

3. compression des champs et des opérateurs,
4. intégration des équations de Navier-Stokes en base d'ondelettes adaptative,
5. modélisation de la turbulence,
6. traitement des parois et des obstacles,
7. comparaison entre les méthodes CVS et LES.

Pour développer ce programme je collabore depuis 1995 avec deux anciens étudiants, Kai Schneider, qui est aujourd'hui professeur à l'Université de Provence et membre du Laboratoire de Modélisation et de Simulation Numérique en Mécanique de Marseille, et Nicholas Kevlahan, qui est professeur au Département de Mathématiques et Statistiques de l'Université McMaster au Canada. Nous avons presque achevé ce programme pour les écoulements bidimensionnels incompressibles et avons déjà abordé les trois premiers points pour les écoulements bidimensionnels compressibles et tridimensionnels incompressibles.

Depuis 10 ans j'ai constitué et j'anime une équipe internationale sur le thème 'Ondelettes et Turbulence', dont l'activité est diffusée sur les sites <http://wavelets.ens.fr> ou <http://www.lmd.jussieu.fr>.

3) PUBLICATIONS DANS LES REVUES AVEC COMITE DE LECTURE ET OUVRAGES EDITES DANS L'ANNEE (nombre, titres et références les plus significatifs, parus ou à paraître)

6 articles dans des revues à comité de lecture :

Kai Schneider and Marie Farge, 2004

Numerical simulation of the transient flow behaviour in tube bundles using a volume penalisation method

Journal of Fluids and Structures, à paraître

Kai Schneider, Marie Farge, Giulio Pellegrino and Michael Rogers, 2004

CVS filtering of 3D turbulent mixing layers using orthogonal wavelets

J. Fluid Mech., à paraître

Alexandre Azzalini, Marie Farge and Kai Schneider and Kai Schneider, 2004

Nonlinear wavelet thresholding : A recursive method to determine the optimal denoising threshold

Applied Computational Harmonic Analysis, à paraître

Marie Farge, Kai Schneider, Giulio Pellegrino, Alan A. Wray and Robert S. Rogallo, 2003

Coherent vortex extraction in 3D homogeneous isotropic turbulence: comparison between CVS and POD decompositions

Phys. Fluids, 15 (10), 2886-2896

Carsten Beta, Kai Schneider and Marie Farge, 2003

Wavelet filtering to study mixing in 2D isotropic turbulence

Comm. in Nonlinear Science and Numerical Simulation, 8 (3-4), 537-545

Carsten Beta, Kai Schneider, Marie Farge and Henning Bockhorn, 2003

Numerical studies of the mixing of passive and reactive scalars in two-dimensional turbulent flow using orthogonal wavelet filters

Chem. Eng. Sci., 58,1463-1477

10 articles dans des ouvrages :

Kai Schneider, Marie Farge and Nicholas Kevlahan, 2004

Spatial intermittency in turbulence: a wavelet approach

In honour of Dennis Sullivan, World Scientific, à paraître

Carsten Beta, Kai Schneider and Marie Farge, 2004
Mixing in 2D isotropic turbulence: a numerical study using orthogonal wavelet filtering
Advances in Turbulence, **10**, 271-274

Marie Farge, Alexandre Azzalini, Michele Caldro and Kai Schneider, 2004
Rotating shallow water flow in a cylindrical container: direct numerical simulation and extraction of coherent vortices
Advances in Turbulence, **10**, 826

Kai Schneider and Marie Farge, 2004
Coherent Vortex Simulation (CVS) of dipole-wall interaction using volume penalisation
Advances in Turbulence, **10**, 621-624

Kai Schneider and Marie Farge, 2004
Direct numerical simulation of a 2D decaying turbulence in a circular domain
Advances in Turbulence, **10**, 83

Marie Farge, Alexandre Azzalini, Alex Mahalov, Basil Nicolaenko, Frank Tse, Giulio Pellegrino and Kai Schneider, 2003
Vortex tubes in shear-stratified turbulence
Tubes, Sheets and Singularities in Fluid Dynamics, Kluwer, 217-228

Kai Schneider and Marie Farge, 2003
Extraction of coherent vortex tubes in a 3D mixing layer
Tubes, Sheets and Singularities in Fluid Dynamics, Kluwer, 211-216

Gaële Perret, Marie Farge, Alexandre Stegner, Alexandre Azzalini and Kai Schneider, 2003
Rotating shallow water flow past an obstacle : numerical and laboratory experiments
International Symposium on Shallow Flows, TU Delf, 61-66

Kai Schneider, Mickael Paget-Goy, Giulio Pellegrino, Alberto Verga and Marie Farge, 2003
Direct Numerical Simulation of an impulsively started, or uniformly accelerated, plate at $Re=9500$ using wavelet method with penalisation
Turbulence and Shear Flow Phenomena, **1**, 407-412

Pascal Devynck, Marie Farge, Kai Schneider, 2003
Diffusive and convective parts of the turbulent flux in the SOL of Tokamaks
Controlled Fusion and Plasma Physics, **27 (A)**, 168-173

4) PARTICIPATION A DES COLLOQUES. Précisez si vous êtes intervenu en qualité de conférencier invité, l'intitulé du ou des colloques et s'ils ont donné lieu à des actes.

13 conférences invitées :

IV Escola de Primavera de 'Transição e Turbulência', Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (Brésil), 27 Septembre-1 Octobre 2004

IMS-IDR-CWAIP International Workshop on 'Data Representation',
Singapour, 16-20 Août 2004

International Conference on 'Wavelet theory and Applications : New Directions and Challenges', Singapour, 10-14 Août 2004

International Summer School on ‘*Vortices : a Unifying Concept in Physics*’,
Cargèse, 5-16 Juillet 2004

2003 Belgium-France-Romania Conference on ‘*Statistical physics for anomalous transport in plasmas*’, CEA-Cadarache, 3-14 Novembre 2003

International Workshop on ‘*Immersed Boundaries and Penalization methods for Vortex Flows*’,
Saint-Pierre-de-Chartreuse, 18-20 Septembre 2003

International Summer School on ‘*Advanced Computational Fluid Dynamics*’,
Autrans, 24 Août -5 Septembre 2003

International Workshop on ‘*Numerical and Analytical Methods in Solving Nonlinear PDEs*’,
CERMICS, Université de Marne-la-Vallée, 30 Juin -2 Juillet 2003

International Summer School on ‘*Mathematical Techniques and Tools for Data Analysis and Modelling of Intermittent Structures*’, Burgers Center, Leyden (Hollande), 23-28 Juin 2003

International Workshop on ‘*Cooperative Analysis of Large Datasets in Turbulence*’,
Université Computense, Madrid, 23-24 Juin 2003

Colloque sur ‘*Méthodes Mathématiques pour le Traitement d’Images*’,
Université Paris VI, 17 Juin 2003

International Conference on ‘*Applicable Harmonic Analysis*’,
BIRS, Pacific Institute for Mathematical Sciences, Banff (Canada), 7-12 Juin 2003

Colloque sur ‘*Equations de Navier-Stokes*’,
Centre de Mathématique et d’Informatique, Université de Provence, Marseille, 27 Mars 2003

5) SEJOURS DANS DES LABORATOIRES A L'ETRANGER OU MISSIONS SUR LE TERRAIN EFFECTUES DANS L'ANNEE (durée, dans quel cadre, programme...).

Etats-Unis :

Caltech, 11-23 Novembre 2004, dans le cadre du programme sur les ondelettes organisé par David Donoho et Emmanuel Candès

Japon :

Nagoya University, 23 Octobre-4 Novembre 2004, dans le cadre du programme de l’IPSL ‘*Earth Simulator*’

Brésil :

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 25 Septembre-10 Octobre 2004, pour y donner un cours sur ‘*Coherent Vortex Simulation (CVS) of turbulent flows*’ dans le cadre de la 4^{ème} Ecole de Printemps sur la Transition et la Turbulence

Singapour :

Institute of Mathematical Sciences (IMS), National University of Singapore, Singapour, 8-22 Août 2004, dans le cadre du programme sur ‘*Wavelet Theory and Applications : New Directions and Challenges*’

Etats-Unis :

Department of Mechanical Engineering and Environmental Sciences, University of California, Santa Barbara, 4 Janvier- 21 Février 2004, pour y donner un cours sur ‘*Wavelets and Turbulence*’

Hollande :

Burgers Center, Leyden, 23-28 Juin 2003, dans le cadre du programme 'Mathematical Techniques and Tools for Data Analysis and Modelling of Intermittent Structures'

Canada :

BIRS, Pacific Institute for Mathematical Sciences, Banff (Canada), 7-12 Juin 2003, dans le cadre du programme sur International Conference on 'Applicable Harmonic Analysis'

6) FORMATION(S) SUIVIE(S) AU COURS DE L'ANNEE (intitulé, durée ...)

Deux école d'été à Cargèse, où je donnais moi-même un cours, l'une sur les tourbillons du 4 au 16 Juillet 2004, et l'autres sur les ondelettes, du 19 au 30 Juillet 2004.

7) FORMATION(S) SOUHAITEE(S) POUR L'ANNEE A VENIR. Indiquez le domaine (scientifique, valorisation, management, communication)

Management d'équipe internationale.

8) ENCADREMENT D'AUTRES CHERCHEURS DANS L'ANNEE. Indiquez le nombre de directions, le niveau de travail dirigé, le pourcentage de participation à cet encadrement et s'il y a eu sanction par un diplôme (dans l'affirmative le préciser).

Professeurs invités :

-Bartek Protas,
*Professeur de Mathématiques Appliquées, Mc Master University (Canada),
Professeur invité CNRS-SPI, Septembre-Décembre 2003 et Mai-Juin 2004*

-Horia Hangan,
*Professeur de Mécanique, University of Western Ontario(Canada),
Professeur invité ENS et ESPCI, Juillet-Novembre 2003 et Mars-Avril 2004*

Thésards :

-Carsten Beta,
*UER de Mécanique, Université d'Aix-Marseille I,
codirigée avec Kai Schneider, 2003-...*
'Etude du transport et du mélange dans les écoulements turbulents
à l'aide des ondelettes orthogonales'

-Gaele Perret,
*UER de Mécanique, Université Paris VI,
codirigée avec Alexandre Stegner, 2002-...*
'Comparaison entre expériences numériques et expériences de laboratoire
pour l'étude des écoulements barotropes en présence d'obstacles et de rotation'

-Alexandre Azzalini,
*UER de Mécanique, Université Paris VI,
codirigé avec Kai Schneider, 1999-2004*
'Etude des écoulements barotropes en rotation en présence ou non d'obstacles :
simulations spectrales et analyses en ondelettes'

-Giulio Pellegrino,
UER de Mécanique, Université d'Aix-Marseille II,
codirigée avec Kai Schneider, 1999-2004
'Méthodes en ondelettes pour l'extraction des tourbillons cohérents
des écoulements turbulents incompressibles et leur simulation en base adaptative'

-Jorl Ziuber,
Institut für Chemische Technik, Université de Karlsruhe (Allemagne),
codirigée avec Henning Bockhorn, 1997-2003
Doctorat obtenu en 2003
'Méthodes en ondelettes pour l'extraction des tourbillons cohérents
des écoulements turbulents incompressibles et leur simulation en base adaptative'

Post-doctorants :

-Olivier Roussel,
financé par le GDR Franco-allemand de Mécanique des Fluides Numériques, 2003
'Comparaison entre ondelettes orthogonales et biorthogonales pour l'extraction des tourbillons cohérents
dans les écoulements turbulents tridimensionnels'

Stagiaires :

-Claire Donnadiou,
stage de PPL, ENSTA,
codirigé avec Alexandre Stegner, 2003

-Michele Caldoro,
stage de fin d'études, ENSTA et Politecnico di Milano, 2003
Diplôme ENSTA et diplôme du Politecnico di Milano obtenus en 2004

9) ENSEIGNEMENTS DISPENSES : établissement, discipline, Niveau (1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème} cycle à l'exception
d'encadrement de thèses), nature (CM, TD, TP) et volume (nombre annuel d'heures effectuées)

En 2004 :

-20h de cours et 20h de TD
'Transformée de Fourier, transformées en ondelettes et en paquets d'ondelettes :
applications au traitement de signal et au traitement d'image'
CNRS-Formation, Gif-sur-Yvette, Septembre 2004
Formation permanente destinée aux chercheurs de l'industrie et des laboratoires CNRS,
niveau 3^{ème} cycle
-4h de cours
Ecole Internationale de Printemps sur 'Transition et Turbulence', Université Fédérale du Rio Grande do
Sul, Porto Alegre (Brésil), Octobre 2004
niveau 3^{ème} cycle
-24h de cours
'Expérimentation numérique pour l'étude de la turbulence'
ENSTA, module de Dynamique des Fluides Numériques, Paris, Octobre à Décembre 2004,
niveau 3^{ème} cycle
-2h de cours
Ecole Internationale d'Été sur 'Vortices: a Unifying Concept in Physics', Cargèse, Juillet 2004
niveau 3^{ème} cycle,
-28h de cours
'Mécanique des fluides numérique'

EGIM, Marseille, Mars à Mai 2004
niveau 2nd cycle

En 2003 :

-20h de CM et 20h de TD

'Transformée de Fourier, transformées en ondelettes et en paquets d'ondelettes : applications au traitement de signal et au traitement d'image'

CNRS-Formation, Gif-sur-Yvette, Décembre 2003,

Formation permanente destinée aux chercheurs de l'industrie et des laboratoires CNRS,
niveau 3^{ème} cycle

-24h de cours

'Modélisation physique des écoulements turbulents incompressibles'

ENSTA, module de Dynamique des Fluides Numériques, Paris, Novembre à Décembre 2003,

niveau 3^{ème} cycle

-20h de CM et 20h de TD

'Transformée de Fourier, transformées en ondelettes et en paquets d'ondelettes : applications au traitement de signal et au traitement d'image'

CNRS-Formation, Gif-sur-Yvette, Septembre 2003,

Formation permanente destinée aux chercheurs de l'industrie et des laboratoires CNRS,
niveau 3^{ème} cycle

-2h de cours

Ecole d'Été Internationales sur *'Advanced Computational Fluid Dynamics'*, Autrans,

niveau 3^{ème} cycle,

-4h de cours

Ecole d'Été Internationale sur *'Mathematical Techniques and Tools for Data Analysis and Modelling of Intermittent Structures'*, Burgers Center, Leyden, Juin 2003

niveau 3^{ème} cycle,

-28h de cours

'Expérimentation numérique en physique et en mécanique'

EGIM, Marseille, Mars à Mai 2003

niveau 2nd cycle

10) VALORISATION. Indiquez votre participation à des actes de valorisation. Précisez notamment s'il s'agit de dépôt de brevet ou de dossier technique dont vous êtes inventeur ou co-inventeur, de licence d'exploitation, de contrat de collaboration de recherche ou d'activité de consultant.

Depuis 2001 je travaille pour le CEA-Cadarache dans le cadre d'un contrat CEA-EURATOM-ENS sur *'Analyse en ondelettes des signaux du Tokamak Tore Supra et extraction des structures cohérentes pour le transport turbulent dans les plasmas'*. Cette collaboration se poursuit et elle a donné lieu à plusieurs communications dans des conférences internationales sur la fusion contrôlée. De plus nous sommes en train de rédiger un article que nous allons soumettre au *'Journal of Plasma Physics'*.

Les cours que je donne tous les ans depuis 1997 dans le cadre de la Formation Permanente du CNRS sur *'Transformée de Fourier, transformées en ondelettes et en paquets d'ondelettes : applications au traitement de signal et au traitement d'image'* sont suivis par des chercheurs travaillant dans des laboratoires CNRS ou universitaires, mais surtout dans des entreprises industrielles, publiques ou privées, entre autres : Solvay (Belgique), Centre National de Recherche sur le Papier (Norvège), Bosch Systèmes de Freinage, Institut Pasteur, Institut Curie, Dassault-Aviation, L'Oréal, Institut National de l'Audiovisuel, INRA, ONERA, CEA-Euratom, CEA-DAM, Centre de Recherche des Ponts et Chaussée, Centre Technique de la Gendarmerie, Centre de Recherche de la Police Technique et Scientifique. De tels cours contribuent à la diffusion auprès de l'industrie des méthodes que j'ai développées avec mes étudiants et collaborateurs, probablement de façon aussi efficace que le dépôt de brevet, tout en rapportant de l'argent au CNRS.

De mon expérience de la communauté développant la théorie et les applications des ondelettes, communauté à laquelle j'appartiens depuis ses débuts en 1984, j'ai observé que le dépôt de brevets par plusieurs de mes collègues a été contre-productif pour notre créativité scientifique. En effet, les échanges deviennent alors confidentiels (au moins pendant un certains temps) ce qui nuit à la confiance mutuelle entre, alors que celle-ci doit rester la base de notre collaboration. Je suis résolument pour le dépôt de logiciels 'Open Source' et contre le dépôt des brevets. De plus les dépôts de brevet retardent la publications des articles et ne servent à rien étant donné que le CNRS n'est pas vraiment en mesure de les défendre. Par contre je suis pour les dépôts de logiciels 'Open Source', qui permettent de protéger les codes et de les diffuser en toute confiance. Faute de pouvoir disposer d'un ingénieur informaticien, ce que je demande depuis plusieurs années, je n'ai malheureusement pas encore pu le faire.

11) DIFFUSION DE L'INFORMATION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE. Précisez les modalités de votre intervention : publication d'articles dans des revues spécialisées ou de vulgarisation, participation à des expositions en qualité d'animateur ou à des journées "portes ouvertes", organisation de colloques, co-production de films ou contribution à l'alimentation d'une banque de données...

Au niveau national (professionnel) :

- Membre du groupe de travail de l'IPSL sur 'Statistiques et Climat' depuis sa création en 1999,
- Membre du GDR 'Turbulence' depuis sa création en 1999

Au niveau national (grand public) :

Deux conférences sur 'A quoi servent les mathématiciennes et les mathématiciens?' dans le cadre de la journée 'Fête des Maths 2002: Ain Terre Maths', Lycee International de Ferney-Voltaire, 11 Mars 2004

Au niveau international (professionnel) :

- Organisation du colloque international Euromech n°454 sur 'LES, CVS and Vortex Methods to Study Turbulence', Centre International de Rencontres Mathématiques, Marseille, 14-16 Avril 2004, en collaboration avec Kai Schneider,
- Membre du programme européen CEE-TMR sur 'Wavelets in Numerical Simulation' depuis sa création en 1998,
- Membre du GDR Franco-allemand 'Computational Fluid Mechanics' depuis sa création en 1996,
- Membre du comité de rédaction des journaux:
Applied and Computational Harmonic Analysis publié par Academic Press,
Journal of Fourier Analysis and Application publié par Birkhäuser

Au niveau international (grand public) :

- Préparation de films et d'articles pour un CD sur la turbulence dans le cadre du projet 'Multimedia Fluid Mechanics' cofinancé par CUP (Cambridge University Press) et la NSF (National Science Foundation),
- Préparation d'une série de posters pour l'Année Mondiale de la Physique 'World Physical Year 2005' à la demande de l'APS (American Physical Society).

12) ADMINISTRATION DE LA RECHERCHE. Indiquez, si vous avez rempli des fonctions d'administration de la recherche, la nature de ces fonctions ainsi que le cadre dans lequel elles se sont exercées.

Membre nommé du Conseil Laboratoire du LMD de 1999 à 2002

Membre nommé du 'Fluid Dynamics Committee' de l'APS (American Physical Society)

Contrats dont j'assure la gestion :

2001-2004

Contrat CEA-Euratom-ENS sur '*Analyse en ondelettes des signaux du Tokamak Tore Supra et extraction des structures cohérentes pour le transport turbulent dans les plasmas chauds*' en collaboration avec le Département de Physique des Plasmas et de la Fusion Contrôlée du CEA-Cadarache

2002-2004

Contrat franco-allemand CNRS-DFG sur '*Numerical Simulation of Turbulent Flows in Complex Geometries using the CVS approach based on orthonormal wavelet decomposition*', avec l'Institut de Génie Chimique de l'Université de Karlsruhe (Allemagne) et le Laboratoire de Modélisation et de Simulation Numérique en Mécanique de Marseille

Contrats auxquels je participe :

2002-2006

Contrat CEE-IHP sur '*Breaking Complexity*', en collaboration avec les universités Paris VI, Grenoble, Marseille, Pavie et Turin (Italie), Aachen (Allemagne) et Valencia (Espagne)

2002-2004

Contrat PATOM (Programme national ATmosphere et Ocean a Multi-echelles) sur '*Modulation hydrodynamique des vagues de courte longueur d'onde à la surface des océans*' en collaboration avec Guillemette Caulliez de l'IRPHE-IOA, Marseille

2003-2004

Contrat PATOM (Programme national ATmosphere et Ocean a Multi-echelles) sur '*Turbulence proche de la surface*' en collaboration avec Philippe Drobinski, Service d'Aéronomie

13) DEMANDES PARTICULIERES ET MOBILITE. Veuillez indiquer si vous avez effectué une mobilité dans les 12 derniers mois. Précisez également si vous souhaitez une mise à disposition ou un détachement auprès d'un organisme extérieur au CNRS ; une prolongation de mise à disposition ou de détachement ; un changement de section ; un changement d'affectation ; un rattachement à une commission interdisciplinaire.

Avis du directeur de l'unité de recherche:

Fait à Le

Signature du Chercheur

Fait à Le

Signature du Directeur

de l'unité de recherche