consistera à permettre la manipulation de diagrammes de phases ternaires.

A. BOUTIN a fourni une assistance dans l'installation d'outils de développement sur AT et refondu le logiciel de pilotage du disque vidéo.

Plusieurs stagiaires ont été accueillis et ont travaillé sur l'optimisation des PALs, la visualisation de la convergence d'algorithmes, le développement d'un système de type "langage objets" pour la description de films (en tant que structure d'images), la recherche de corrélations entre des grandeurs physiques caractéristiques d'un même champ bi-dimensionnel.

Plusieurs films ont été réalisés, en particulier en collaboration avec l'ONERA, le LMD/ENS et l'Observatoire de Meudon. Au cours de l'année, de nombreuses actions de sensibilisation ont été entreprises ou poursuivies. En particulier, en collaboration avec le CCVR, le GSV/Lactame a participé à la première exposition Internationale sur les super-ordinateurs. A cette occasion, une plaquette couleurs a été éditée et un film sur l'expérimentation numérique a été réalisé.

Enfin, l'année 1987 fut, comme l'année 1986, celle du transfert des applications du système à base de SOLAR vers le nouveau matériel SPS 9. UNIX et C ont été choisis comme standards de programmation.

J.F. COLONNA a été sélectionné pour le 'Art-Show' au Siggraph'87, Anaheim (USA) . Il a obtenu le 5ème prix au concours Dataplotting International Art Competition 1987 au Canada, ainsi que le 3ème prix au Concours Seymour CRAY 1987.

IV - INFORMATIQUE

1 - Analyse d'algorithmes

Ce thème consiste en l'étude combinatoire des algorithmes de base de la programmation et est à l'origine de nombreux travaux sur l'optimisation des logiciels et des systèmes Informatiques. L'équipe travaille sur deux directions principales: les algorithmes de manipulation symbolique d'expressions logiques et algébriques et les algorithmes de tri et de recherche arborescente. Le premier thème est lié à la conception des logiciels de calcul formel et de déduction logique, le second est un des classiques de l'analyse d'algorithmes. L'objectif est de développer des méthodes d'analyse qui permettent de prédire ce qu'on peut attendre du comportement moyen d'un programme : on effectue une traduction des programmes en équations sur des séries qui rendent compte du coût des programmes, et qu'on utilise pour obtenir les comportements asymptotiques cherchés.

P. HENNEQUIN sous la direction de J.M. STEYAERT a ainsi pu effectuer l'analyse de "Quick-Sort" pour un grand nombre de variantes de l'algorithme. Les résultats obtenus grâce à l'utilisation intensive de calcul formel permettent d'espérer une caractérisation de la distribution limite. Il travaille également sur des extensions au cas des clés répétées (avec J. OILIVOS, Santiago du Chili).

J.M. STEYAERT travaille sur les algorithmes de simplification d'expressions en collaboration avec R. CASAS (U.P.C. Barcelone) et M-L. FERNANDEZ CAMACHO (U. Complutense Madrid), dont il assure la direction de thèse. On montre que sous de très larges hypothèses le coût moyen est linéaire alors qu'il est $O(n \log n)$ dans le pire des cas. Comme ces algorithmes sont en général très simples, ceci tend à montrer que des algorithmes complexes et sophistiqués qui assurent la linéarité dans tous les cas sont moins efficaces en pratique. J.M. STEYAERT a d'autre part étudié l'évaluation du gain moyen attendu lorsqu'on représente des expressions (ou structures arborescentes) en partageant les sous-expressions communes. Ce travail, mené en commun avec P. FLAJOLET et P. SIPPALA, fait apparaître un gain en $O((\log n)^{1/2})$ qui peut être non négligeable dans le cas de transmissions à longue distance sur des canaux à faible débit.

Un système de calcul formel pour manipuler les expressions mathématiques complexes produites par nos méthodes devrait être mis en oeuvre dans le courant de l'année. B. SALVY est chargé de développer la partie "Analyse asymptotique" de ce système en collaboration avec P. ZIMMERMAN et P. FLAJOLET (INRIA). Une maquette du système a déjà été réalisée (fondée sur le système MAPLE).

L'équipe est associée au sein du groupe "Algorithmes" au PRC Mathématiques- Informatique, au GRECO de Programmation et à l'INRIA. Deux coopérations internationales (UPC Barcelone - U. Complutense et TUW Vienne) sont coordonnées par J.M. STEYAERT.

2 - Analyse sémantique de programmes

L'analyse sémantique de programmes consiste à déterminer statiquement (à la compilation) des propriétés dynamiques (à l'exécution) des programmes. Les méthodes manuelles (preuves de programmes) nous servent essentiellement à définir une sémantique formelle des programmes sous forme du plus petit point fixe d'un système d'équations. En appliquant une idée d'approximation discrète, qui consiste à choisir un treillis de propriétés à analyser et à définir sa sémantique par une correspondance de Galois, on obtient une spécification rigoureuse de programmes d'analyse sémantique. Un tel analyseur prend comme donnée un programme, construit un système d'équations et le résout itérativement, éventuellement en utilisant des techniques d'accélération de la convergence, pour fournir un résultat qui caractérise un sur-ensemble des traces d'exécution du programme et donne

conc des informations sur les valeurs des objets manipulés pendant l'exécution du programme. Ces informations sont utiles pour la mise au point du programme, son optimisation par un compilateur, sa vectorisation, etc.

N. CHOLLET a étudié l'analyse sémantique de programmes Pascal en vue d'une parallélisation automatique. La parallélisation automatique (ainsi que la vectorisation) passe par l'évaluation des relations de dépendance entre les instructions d'un programme. Parmi ces relations, les dépendances liées à l'utilisation des données sont les plus délicates à évaluer puisqu'elles peuvent amener à résoudre des équations linéaires en nombres entiers. Par rapport à la méthode la plus couramment utilisée qui consiste à approcher assez grossièrement les solutions d'équations linéaires, et les mêmes approchées, une analyse sémantique correctement choisie permet d'évaluer les équations avec plus de précision par une meilleure connaissance globale du programme. De plus, dans le cas de l'analyse des relations linéaires liant les valeurs des variables entières d'un programme, on peut obtenir des informations assez précises sur les solutions des équations précitées, ce qui donne directement la longueur maximale des boucles pouvant être exécutées de manière concurrente. Or peut ainsi envisager d'échanger automatiquement des boucles imbriquées en fonction de leur "longueur de parallélisation", alors qu'une étude plus simpliste conduit à l'abandon d'un tel échange dès qu'une dépendance est détectée.

P. COLSOT a proposé et comparé, en collaboration avec R. COUSOT, deux principes d'induction appelés "sometime" et "always" pour démontrer des propriétés de fatalité des programmes. Ce sont des formalisations et généralisations respectives des méthodes de preuve de correction totale par assertions invariantes de FLOYD et par assertions intermittentes de BURSTALL que nous étudions dans le cadre plus abstrait des systèmes de transition non déterministes. Nous avons montré que la méthode "sometime" peut s'interpréter comme une application récursive de la méthode "always" et que toute preuve par la méthode "sometime" peut se transcrire en une preuve par "always" par une transformation de la preuve qui s'apparente aux transformations de programmes par élimination de la récursivité.

P. GRANGER a poursuivi ses travaux sur l'analyse sémantique. Une analyse sémantique est complètement déterminée par un treillis (qui exprime comment sont représentées les informations devant être recueillies sur les programmes) et sa sémantique (qui indique quelle est l'interprétation des éléments du treillis en terme d'objets manipulés par le programme). Ce cadre algébrique a permis de définir des types généraux de combinatoires d'analyses. Par exemple, le produit tensoriel permet de traiter le cas de connecteurs logiques (et, ou) dans les tests. Par ailleurs, une nouvelle analyse a été exhibée qui généralise l'analyse de parité. Elle permet de découvrir des propriétés de congruence des variables entières et a été ensuite étendue aux propriétés "relationnelles" du type : I congru à J modulo 5 (et plus généralement, du type : $f(X_1, X_2, \dots, X_n)$ est congru à p modulo q où f est une application affine à coefficients entiers et p et q sont deux entiers). Combinée aux intervalles ou aux relations linéaires d'inégalité, ces analyses se révèlent utiles pour la vectorisation de programmes.

N. MERCOURDFF a effectué une analyse sémantique des programmes parallèles. Dès lors que plusieurs processus d'un programme parallèle peuvent communiquer (par rendez-vous ou par partage d'une mémoire commune), les techniques classiques de l'analyse sémantique pour les programmes séquentiels échouent quand elles sont généralisées naïvement, à cause de l'explosion combinatoire du nombre d'équations à résoudre pour caractériser les états possibles des divers processus. La nécessité de réduire ce nombre d'équations et de les simplifier tout en autorisant une analyse suffisamment fine des programmes parallèles en un temps raisonnable est d'autant plus forte que la mise au point et l'optimisation de tels programmes n'est pas facile. De plus, les problèmes posés par la création dynamique de processus (qui s'apparente à la récursivité) restent à approfondir.

J. STRANSKY a étudié les propriétés de liaison entre des cellules créées dynamiquement (en Lisp ou par des fonctions de type new en Pascal) et reliées par des pointeurs. L'analyse envisagée tient compte de toute possibilité de liaison complexe (cellule contenant un pointeur vers une autre cellule,

listes circulaires, etc) et de modification physique (fonctions rplac de Lisp, affectation à un pointeur en Pascal). Le but de l'analyse est de construire, en chaque point du programme analysé, un graphe représentant l'état de la mémoire dynamique (c'est-à-dire du tas) en ce point. Ainsi, il devient possible de déterminer statiquement des propriétés intéressantes, non seulement pour une éventuelle recherche de fautes de programmation, mais encore pour une éventuelle compilation (Lisp) ou optimisation (Pascal), ou encore pour une parallélisation automatique. Bien qu'une grande partie du travail relève du domaine théorique (l'analyse de structures de données dynamiques générales est un domaine quasiment inexploré), un analyseur expérimental de Lisp est en cours de réalisation effective.

PUBLICATIONS

REVUES SCIENTIFIQUES

G. ALLAIN

Small-time existence for the Navier-Stokes equations with a free surface, *Appl. Math. Optim.*, 16, 37-50, (1987)

A. BAMBERGER, F. CORON et J.M. GHIDAGLIA

Analysis of the BPM equation, *Math. Model. and Numer. Anal.*, 21, 3, 405-424, (1987)

A. BAMBERGER, C. BOURDET, B. de l'ESPINOY et J.Y. VINET

High frequency methods for numerical computation of modes and associated losses of arbitrary cross section hollow wave guides, *IEEE. J. of quantum Electronics*, QE-23, 8, 1291-1297, (1987)

A. BAMBERGER, P. JOLY et M. KERN

Etude mathématique des modes élastiques guidés par l'extérieur d'une cavité cylindrique de section arbitraire, *C.R.A.S.*, Tome 304, série 1, 3, (1987)

A. BAMBERGER et T. HA DUONG

Diffraction acoustique par une paroi absorbante : nouvelles équations intégrales, *Math. Meth. in the Appl. Sci.*, 9, 4, (1987)

A. BAMBERGER et L. HALPERN

Etude des états stationnaires pour une équation de Schrödinger non linéaire comportant un terme non autonome, *SIAM, J. on Math. Anal.*, 18, 1, (1987)

J.F. COLONNA et M. FARGE

L'expérience numérique par ordinateur, *La Recherche*, 4, (1987)

J.F. COLONNA

- French av lab turns art studio, *Computer Graphics World*, 1, (1987)
- Ensemble de Mandelbrot et les erreurs de calcul, *Pour la Science*, 8, (1987)
- Mandelbrot set and errors, *Byte*, 8, (1987)
- Le cinéma assisté par ordinateur, *la Recherche*, 9, (1987)
- Un nouvel outil : l'image de synthèse, *Médiacom*, 11, (1987)
- Visualization, *Computer Graphics World*, 12, (1987)

J.F. COLONNA, M. ROSSO, J.F. GOUYET, B. SAPOVAL

Créations d'objets fractals par diffusion, dans "Fractals : Dimensions non entières et applications", Masson 1987

S.H. COTTET

On the convergence of a Vortex-in-Cell method for the two dimensional Euler equations, *Math. Comp.*, 49, 407-425, (1987)

F. COUSOT et R. COUSOT

Sometime +Always +Recursion - Always, on the intermittent and invariance assertions methods for proving inevitability properties of programs, *Acta Informatica*, 24, 1-31, (1987)

P. DEGOND et S. MAS-GALLIC

Existence of solutions and diffusion approximation for a model Fokker-Planck equation, *Transport Theory and Statistical Physics*, 16, 4-6, 589-636, (1987)

F. DUBOIS et P. LE FLOCH

Condition à la limite pour un système de lois de conservation, C.R.A.S., tome 304, série 1, 3, (1987)

L. HALPERN et J. RAUCH

Error analysis for absorbing boundary conditions, Numer. Math., 51, 459-467, (1987)

L. HALPERN et M. SCHATZMANN

Conditions aux limites artificielles pour les équations de Navier-Stokes incompressibles, C.R.A.S., tome 304, série 1, 3, (1987)

S. JAFFARD, Y. MEYER et O. RIOUL

L'analyse par ondelettes, Pour la Science, (1987)

C. KIPNIS (avec E. ANDJEL)

Pointwise ergodic theorems for non ergodic interacting particle systems, Prob. Th. Rel. Fields, 75, 545-550, (1987)

C. KIPNIS

Fluctuations dans le temps d'occupation d'un site pour l'exclusion simple symétrique, Ann. Inst. H. Poincaré, 23, 21-35, (1987)

P. LE FLOCH et P.A. RAVIART

Un développement asymptotique pour la solution du problème de Riemann généralisé, C.R.A.S., tome 304, série 1, 4, (1987)

M. METIVIER et P. PRIOURET

Théorèmes de convergence presque sûrs pour une classe d'algorithmes stochastiques à pas décroissants, Probability Theory, 74, 403-428, (1987)

M. METIVIER et S. NAKAO

Equivalent conditions for the tightness of a sequence of continuous Hilbert valued martingales, Nagoya J. Math., 106, 71-77, (1987)

J.C. VEDELEC

Finite elements for exterior problems using integral equations, Int. J. Numer. Methods Fluids, 7, 1229-1234, (1987)

G. RAUGEL (avec C. BERNARDI et E. GODLEWSKI)

A mixed method for the time-dependent Navier-Stokes problem, IMA J. of Num. Anal., 7, 185-189, (1987)

P.A. RAVIART (avec S. MAS-GALLIC)

A particle method for first order symmetric systems, Numer. Math., 51, 329-352, (1987)

J.M. STEYAERT (avec R. CASAS)

Bottom-up recursion in trees, Proceedings of CAAP (Nice 1986), Lectures Notes in Computer Science N° 214, Springer Verlag

J.M. STEYAERT (avec P. FLAJOLET)

A complexity calculus for recursive tree algorithms, Math. Systems Theory, 19, 301-331, (1987)

PUBLICATIONS A PARAÎTRE

G. ALLAIN (avec P. COLLI)

A mathematical study of a muscle contraction model in which the fibre is a continuum of elements, à paraître dans *Advances in Applied Mathematics* (1988)

A. BAMBERGER, B. ENGQUIST, L. HALPERN et P. JOLY

Parabolic wave equation approximations in heterogeneous media, à paraître dans *SIAM J. on Applied Mathematics*, 18, 1, (1988)

A. BAMBERGER, B. ENGQUIST, L. HALPERN et P. JOLY

Higher order paraxial wave equation approximations in heterogeneous media, à paraître dans *SIAM J. on Applied Mathematics*, 48, 1, (1988)

A. BAMBERGER, L. NICOLETIS, J. QUIBLIER, P. JOLY et M. KERN

Hole geometry and anisotropy effects on tube wave propagation : a quasi static study, soumis à *Geophysics*

H. BEN DHIA et T. HADRI

Existence result and discontinuous finite element discretization for a plane stresses Hencky problem, à paraître dans *Math. Methods in the Applied Sciences* (1988)

H. BEN DHIA

Numerical analysis of bidimensional Hencky problem approximated by a discontinuous finite element method, rapport interne du Centre de Mathématiques Appliquées N° 161

X. CARLOTTI

Transient second harmonic generation : influence of effective group-velocity dispersion, à paraître dans *J. of the Optical Society of America B*

G.H. COTTET, S. MAS-GALLIC et P.A. RAVIART

Vortex methods for the incompressible Euler and Navier Stokes equations, rapport interne du Centre de Mathématiques Appliquées N° 156

G.H. COTTET et S. MAS-GALLIC

A particle method to solve transport-diffusion equations - Part I : the Navier-Stokes system, rapport interne du Centre de Mathématiques Appliquées N° 158

P. DEGOND, B. NICLOT, F. POUPAUD

Deterministic particle simulations of the Boltzmann transport equation of semiconductors, rapport interne du Centre de Mathématiques Appliquées N° 157, à paraître dans *J. of Computational Physics*

P. DEGOND, F.J. MUSTIELES

A deterministic approximation of diffusion equations using particles, rapport interne du Centre de Mathématiques Appliquées N° 167, soumis à *SIAM J. on Scientific and Statistical Computing*

P. DEGOND (avec J. BATT, H. BERESTCKI et B. PERTHAME)

Locally isotropic, time periodic and cylindrically symmetric stationary solutions of the Vlasov-Poisson system, rapport interne du Centre de Mathématiques Appliquées de l'Ecole Normale Supérieure N° 87-10, à paraître dans *Arkives of rational mechanics and analysis*

F. DUBOIS

Discrete vector potential representation of a divergence free vector field in three dimensional domains: numerical analysis of a model problem, rapport interne du Centre de Mathématiques Appliquées N° 163

F. DUBOIS

Boundary conditions and the Osher scheme for the Euler equations of gas dynamics, rapport interne du Centre de Mathématiques Appliquées N° 170

F. DUBOIS et P. LE FLOCH

Boundary conditions for nonlinear hyperbolic systems of conservation laws, dans J. of Differential Equations (1988)

C. GRAHAM

The martingale problem with sticky reflection conditions and a system of particles interacting at the boundary, à paraître dans Ann. Inst. Henri Poincaré, Prob. Stat., 24, 1, (1988)

C. GRAHAM et M. METIVIER

System of interaction particles and nonlinear diffusion reflecting in a domain with sticky boundary

T. HADRI

Prise en compte d'une force linéique de frontière dans un modèle de plaques de Hencky comportant une non-linéarité géométrique, à paraître dans M2AN, RAIRO

T. HA DUONG (avec Y. DING et A. FORESTIER)

A Galerkin scheme for the three domain integral equation of acoustic scattering from a hard surface, soumis à J. of the American Soc. of Acoustics (1988)

L. HALPERN et L.N. TREFETHEN

Wide angle one-way wave equations, à paraître dans J. of the Acoustical Society of America

L. HALPERN

Conditions aux limites artificielles pour le système de Navier-Stokes incompressible, à paraître dans Nonlinear Partial Differential Equations and their Applications (1988)

L. HALPERN (avec B. ENGQUIST)

Far field boundary conditions for computation over long time

P. HENNEQUIN

Combinatorial analysis of quicksort algorithm, à paraître dans RAIRO

S. JAFFARD et Y. MEYER

Bases d'ondelettes dans les ouverts de \mathbb{R}^n , à paraître dans J. de Mathématiques Pures et Appliquées

C. KIPNIS et S. OLLA

Large deviations from the hydrodynamical limit for a system of independent Brownian particles, à paraître dans Stochastics

C. KIPNIS, A. de MASI, E. PRESUTTI et E. SAADA

Navier-Stokes corrections at the shock : the case of asymmetric simple exclusion, à paraître dans Stochastics

C. KIPNIS et P. ROBERT

A dynamic storage process, soumis pour publication

P. LE FLOCH et P.A. RAVIART

An asymptotic expansion for the solution of the generalized Riemann problem, Part 1 : General Theory, à paraître dans les Annales de l'Institut Henri Poincaré Analyse non linéaire, (1988)

P. LE FLOCH (avec A. BOURGEADE et P.A. RAVIART)

An asymptotic expansion for the solution of the generalized Riemann problems, Part 2 : Application to the gas dynamics equations

P. LE FLOCH

Boundary condition for scalar nonlinear conservation laws, à paraître dans Mathematical Methods in Applied Sciences, (1988)

P. LE FLOCH et J.C. NEDELEC

Explicit formula for weighted scalar nonlinear conservation laws, à paraître dans Transactions of the American Mathematical Society, (1988)

P. LE FLOCH et J.C. NEDELEC

Asymptotic behavior for weighted scalar nonlinear conservation laws, soumis à RAIRO : Modélisation Mathématique et Analyse Numérique

P. LE FLOCH

Nonlinear hyperbolic systems under nonconservative form, à paraître dans Communications in Partial and Differential Equations

P. LE FLOCH

Systèmes hyperboliques non linéaires sous forme non conservative, à paraître aux C.R.A.S.

M. METIVIER et M. VIOT

On weak solutions of stochastic partial differential equations, rapport interne du Centre de Mathématiques Appliquées N° 169

J.C. NEDELEC et S. WOLF

Homogénéisation des équations de Maxwell dans un transformateur, à paraître aux C.R.A.S.

J.C. NEDELEC et S. WOLF

Homogenization of the problem of eddy-current in a transformer core, soumis à SIAM J. on Numerical Analysis

B. NICLOT

The two particle Boltzmann collision operator in axysymmetry geometry, rapport interne du Centre de Mathématiques Appliquées N° 164, soumis à Transport Theory and Statistical Physics

F. POUPAUD (avec S. MAS-GALLIC)

Approximation of the transport equation by a weighted particle method, soumis à Transport Theory and Statistical Physics

F. POUPAUD

On a system of nonlinear Boltzmann equations of semiconductor physics

F. POUPAUD (avec F. GOLSE)

Stationary solutions of the linearized Boltzmann equation in a hat-space, soumis à Math. Methods in the Applied Sciences (1988)

F. POUPAUD (avec F. GOLSE)

Fluid limit of the Boltzmann equations of semiconductor under Fermi-Dirac statistics

G. RAUGEL (avec M. CROUZEIX)

Invariance under the dihedral group and application to bifurcation problems, à paraître dans Nonlinear Analysis, T.M.A., 12, 1 (1988)

G. RAUGEL (avec J. HALE)

Upper-semicontinuity of the attractor for a singularly perturbed hyperbolic equation, à paraître dans J. of Diff. Equations, (1988)

G. RAUGEL (avec J. HALE)

Lower-semicontinuity of attractors of gradient systems, à paraître dans Annali Mat. Pure e Applic. (1988)

G. RAUGEL (avec J. HALE et X.B. LIN)

Upper-semicontinuity of attractor for approximations of semigroups and partial differential equations, à paraître dans Math. of Comp., (1988)

G. RAUGEL (avec M. CROUZEIX et G. GEYMONAT)

Some remarks about the Morse lemma, à paraître dans SIAM J. of Math. Analysis, (1988)

F. RÔGIER et J. SÈGRE

Mixed finite elements for a magnetostatic problem, soumis à Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering

B. SALVY

Détermination automatique du comportement asymptotique des coefficients de fonctions génératrices, rapport d'option scientifique, Ecole Polytechnique

M. SEBAG et M. SCHÖENAUER

Réduction, extrapolation et génération des coefficients de vraisemblance à partir de règles ou d'exemples, rapport Interne du Centre de mathématiques Appliquées N° 172

S. WEINRYB et M. YOR

Le mouvement brownien de Levy indexé par R^3 comme limite centrale des temps locaux d'intersection de deux mouvements browniens indépendants à valeurs dans R^3 , à paraître dans le Séminaire de Probabilités

COMMUNICATIONS A DES CONGRES

A. BAMBERGER et F. STARLING

Integro-differential formulation and boundary element method resolution of an acoustic scattering problem. IX International Conference on Boundary Elements, Stuttgart (RFA), septembre 1987

A. BAMBERGER, B. COCKBURN, Y. GOLDMAN, P. JOLY et M. KERN

Numerical solution of Maxwell's equations in a conductive and polarizable medium. Eight International Conference on Computing Methods in Applied Sciences and Engineering, Versailles (France), décembre 1987

A. BAMBERGER

Définition d'une méthodologie de démonstration numérique d'existence de solutions d'équations elliptiques semi-linéaires, Eight International Conference on Computer Methods in Applied Sciences Engineering, Versailles (France), Décembre 1987

Z. BENJELLOUN

Etude par éléments finis et méthodes intégrales de la diffraction d'une onde plane électromagnétique par un réseau périodique de \mathbb{R}^3 , 1er Colloque Maghrébin sur les Méthodes Numériques de l'Ingénieur, Alger (Algérie) novembre 1987

X. CARLOTTI

Propagation d'impulsions lumineuses dans les fibres optiques, FICIAM, Paris, juillet 1987

J.F. COLONNA

Présentation des films sur l'ensemble de Mandelbrot et la diffusion bidimensionnelle, Congrès "Chaos in Education", Balaton (Hongrie), avril 1987

J.F. COLONNA

Picture synthesis : an essential tool for numerical simulation, Troisième Ecole sur la Simulation Spatiale, Beaulieu (France) juin 1987

G.H. COTTET

Workshop sur les méthodes de Vortex, Los Angeles (USA), mai 1987

P. DEGOND, F. POUPAUD, B. NICLOT et F. GUYOT

Semiconductor modeling via the Boltzmann equation, AMS-SIAM-IMA Summer Seminar on Computational Aspects of VLSI design, Minneapolis (USA), mai 1987

P. DEGOND et B. NICLOT

Deterministic particle method for the simulation of the Boltzmann transport equation, NASECODE V (Numerical Analysis of Semiconductor Devices and Integrated Circuits), Dublin (Irlande), juin 1987

P. DEGOND, F. GUYOT et B. NICLOT

A deterministic particle method for the semiconductor Boltzmann equation, ESSDERC 87 (European Solid State Device Research Conference), Bologne (Italie), septembre 1987

F. DJELLOULI

Etude mathématique des modes guidés dans une fibre à gaine abrasée, Huitièmes Journées Nationales d'Optique Guidée, Montpellier (France), avril 1987

R. DJELLOULI

Etude mathématique des modes guidés dans les coupleurs optiques, 1er Colloque Maghrébin sur les Modèles Numériques de l'Ingénieur, Alger (Algérie), novembre 1987

F. DUBOIS et P. LE FLOCH

Boundary conditions for nonlinear systems of conservation laws, FICIAM, Paris (France), juin 1987

T. HADHRI

Convex function of measure and application to a problem of nonhomogeneous elastoplastic material, 1er Colloque Maghrébin sur les Modèles Numériques de l'Ingénieur, Alger (Algérie), novembre 1987

T. HA DUONG

A mathematical analysis of boundary integral equations to the scattering problems of transient waves, IXth International Conference on Boundary Element Methods, Stuttgart (RFA), septembre 1987

L. HALPERN

- Artificial boundary conditions for parabolic equations (contributed paper)
 - Error analysis for absorbing boundary conditions (mini-symposium)
- FICIAM, Paris (France), juin 1987

S. JAFFARD

- Wavelets and approximation of functions. International workshop in analysis and its applications, Dubrovnik (Yougoslavie), juin 1987
- Multiscale analysis and wavelets decompositions. Workshop in Computational vision, Multiresolution of images, Copenhagen (Danemark), novembre 1987
- Bases d'ondelettes dans des ouverts de \mathbb{R}^n . Colloque "Ondelettes, méthodes temps-fréquence et espace des phases". Marseille (France), décembre 1987

P. LE FLOCH

- Approximation of the solution of the generalized Riemann problem and applications to the gas dynamics equations, FICIAM, Paris (France), juillet 1987

M. METIVIER

- On weak solutions of stochastic partial differential equations, Organisation et présentation d'un exposé au Colloque Franco-Japonais sur le Calcul Stochastique, ENS, Paris (France), juin 1987
- Some points in the mathematical analysis of stochastic algorithms, Organisation et présentation d'un exposé au Colloque de l'Association Franco-Suédoise pour la Recherche, Sophia Antipolis (France), octobre 1987
- Etude d'un modèle non linéaire lié à un problème de particules en Interaction. Conférence invitée au Colloque sur les Processus Stochastiques, Tokyo (Japon), septembre 1987.
- Equations aux dérivées partielles stochastiques, Conférence invitée, Université d'Osaka, septembre 1987
- Un lemme de Minty pour les problèmes non linéaires stochastiques, Conférence invitée, Nagoya (Japon), septembre 1987
- Problèmes d'évolution stochastique, conférence invitée, Université de Shanonizu, septembre 1987
- Organisation d'une session de communications invitées au Colloque de l'Institut International de Statistiques, Tokyo (Japon), septembre 1987

J.C. NEDELEC

- The double layer potential for periodic elastic waves in \mathbb{R}^3 , Symposium on Advanced Boundary Element Methods - Applications in solid and fluid mechanics (UTAM), San Antonio (USA), aout 1987
- On integral methods in antennas problems MAFELAB 87, Londres (Grande Bretagne), juin 1987
- Homogenization of the problem of eddy-current in a transformer core, Colloque "Advances in Computational Modelling and Numerical Analysis in honour of Prof. J. DOUGLAS", Chicago (USA), septembre 1987
- Approximation of integral equations, Cours à l'Ecole d'Eté Scandinave, Helsinki (Finlande), août 1987
- Conférencier invité à "Boundary Element IX Conference", Stuttgart (RFA), septembre 1987

G. RAUGEL

- Lower-semicontinuity of attractors, Colloque on Dynamical Systems in Infinite Dimensions, Trento (Italie), juin 1987
- Semicontinuités inférieure et supérieure. Colloque Systèmes Dynamiques Dissipatives, Luminy (France), septembre 1987

P.A. RAVIART

- Une introduction à l'analyse des méthodes particulières, Cours de l'Ecole d'Eté CEA-EDF-INRIA, Le Bréau (France), juillet 1987

S. WEINRYB

Etude d'une équation différentielle stochastique non linéaire avec temps local - Modèle limite pour un système de particules avec interactions à la frontière, Congrès on Diffusion approximations and related topics, IASA, Laxenburg (Autriche), juillet 1987

THESES

H. BEN DHA

Etude mathématique et approximation par une méthode d'éléments finis discontinus d'un problème de Hencky

Thèse de Doctorat de l'Université de Paris VI, 10 février 1987

X. CARLOTTI

Etude mathématique et numérique de modèles de propagation en optique non linéaire

Thèse de Doctorat de l'Université de Paris VI, 8 décembre 1987

J.P. CHOQUIN

Simulation numérique d'écoulements tourbillonnaires de fluides incompressibles par des méthodes particulières

Thèse de Doctorat de l'Université Paris VI, 27 octobre 1987

G.F. COTTET

Analyse numérique des méthodes particulières pour certains problèmes non linéaires

Thèse de Doctorat d'Etat de l'Université Paris VI, 30 juin 1987

J. GIROIRE

Etude de quelques problèmes aux limites extérieures et résolution par équations intégrales

Thèse de Doctorat d'Etat de l'Université Paris VI, 21 septembre 1987

T. HA DUONG

Equations intégrales pour la résolution numérique de problèmes de diffraction d'ondes acoustiques dans \mathbb{R}^3

Thèse de Doctorat d'Etat de l'Université Paris VI, 21 octobre 1987

S. WEINRYB

Théorèmes limites pour certains processus de Markov et études asymptotiques relatives à la saucisse de Wiener

Thèse de Doctorat d'Etat de l'Université Paris VI, 25 septembre 1987

LABORATOIRES ET CENTRE DE RECHERCHE

Direction des Laboratoires DLAB

BIOLOGIE

Biochimie BIQC

CHIMIE

Fine DCFI

Phosphore et des Métaux de Transition DCPH

Spectrométrie de Masse et Théorie DCMT

Synthèse Organique DCSO

MECANIQUE

Mécanique des Solides MSOL

Météorologie Dynamique METD

PHYSIQUE

Etude des Solides Irradiés SESI

Optique Appliquée OAPL

Optique Quantique OPTQ

Physique des Interfaces et des Couches Minces PICM

Physique de la Matière Condensée PHMC

Groupe de Biophysique BPHY

Physique des Milieux Ionisés PHMI

Physique Théorique CPTH

Physique Nucléaire des Hautes Energies PNHE

Utilisation des Lasers Intenses LULI

MATHEMATIQUES

Mathématiques CMAT

Mathématiques Appliquées CMAF

SCIENCES HUMAINES

Econométrie CECO

Epistémologie CREA

Recherche en Gestion GORG