

Promotion DR1

Nom : FARGE **Prénom :** Marie

Nom de naissance : COULOMBIER

Date de naissance : 12 Mars 1953

Section(s) du Comité national : 10

Affectation (code et intitulé de l'unité de recherche) : UMR8539
Laboratoire de Météorologie Dynamique
24, rue Lhomond. 75231. Paris Cedex 5

Nom du directeur : Claude Basdevant

Demandez vous simultanément un avancement au titre de la commission interdisciplinaire « Gestion de la recherche »

Résumé des travaux effectués en dégageant les plus récents et les plus significatifs

En 1984 j'ai proposé d'utiliser la transformée en ondelettes pour analyser, modéliser et simuler la turbulence. J'ai été la première à publier au plan international sur ce sujet (CRAS-1988, JFM-1989), à écrire un code de transformée en ondelettes continues bidimensionnelles (IUTAM-1990) et à utiliser les paquets d'ondelettes (FDR-1992). Les résultats que j'ai obtenus ces dernières années confirment l'intérêt de cette approche, qui est aujourd'hui largement reconnue et commence à être utilisée par d'autres équipes.

Marie Farge et Gabriel Rabreau, 1988
Transformée en ondelettes pour détecter et analyser les structures cohérentes dans les écoulements turbulents bidimensionnels
C. R. Acad. Sci. Paris, **307**, série II, 1479-1486

Marie Farge and Robert Sadourny, 1989
Wave-vortex dynamics in rotating shallow water
J. of Fluid Mech., **206**, 433-462

Marie Farge, Matthias Holschneider and Jean-François Colonna, 1990
Wavelet analysis of coherent structures in two-dimensional turbulent flows
'IUTAM Conference on Topological Fluid Mechanics', ed. Keith Moffatt, Cambridge University Press, 765-776

Marie Farge, Eric Goirand, Yves Meyer, Frédéric Pascal and Mladen Victor Wickerhauser, 1992
Improved predictability of two-dimensional turbulent flows using wavelet packet compression
Fluid Dynamics Research, **10**, 229-250

1. Simulation numérique de la turbulence en base d'ondelettes adaptative: méthode CVS (Coherent Vortex Simulation)

En collaboration avec Kai Schneider, qui a fait sa thèse avec moi, je développe depuis 10 ans une nouvelle méthode de simulation numérique des écoulements turbulents, appelée CVS (Coherent Vortex Simulation), qui est basée sur une intégration déterministe en base d'ondelettes adaptative des modes cohérents et une modélisation statistique de l'effet des modes incohérents, filtrés à chaque pas de temps, sur les modes cohérents. Nous avons appliqué cette méthode pour calculer une couche de mélange bidimensionnelle qui se développe en temps et montré que son évolution est correctement prédite, ceci avec beaucoup moins de modes que pour une méthode pseudo-spectrale classique.

- Marie Farge and Kai Schneider, 2001
Coherent Vortex Simulation (CVS), a semi-deterministic turbulence model using wavelets,
Flow, Turbulence and Combustion, in press
- Kai Schneider and Marie Farge, 2000
Numerical simulation of a mixing layer in an adaptive wavelet basis,
C. R. Acad. Sci. Paris Serie II, 263-269
- Kai Schneider and Marie Farge, 2000
Coherent Vortex Simulation (CVS) of a two-dimensional mixing layer,
Advances in turbulence VIII, ed. C. Dopazo et al., CIMNE, 745-748
- Kai Schneider, Marie Farge, Frank Koster and Michael Griebel, 2000
Adaptive wavelet methods for the Navier-Stokes equations,
Notes on Numerical Fluid Mechanics (Ed. E. H. Hirschel), Springer, 303-318
- Kai Schneider and Marie Farge, 2000
Coherent Vortex Simulation (CVS) of two-dimensional turbulence
Z. angew. Math. Mech., 81, 3, 485-486
- Marie Farge and Kai Schneider, 2000
Analyzing and computing turbulent flows using wavelets,
Cours des Houches, New trends in turbulence, ed. Lesieur et al., Springer
- Marie Farge, Nicholas Kevlahan, Claude Bardos et Kai Schneider, 1999
Combining deterministic and statistical approaches to compute two-dimensional turbulent flows
Trends in Mathematics, ed. A. Tsinober and A. Gyr, Birkhäuser, 163-174
- Kai Schneider and Marie Farge, 1999
Approximation en ondelettes en mécanique des fluides numérique
'Mécanique des Fluides Numérique', Ecole de Printemps du CNRS, Aussois
- Kai Schneider and Marie Farge, 1999
Numerical simulation of forced-two-dimensional turbulence using wavelets,
Turbulence and Shear Flow Phenomena, ed. S. Banerjee and J. Eaton, Begell House, 493-498
- Kai Schneider, Nicholas Kevlahan and Marie Farge 1998
An adaptive wavelet method compared to nonlinearly filtered pseudo-spectral methods for two-dimensional turbulence
Advances in Turbulence VII, ed. U. Frisch, Kluwer, 147-150
- Kai Schneider, Nicholas Kevlahan and Marie Farge 1997
Comparison of an adaptive wavelet method and nonlinearly filtered pseudo-spectral methods for the two-dimensional Navier-Stokes equations
Theoretical and Computational Fluid Dynamics, 9, 191-206

2. Extraction des structures cohérentes et étude des transferts dans les écoulements bidimensionnels incompressibles ou barotropes à l'aide des ondelettes

En collaboration avec Kai Schneider et de Nicholas Kevlahan, qui a fait son post-doc avec moi, j'ai mis au point une méthode de filtrage non linéaire en base d'ondelettes permettant d'extraire les structures cohérentes qui se forment dans les écoulements turbulents, ceci sous l'effet conjoint des interactions non linéaires et de la dissipation visqueuse. Celle-ci permet de définir le filtre non linéaire qui est utilisé pour la méthode CVS que nous sommes en train de développer. En collaboration avec Alexandre Azzalini, qui fait sa thèse sous ma direction, j'ai montré que ce filtre définit bien une interface connexe séparant les coefficients d'ondelettes cohérents, qui sont calculés, et ceux incohérents, qui sont éliminés et dont l'effet est modélisé. C'est cette connexité de l'interface entre modes cohérents et modes incohérents qui nous permet de valider la stratégie d'adaptation de la base d'ondelettes sur laquelle repose la méthode CVS. Celle-ci est basée sur une projection en base d'ondelettes, de type Eulérien, qui est adaptée à chaque pas de temps afin de suivre les déplacements

et les déformations des régions de forte activité non linéaire, comme le ferait une méthode de type Lagrangien. Le calcul des termes non linéaires s'effectue ainsi sur une grille qui est automatiquement raffinée à chaque pas de temps pour résoudre les régions de forts gradients. En collaboration avec Thorben Kotzbacher, qui fait son Diplom Arbeit de l'Université de Berlin sous ma direction, j'étudie les transferts entre les structures cohérentes et l'écoulement incohérent résiduel. Nous avons montré que celles-ci excitent l'écoulement résiduel incohérent quand elles interagissent fortement entre elles, alors que les nonlinéarité susceptibles de se développer au sein de ce dernier sont inhibées par la déformation que lui imposent les structures cohérentes.

- Kai Schneider and Marie Farge, 2000
Computing and analysing turbulent flows using wavelets,
Wavelet Analysis as a Tool for Computational and Harmonic Analysis,
ed. L. Debnath, Birkhauser, 181-216
- Marie Farge, Kai Schneider and Nicholas Kevlahan, 1999
Non-Gaussianity and Coherent Vortex Simulation for two-dimensional turbulence using an orthonormal wavelet basis,
Physics of Fluids., **11**, 8, 2187-2201
- Marie Farge, Nicholas Kevlahan, Valérie Perrier and Kai Schneider, 1999
Turbulence analysis, modelling and computing using wavelets
'Wavelets in Physics', ed. J. van den Berg,
Cambridge University Press, 117-200
- Marie Farge, Kai Schneider and Nicholas Kevlahan, 1998
Coherent Structure Eduction in Wavelet-forced Two-dimensional Turbulent Flows
'Dynamics of Slender Vortices', ed. E. Krause and K. Gersten, Kluwer, 65-83
- Marie Farge, Nicholas Kevlahan, Valerie Perrier and Eric Goirand, 1996
Wavelets and Turbulence
IEEE Proceedings, Special Issue on Wavelets, ed. I Daubechies and J. Kovasevic, **84**, 4, 639-669

3. Etude des propriétés de transport et de mélange des scalaires passifs ou réactifs ainsi que des particules dans les écoulements turbulents bidimensionnels incompressibles

En collaboration avec Kai Schneider et Carsten Beta, qui a fait son Diplom Arbeit de l'Université de Karlsruhe sous ma direction, j'étudie le rôle des tourbillons cohérents, extraits à l'aide du filtre CVS, sur les propriétés d'advection et de mélange de scalaires passifs ou réactifs, ainsi que des particules. Nous avons montré que ceux-ci sont responsables de la diffusion anormale et gouvernent le taux de réaction chimique, ainsi que le transport des particules. Par contre l'écoulement résiduel incohérent donne lieu à une diffusion classique en $t^{1/2}$, et ne contribue au taux de réaction et au transport des particules que sous la forme d'une perturbation aléatoire Gaussienne. Ceci prouve a posteriori que le filtre CVS est pertinent du point de vue dynamique et que l'écoulement résiduel pourra être modélisé par une viscosité turbulente classique. Nous avons également montré que l'écoulement cohérent présente les mêmes propriétés d'alignement entre les gradients de vorticité et la seconde direction principale du tenseur de taux de déformation que l'écoulement total, ce qui n'est plus vrai pour l'écoulement incohérent. Ceci nous apporte ainsi la preuve que le filtre CVS preserve bien la cascade turbulente qui affecte toutes les échelles, alors que l'écoulement incohérent, qui est également multi-échelles, ne contribue pas à la cascade et joue un rôle purement diffusif.

- Carsten Beta, Kai Schneider and Marie Farge, 2001
CVS filtering to study mixin in two-dimensional isotropic turbulence
Phys. Rev. Lett, submitted
- Carsten Beta, Kai Schneider, Marie Farge and Henning Bockhorn, 2001
Numerical studies of the mixing of passive and reactive scalars in two-dimensional turbulent flow using orthogonal wavelet filters
Preprint, ICT, Universität Karlsruhe
- Kai Schneider, Carsten Beta and Marie Farge, 2001
Application of CVS filtering to mixing in two-dimensional homogeneous turbulence
Bulletin of the American Physical Society, **46**, 10, 15
- Giulio Pellegrino, Kai Schneider, Pierre Comte and Marie Farge, 2001
Coherent Vortex Simulation (CVS) of a 3D time developing turbulent mixing layer
Bulletin of the American Physical Society, **46**, 10, 162

4. Caractérisation de l'intermittence et étude des transferts entre tourbillons géostrophiques et ondes d'inertie-gravité dans les écoulements barotropes en rotation à l'aide des ondelettes

En collaboration avec Kai Schneider et Nicholas Kevlahan, nous avons développé un ensemble de diagnostics permettant de quantifier l'intermittence dans les écoulements turbulents. Nous avons en particulier montré que les fonctions de structure peuvent être vues contre des transformées en ondelettes utilisant une ondelette singulière (différence de deux Diracs) et sont par conséquent insensibles aux comportements en lois d'échelle des exposants d'ordre p si celles-ci varient plus vite que p . Ceci explique pourquoi en turbulence 2D les fonctions de structures de la vitesse sont de mauvais estimateurs statistiques dès que les pentes spectrales sont supérieures à -3 . Par contre l'analyse en ondelettes ne présente pas cette difficulté à condition que l'ondelette choisie soit suffisamment régulière. En collaboration avec Alexandre Azzalini, j'applique ces diagnostics pour étudier l'intermittence des écoulements barotropes en rotation calculés à haute résolution. Nous avons montré que celle-ci provient des tourbillons géostrophiques, tandis que les ondes d'inertie-gravité ne contribuent pas à l'intermittence. En collaboration avec Bartek Protasz de l'Université de Californie à San Diego, nous avons également montré que la rotation modifie très sensiblement les propriétés d'alignement entre les gradients de vorticité et la seconde direction principale du tenseur de taux de déformation. Nous avons ensuite comparé le filtrage CVS et le filtrage LES (Large Eddy Simulation) du point de vue de ces alignements et trouvé que le filtre CVS préserve bien ceux-ci, ce qui n'est pas le cas du filtre LES. Ce résultat prouve que le filtrage CVS préserve mieux la cascade turbulente que le filtre LES.

- Kai Schneider, Marie Farge and Nicholas Kevlahan, 2001
Spatial intermittency in turbulence: a wavelet approach,
J. Fluid Mech., submitted
- Bartosz Protas, Marie Farge, Kai Schneider and Alexandre Azzalini, 2001
Alignment properties in Fourier and wavelet filtered two-dimensional turbulence,
Preprint, University of California at San Diego, December 2001
- Bartosz Protas, Kai Schneider and Marie Farge, 2000
Alignment properties in wavelet filtered two-dimensional forced turbulence,
Advances in turbulence VIII, ed. C. Dopazo et al., CIMNE, 793-796

5. Calcul des écoulements autour d'obstacles en combinant la méthode CVS et la méthode de pénalisation

En collaboration avec Nicholas Kevlahan et Kai Schneider, nous sommes en train de combiner la méthode de pénalisation et la méthode CVS pour traiter le cas des écoulements en présence de parois et d'obstacles. La pénalisation des équations de Navier-Stokes, proposée par Jean-Paul Caltagirone de l'Université de Bordeaux, consiste à ajouter un terme de loi de Darcy à celles-ci qui contient un masque décrivant les parois solides et qui rend compte du fait que le fluide est perméable tandis que le solide est imperméable. Nous avons calculé différents écoulements turbulents bidimensionnels (derrière un obstacle, entre des parois et dans un réseau de tubes) en combinant les deux méthodes. En collaboration avec Alexandre Azzalini, je suis en train de développer un code CVS dans lequel on pénalise les équations de Saint-Venant afin de généraliser les résultats précédents au cas des écoulements barotropes et étudier leur évolution en présence de rotation et d'obstacles.

- Kai Schneider and Marie Farge, 2001
Adaptive wavelet simulation of a flow around an impulsively started cylinder using penalisation
Appl. And Comp. Harmonic Analysis, submitted

6. Etude dynamique et statistique des structures cohérentes dans les écoulements turbulents tridimensionnels incompressibles

En collaboration avec Kai Schneider, Alexandre Azzalini et Giulio Pellegrino, dont je co-encadre le travail de thèse à l'Université d'Aix-Marseille II, nous avons généralisé la méthode CVS au cas des champs vectoriels tridimensionnels. Nous avons montré qu'elle extrait mieux les tubes de vorticité que la méthode LES (Large Eddy Simulation), ceci en terme de taux de compression, ainsi-que

d'homogénéité, de Gaussianité et de décorrélation des composants éliminés qui doivent être modélisés statistiquement. Nous avons aussi vérifié que les tubes de vorticité contribuent pour l'essentiel à l'hélicité, tandis que l'écoulements résiduel éliminé présente une hélicité négligeable, ce qui n'est pas le cas de l'écoulement à petite échelle éliminé par la méthode LES. Nous avons appliqué le filtre CVS   différents écoulements turbulents 3D incompressibles: homogènes et isotropes, couches de mélange tridimensionnelles pleinement développées, écoulements cisailés stratifiés et jets dans un écoulement stratifié en rotation. Pour ces différents écoulements 3D, dont le nombre de Reynolds basé sur la micro-échelle de Taylor est compris entre 150 et 200, nous avons montré que la contribution cohérente, représentée par seulement 3% des modes, contient 99% de l'énergie et rend compte parfaitement de la PDF de la vitesse et du spectre d'énergie total.

- Marie Farge, Giulio Pellegrino and Kai Schneider, 2001
Coherent vortex extraction in 3D turbulent flows using orthogonal wavelets
Phys. Rev. Lett., **87**, 5, 30 July 2001
- Kai Schneider and Marie Farge, 2001
Extraction and analysis of coherent vortex tubes in turbulent mixing layers using the orthogonal wavelet decomposition
Tubes, Sheets and Singularities in Fluid Mechanics, ed. K.H. Moffatt and K. Bajer, Kluwer, in press
- Marie Farge, Giulio Pellegrino and Kai Schneider, 2001
Comparing CVS and LES filtering for 3D homogeneous turbulence,
Turbulence and shear flow phenomena, ed. E. Lindborg et al., KTH,
171-174
- Kai Schneider, Marie Farge, Giulio Pellegrino and Mike Rogers, 2001
CVS filtering of turbulent mixing layers using orthogonal wavelet decomposition,
Turbulence and shear flow phenomena, ed. E. Lindborg et al., KTH,
313-316
- Marie Farge and Kai Schneider, 2000
CVS filtering and computation of turbulent mixing layers using orthogonal wavelets
ERCOFTAC Bulletin, **46**, September 2000, 18-24
- Marie Farge, Kai Schneider and Giulio Pellegrino, 2000
Vortex tube extraction in three-dimensional turbulence using orthogonal wavelets,
Advances in turbulence VIII, ed. C. Dopazo et al., CIMNE, 797-800
- Kai Schneider, Marie Farge, Giulio Pellegrino and Michael Rogers, 2000
CVS filtering of 3D turbulent mixing layers using orthogonal wavelets,
Studying Turbulence using Numerical Simulation Databases, Center for Turbulence Research, Stanford University, 319-330
- Marie Farge, Giulio Pellegrino and Kai Schneider, 2000
Wavelet filtering of three-dimensional turbulence.
Z. angew. Math. Mech., **81**, 3, 465-466
- Marie Farge, Kai Schneider, Giulio Pellegrino, Alan A. Wray and Robert S. Rogallo, 2000
CVS decomposition of 3D homogeneous turbulence using orthogonal wavelets,
Studying Turbulence using Numerical Simulation Databases, Center for Turbulence Research, Stanford University, 305-317

7. Etude du transport turbulent dans le Tokamak Tore Supra par analyse en ondelettes continues et extraction des structures cohérentes par filtrage en ondelettes orthogonales

Les simulations de transport radial dans les Tokamaks, basées sur différents modèles de turbulence, font toutes apparaître qu'à côté d'un transport turbulent radial de type diffusif, il existe un transport purement convectif qui met en jeu de nombreuses échelles radiales. Ce type de transport peut rendre compte d'une partie non négligeable de la chaleur et de la matière transportée du plasma vers les parois du tokamak. En collaboration avec Kai Schneider de l'Université de Provence et Pascal Devynck du CEA-Cadarache, dans le cadre d'un contrat CEA-EURATOM-ENS, nous appliquons les méthodes de traitement de signal que nous avons développées en ondelettes. Celles-ci nous permettent de quantifier l'intermittence dans les signaux turbulents mesurés au bord du plasma du Tokamak Tore Supra du CEA-Cadarache et d'extraire les structures cohérentes, ceci pour étudier séparément les deux dynamiques en jeu, celle de transport convectif et celle de transport diffusif.

- Marie Farge et Kai Schneider, 2001
Wavelet analysis and coherent structures extraction to study turbulent transport in confined hot plasmas
Rapport CEA-EURATOM, Décembre 2001

ANALYSE, MODELISATION ET SIMULATION EN ONDELETTES DES ECOULEMENTS TURBULENTS : DEVELOPPEMENT DE LA METHODE CVS (COHERENT VORTEX SIMULATION)

Les nombres de Reynolds rencontrés dans les écoulements turbulents atmosphériques sont de l'ordre de $Re=10^9$ à 10^{12} . Les méthodes classiques (différences finies, éléments finis, méthodes spectrales) de résolution directe des équations de Navier-Stokes nécessitent de calculer un nombre de degrés de liberté qui varie, en dimension deux comme Re et en dimension trois comme $Re^{9/4}$. Ceci rend la simulation numérique directe (DNS) inaccessible pour la gamme de nombres de Reynolds rencontrés en météorologie, ceci aussi bien avec les ordinateurs vectoriels qu'avec les calculateurs parallèles, actuels ou prévus. Ainsi la simulation numérique directe ne permet-elle à ce jour d'étudier que des écoulements turbulents à faible nombre de Reynolds. Pour simuler l'évolution des écoulements atmosphériques, qui correspondent à des nombres de Reynolds très supérieurs aux possibilités des DNS actuelles, nous devons donc mettre au point des modèles de turbulence, que nous validons à l'aide de DNS calculées pour des nombres de Reynolds beaucoup plus faibles.

Les modèles de turbulence classiques sont basés sur les équations de Reynolds qui décrivent l'évolution des quantités moyennes. Elles contiennent le tenseur de Reynolds, qui dépend quant à lui des valeurs fluctuantes, et doit être paramétrisé par un modèle de fermeture. Ceci est le principe des modèles de type RANS (Reynolds Averaged Navier-Stokes) qui ne prédisent que des états permanents pour des écoulements turbulents statistiquement stationnaires. Quand on veut traiter des écoulements statistiquement instationnaires, tel l'écoulement atmosphérique, on suppose qu'il existe une séparation entre des quantités moyennes décrivant les comportements à grande échelle et des quantités fluctuantes correspondant aux comportements à petite échelle, ce qui est le cas en particulier pour les méthodes RANS instationnaire, LES (Large Eddy Simulation) et Galerkin non linéaire. Les variables à grande échelle sont calculées explicitement, tandis que les variables aux échelles sous-maille non résolues sont modélisées par une paramétrisation *ad hoc*.

La justification de cette façon de modéliser la turbulence repose sur deux hypothèses:

- l'existence d'un trou spectral séparant la dynamique à grande échelle de celle à petite échelle (celle-ci étant supposée suffisamment ergodique pour être paramétrisée par des modèles stochastiques),
- l'existence d'une cascade directe, d'énergie en dimension trois ou d'enstrophie en dimension deux, allant des grandes vers les petites échelles.

Cependant, il a été mis en évidence depuis plusieurs années que:

- ce trou spectral n'existe, ni dans les champs turbulents mesurés, ni dans ceux calculés par simulation numérique directe,
- lorsque l'on considère un écoulement turbulent réalisation par réalisation (comme c'est le cas quand on calcule numériquement son évolution) et non plus en moyenne d'ensemble (comme c'est le cas avec la théorie statistique classique), il y a une forte proportion de régions de l'écoulement qui subissent des transferts inverses (back-scattering) allant des petites vers les grandes échelles.

Les méthodes d'analyse en ondelettes continues et orthogonales que j'ai développées depuis 1984 ont montré qu'en fait la séparation dynamique ne se fait pas entre structures à grande échelle et structures à petite échelle, mais entre structures cohérentes et écoulement résiduel incohérent. Ces deux types d'écoulements, orthogonaux entre eux, sont excités à toutes les échelles de la zone inertielle et seules leurs pentes spectrales et leurs distributions de probabilité diffèrent. J'ai été, au plan international, la première personne à publier sur l'application des ondelettes à l'étude de la turbulence (en 1988), à écrire un code de transformée en ondelettes continues bidimensionnelles (en 1990) et à utiliser les paquets d'ondelettes (en 1992). J'ai, à ce jour, publié plus de cinquante articles sur ce sujet.

A l'aide de filtrages effectués dans une base des paquets d'ondelettes, j'ai mis en évidence, ceci en collaboration avec Nicholas Kevlahan qui effectuait son post-doc avec moi, le fait que, sous l'effet de la déformation imposée par les structures cohérentes, l'écoulement résiduel ne peut donner lieu à une cascade inverse avec formation de nouvelles structures cohérentes. Ainsi, quand à l'aide du filtrage en paquets d'ondelettes on supprime les structures cohérentes, voit-on alors apparaître de nouvelles structures cohérentes. Ce mécanisme est par contre inhibé dès que l'on remet les structures cohérentes initialement enlevées. Cette observation nous a conduit à proposer une nouvelle méthode de simulation numérique des écoulements turbulents appelée CVS (Coherent Vortex Simulation), que nous avons développée en collaboration avec Kai Schneider, qui effectuait sa thèse au département de Génie Chimique de l'Université de Kaiserslautern (Allemagne). La méthode CVS calcule la dynamique des structures cohérentes dans une base d'ondelettes, qui est adaptée à chaque pas de temps de telle sorte que les régions de gradient fort sont résolues, tandis que l'écoulement résiduel est paramétrisé sous la forme d'un bruit blanc Gaussien. Nous avons appliqué cette méthode pour prédire l'évolution d'une couche de mélange bidimensionnelle se développant en temps. Nous avons montré que l'on obtient avec la méthode CVS la même qualité d'approximation de la solution qu'avec une méthode spectrale, mais en retenant 16 fois moins de modes (ceci en résolution 256^2 , sachant qu'à plus haute résolution le taux de compression sera encore meilleur).

J'ai également développé, en collaboration avec Kai Schneider, une nouvelle technique de forçage pour les écoulements turbulents bidimensionnels pour laquelle l'excitation se fait de façon inhomogène, en injectant l'enstrophie directement dans les structures cohérentes et non plus en modes de Fourier, ce qui tend à homogénéiser artificiellement la dynamique. Cette méthode permet ainsi de simuler le fait que la vorticité est produite dans les couches limites et non de façon homogène en tous points de l'écoulement. Nous avons montré que ce type de forçage en ondelettes évite les fluctuations temporelles de l'énergie totale que l'on observe pour le forçage en modes de Fourier.

Nous avons ensuite mis au point un filtre non linéaire, défini en base d'ondelettes et appelé filtre CVS, qui permet d'extraire les structures cohérentes dans les écoulements turbulents. Celui-ci est basé sur un seuillage effectué à partir des coefficients d'ondelettes du champ de vorticité. Nous avons montré à titre d'exemple que, pour un écoulement bidimensionnel calculé à la résolution 256^2 , il suffit de ne retenir que 0.7 % des modes pour extraire toutes les structures cohérentes, qui représentent 99 % de l'énergie et 94 % de l'enstrophie totales. Nous l'avons appliquée pour étudier plusieurs types d'écoulements turbulents tridimensionnels, en généralisant le filtre CVS pour traiter également les champs vectoriels. Nous avons montré qu'il extrait bien les tubes de vorticité, en ne retenant que 3 % des modes (pour une résolution 256^3) qui confinent 99 % de l'énergie. L'écoulement résiduel restant (soit 97 % des modes) est incohérent, décorrélé et a une PDF Gaussienne, ce qui indique qu'il est bien thermalisé et que l'on peut donc le modéliser par une diffusion turbulente. Nous avons ensuite appliqué la méthode CVS pour étudier une couche de mélange tridimensionnelle en régime turbulent pleinement développé calculée à la résolution $512 \times 256 \times 128$. Nous avons obtenu les mêmes taux de compression et avons extrait les tubes de vorticité cohérents avec autant d'efficacité, aussi bien dans le cas for c  que dans celui non for c .

Nous étudions également le rôle des structures cohérentes sur l'advection de champs de scalaires passifs et réactifs (pour différents types de réactions chimiques), et sur l'advection de particules dans les écoulements turbulents bidimensionnels. Nous avons montré que l'essentiel du transport provient des structures cohérentes représentées avec seulement 0.7 % modes pour une résolution 256^2 . Nous avons prouvé qu'elles sont responsables de la diffusion anormale et gouvernent le taux de réaction chimique et le transport des particules. L'écoulement résiduel donne lieu à une diffusion classique en $t^{1/2}$, ne contribue pas au taux de réaction chimique ni au transport des particules, sinon sous forme d'une perturbation par un bruit Gaussien.

Pour finir nous étudions les propriétés d'alignement entre les gradients de vorticité et la direction principale du second vecteur propre du tenseur de taux de déformation, qui correspond à la direction de compression. Nous avons montré que la partie cohérente de l'écoulement a les mêmes propriétés d'alignement que l'écoulement total, ce qui n'est plus le cas de l'écoulement résiduel incohérent. Nous avons également mis en évidence le fait que la rotation inhibe les propriétés d'alignement des écoulements barotropes.

En conclusion, nous avons développé une nouvelle approche statistique pour étudier les écoulements turbulents pleinement développés. Celle-ci n'est plus basée sur les moyennes d'ensemble proposées par la théorie statistique classique, mais sur des moyennes conditionnelles séparant la statistique des structures cohérentes de celle de l'écoulement résiduel incohérent. La représentation en ondelettes est utilisée pour calculer ces nouvelles moyennes conditionnelles, car elle sauvegarde l'information spatiale et les quasi-singularités se développant dans les écoulements turbulents. Ceci n'est par contre pas possible avec la représentation en modes de Fourier, pour laquelle cette information est inaccessible car mélangée entre tous les modes de Fourier. Depuis plus de 15 ans nous avons centré notre recherche sur les représentations en ondelettes pour analyser, modéliser et calculer l'évolution des écoulements turbulents pleinement développés. Ces méthodes s'appliquent plus généralement à tout type de phénomènes intermittents, de nature scalaire ou vectorielle, quelque soit leur dimension.

Choix de 5 de vos publications (références complètes)

- 1) Marie Farge, Giulio Pellegrino and Kai Schneider, 2001
Coherent vortex extraction in 3D turbulent flows using orthogonal wavelets
Phys. Rev. Lett., **87**, 5, 30 July 2001
- 2) Marie Farge, Kai Schneider and Nicholas Kevlahan, 1999
Non-Gaussianity and Coherent Vortex Simulation for two-dimensional turbulence using an orthonormal wavelet basis,
Physics of Fluids, **11**, 8, 2187-2201
- 3) Marie Farge, Nicholas Kevlahan, Valerie Perrier and Eric Goirand, 1996
Wavelets and Turbulence
IEEE Proceedings, Special Issue on Wavelets, **84**, 4, 19, 639-669
- 4) Marie Farge, 1992
Wavelet transforms and their applications to turbulence
Annual Review of Fluid Mechanics, **24**, 395-457
- 5) Marie Farge and Robert Sadourny, 1989
Wave-vortex dynamics in rotating shallow water
Journal of Fluid Mechanics, **206**, 433-462

Production scientifique	depuis le début de votre carrière	dont ces 10 dernières années	dont ces 4 dernières années
Nombre de publications dans des revues avec comité de lecture :	26+4 (soumises)	16+4 (soumises)	8+4 (soumises)
Nombre de publications dans des actes de colloque avec comité de lecture :	34	21	18
Nombre de brevets :	0	0	0
Nombre de conférences invités dans des congrès internationaux :	>50	36	12
Nombre d'ouvrages ou de participations importantes à des ouvrage :	22	14	7

Renseignements complémentaires

(Responsabilité dans l'élaboration de projets et de direction d'équipes -préciser le nombre de personnes dans l'équipe-, activité d'enseignement, nombre de thèses dirigées, participation à la formation dans des écoles thématiques, changements thématiques, valorisation économique ou sociale, contrats, administration de la recherche, mobilité, séjours professionnels prolongés dans d'autres laboratoires publics ou privés dont à l'étranger

1. Direction de recherche

Direction d'équipe

Depuis 10 ans j'ai constitué et je dirige une équipe internationale, intitulée 'Ondelettes et Turbulence' (voir le site web [http : //monteverdi.ens.fr](http://monteverdi.ens.fr)), dont font partie les chercheurs et étudiants suivants:

Membres de l'équipe :

-Marie Farge

Directeur de Recherche CNRS, Ecole Normale Supérieure, Paris

-Kai Schneider,

Professeur de Mécanique, Université de Provence, Marseille,

-Nicholas Kevlahan,

Professeur de Mathématiques Appliquées, Université Mc Master (Canada),

Professeur invité CNRS-SDU, Mai-Juillet 2001

-Alex Mahalov,

Professeur de Mathématiques Appliquées, Université d'Arizona, Tempe (USA),

Professeur invité CNRS-SPI, Septembre-Décembre 2001

-Joel Ferziger,

Professeur de Mécanique, Stanford University (USA),

Professeur invité ENS, Septembre 2001

-Alexandre Azzalini,

Thésard en Mécanique, Université Paris VI,

-Giulio Pellegrino,

Thésard en Mécanique, Université d'Aix-Marseille II

-Jörg Ziuber,

Thésard en Génie Chimique, Université de Karlsruhe (Allemagne),

-Frank Tse,

Thésard en Sciences de l'Environnement, Université d'Arizona, Tempe (USA),

-Jean-Christophe Nave,

Thésard en Génie Chimique, Université de Californie à Santa Barbara (USA),

-Carsten Beta,

Diplomand en Génie Chimique, Université de Karlsruhe (Allemagne),

-Thorben Kotzbacher,

Diplomand en Mécanique, Université de Berlin (Allemagne).

Direction de thèse

-Alexandre Azzalini,

UER de Mécanique, Université Paris VI, 1999-...

-Giulio Pellegrino,

UER de Mécanique, Université d'Aix-Marseille II,

codirigée avec Kai Schneider, 1999-...

-Joel Ziuber,

Institut für Chemische Technik, Université de Karlsruhe (Allemagne),

codirigée avec Henning Bockhorn, 1997-...

-Kai Schneider,

'Wavelets, Turbulence and Chemical Reactions',

Département de Génie Chimique, Université de Kaiserslautern (Allemagne),

codirigée avec Henning Bockhorn, 1993-1996

-Eric Goirand,

'Paquets d'ondelettes: algorithmes et méthodes associées,
parallélisation et applications à la turbulence'

UER de Mécanique, Université Paris VI, 1992-1995

-Thierry Philipovitch,

'Applications de la transformée en ondelettes continue
à la turbulence homogène isotrope bidimensionnelle'

UER de Physique, Université Paris VII, 1991-1994

Direction de recherche post-doctorale

-Nicholas Kevlahan,

financé par la CEE, 'Marie Curie Fellowship', 1994-1997

Direction de stages de DEA

-Carsten Beta,

DEA de Génie Chimique, Université de Karlsruhe (Allemagne), 2000 et 2001

-Thorben Kotzbacher,

DEA de Mécanique, Université de Lyon, 2000

-Alexandre Azzalini,

DEA de Mécanique, Université Paris VI, 1999

-Touafik Elbouayachi,

DEA d'Analyse Nonlinéaire, Université Paris-Dauphine, 1991

-Eric Goirand,

DEA de Traitement du signal, Sup Elec, 1991

-Sylvain Durand,

DEA d'Analyse Nonlinéaire, Université Paris-Dauphine, 1991

-Pierjean Ponenti,

DEA de Physique Théorique, Université d'Aix-Marseille III, 1990

-Rémi Butel,

DEA d'Informatique, Université d'Orsay, 1980

Direction de stages

Stages de seconde année

-Aurore Briand,

ENSTA, 1999

-Jérémy Darot,

ENSTA, 1999

-Alexandre Azzalini,

ENSTA, 1998

-Aurélien Henrion,

ENSTA, 1998

Stage de Mastère

-Jean-Christophe Nave,

Département de Mathématiques, Université de Santa Barbara (USA), 1998

-Christophe Durmort,

Département de Mathématiques, Université Paris-Dauphine, 1994

-Echeyde Cubillo,

Département de Mathématiques, Université Paris-Dauphine, 1993

Stage de fin d'études d'ingénieur

-Giulio Pellegrino,
ENSTA, 1998
-Gilles Comtet-Varga,
Ecole Centrale de Paris, 1993
-Pascal Voury,
Université Technologique de Compiègne, 1992
-Gilles Comtet-Varga,
Ecole Centrale, 1990
-Philippe Geiger,
Ecole Polytechnique, 1989
-Karim Abed Meraim,
Ecole Polytechnique, 1989
-Thierry Avrain,
ESPCI, 1988
-Geneviève Bouchiat,
Ecole Centrale de Paris, 1984

2. Contrats

2001-2003

Collaboration 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*' (contrat V.3258.001), avec le Département de Physique des Plasmas et de la Fusion Contrôlée du CEA-Cadarache

2000-2003

Programme de recherche franco-américain CNRS-NSF sur '*Transport and Mixing of Reactive and Passive Scalars in Rotating Stratified Geophysical Flows using Adaptive Spectral and Wavelet Numerical Methods*' (contrat 9201-0690), avec Arizona State University, Harvard University, ENS-Cachan, Ecole Centrale de Lyon et Institut de Mécanique de Grenoble

1998-2001

Programme de recherche franco-allemand '*Simulation, analyse et modélisation du mélange dans les écoulements turbulents*', financé par le Ministère des Affaires Etrangères dans le cadre du programme PROCOPE (contrat 0122OZE), en collaboration avec Claude Bardos, CMLA, ENS-Cachan, et Henning Bockhorn, ICT, Universität Karlsruhe

1998-2002

Plan-Pluri-Formation de l'ENS-Ulm '*Modélisation et Simulation Numérique en Mécanique des Fluides*', financé par le Ministère de l'Education Nationale et de la Recherche, en collaboration avec Arnaud Poitou, LMT, ENS-Cachan

1998-2002

Programme d'échange entre l'Ecole Normale Supérieure de Paris et le Département de Génie des Procédés de l'Université de Karlsruhe (Allemagne), dans le cadre du programme SOCRATES de la CEE, en collaboration avec Henning Bockhorn, ICT, Universität Karlsruhe

1997-2001

Programme de recherche franco-allemand '*Analyse, modélisation et simulation numérique des écoulements réactifs*' financé par la Deutsche Forschung Gemeinschaft, en collaboration avec l'Institut des Techniques Chimiques de l'Université de Karlsruhe (Allemagne)

1997-2001

Contrat de l'ARC australien sur '*Structural study of long-range dependence, infinite variance and coherent structures*', en collaboration avec Prof. Vo Anh, Center in Statistical Science and Industrial Mathematics,

School of Mathematical Sciences, Queensland University of Technology, Brisbane, Australie, et Prof. Chris Heyde, Center for Applied Probabilities, Columbia University (USA)

1997-2000

Contrat de la DFG allemande (contrat DFG Bo 693/8-1) sur '*Analysis, modelling and Simulation of Pool Flames*', responsable Prof. Henning Bockhorn, ICT, Universität Karlsruhe (TH), Allemagne

1996-2001

Programme de recherche franco-allemand '*Wavelets and Multigrid Methods to Compute Turbulent Flows*' financé par le CNRS et la Deutsche Forschung Gemeinschaft dans le cadre du programme '*Numerical Flow Simulation*', en collaboration avec le Département de Mathématiques Appliquées de l'Université de Bonn (Allemagne)

1996-2000

Programme d'échange entre l'Ecole Normale Supérieure de Paris et le département de mathématiques de l'Université de Sienne (Italie), dans le cadre du programme SOCRATES de la CEE, en collaboration avec Mariella Loffredo, Département de Mathématiques de l'Université de Sienne

1995-1998

Contrat CEE '*Marie Curie Fellowship*' pour financer le post-doc de Nicholas Kevlahan (contrat ERBFMBICT950365)

1994-1996

Programme de recherche franco-allemand '*Méthodes particulières, méthodes pseudo-spectrales et techniques d'ondelettes pour le traitement d'images et la mécanique des fluides*' financé par le Ministère des Affaires Etrangères dans le cadre du programme PROCOPE (contrat 95137) en collaboration avec Helmut Neunzert, Département de Techno-mathématiques de l'Université de Kaiserslautern (Allemagne)

1993-1998

Programme de recherche franco-américain '*Wavelets Methods in Computational Turbulence*' financé par l'OTAN dans le cadre du programme 'Collaborative Research' (contrat CRG-930456), en collaboration avec le Département de Mathématiques de l'Université George Washington de Saint-Louis (Etats-Unis)

1992-1995

Responsable pour la France du réseau '*Two-dimensional Turbulence, Vortices and Geophysical Flows*' financé par la CEE dans le cadre du programme 'Human Capital and Mobility' (contrat ERB-CHRX-CT92-001)

3. Activité internationale

Organisation de workshops et conférences

2001

- NSF-CNRS Workshop sur '3D Stratified and Sheared Turbulent Flows : Comparison between DNS, LES and Observations', IPSL, Université Paris VI, 19-20 Décembre 2001
- 3^{ème} Journée 'Climat et Statistique' de l'IPSL, 'Valeurs extrêmes et Ondelettes', Université Paris VI, 8 Juin 2001
- NSF-CNRS Workshop sur 'Transport and Mixing of reactive and Passive scalars in the Atmospheric Boundary Layer', IPSL, Université Paris VI, 4 Juillet 2001
- International Workshop on 'Self-organization, Transport and Mixing in Plasma and Fluid Turbulence', LPIIM, Campus de Saint-Jérôme, Marseille

2000

- Workshop 'Couches limites, couches de mélange et turbulence stratifiée', ENS-Ulm, 28 Novembre 2000
- French-German Workshop on 'Transport and mixing in reactive and non reactive turbulent flows', ENS-Ulm, 21 Juin 2000

1999

- Workshop 'Ecoulements derrière des réseaux de tubes: comparaison entre expériences de laboratoire et expériences numériques', ENS-Ulm, 18 Juin 1999

1998

- French-German Workshop on 'Wavelets and nonlinear PDEs', ENS-Cachan, 17 Décembre 1998
- 'First International Workshop on Control in Fluid Dynamics and Combustion', ENS-Ulm et ENS-Cachan, 14-16 Octobre 1998

1997

- 'First Woods Hole Mathematics Meeting: Fluid Dynamic's, Woods Hole (Etats-Unis), 13-16 Mai 1998
- International Workshop on 'Turbulence, Wavelets and Non-Gaussian Statistics', ENS-Cachan, 27-28 Mars 1997
- International Workshop on 'Dynamical Systems and Statistical Mechanics Methods for Coherent Structures in Turbulent Flows', Santa Barbara (Etats-Unis), 12-13 Février 1997

1996

- International Workshop on 'Statistics and Dynamics of Vortices in Geophysical Flows', Newton Institute for Mathematical Sciences, Cambridge (Angleterre), 15 Octobre- 1 Novembre 1996

1995

- Workshop franco-allemand 'Kinetic equations in Fluid Mechanics and Electromagnetism', Château de Goutelas (France), 26-30 Octobre 1995

1994

- International Workshop on 'New Mathematical Insights on Fluid Dynamics', Institute for Advanced Studies, Princeton (USA), 13-15 Avril 1994

1993

- Conférence 'Forum du Calcul Numérique Intensif', UNESCO, Paris, 16-17 Juin 1993
- International Workshop on 'Statistical Theories of Two-Dimensional Turbulence: New Experiments and New Perspectives', Certosa di Pontignano, Sienne (Italie), 5-9 Avril 1993.

Avant 1993

Nombreux workshops et conférences que je ne détaille pas.

Conférences, Ecoles d'été et séminaires invités

2001

- IUTAM Symposium on '*Tubes, Sheets and Singularities in Fluid Dynamics*', Zakopane (Pologne), 2-7 Septembre 2001
- 3^{ème} Journée Scientifique '*Climat et Statistique*', IPSL, Université Paris VI, '*Valeurs extrêmes et Ondelettes*', 8 Juin 2001
- Séminaire du Laboratoire d'Analyse, de Topologie et de Probabilités, Marseille, 17 Janvier 2001
- Colloquium du Département de Physique des Plasmas et de la Fusion Contrôlée, CEA-Cadarache, 19 janvier 2001
- Rencontre Internationale sur '*Ondelettes et Equations aux Dérivées Partielles*', Centre International de Rencontres Mathématiques, Luminy, Marseille, 9-12 Avril 2001
- 9th French-German Workshop on '*Numerical Flow Simulation*', Nice, 26-27 Octobre 2001
- International Workshop on '*New Trends in No-slip Vortex flows*', Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, Eindhoven University (Hollande), 17-18 Septembre 2001
- Summer Course on '*Wavelet approach to study turbulence*', Département de Mathématiques et Département de Météorologie, Technical Universität Hamburg (Allemagne), 9-10 Juillet 2001
- Rencontre Internationale sur '*Simulation numérique et contrôle de la turbulence : approches innovantes*', Université de Strasbourg, 2-3 Avril 2001
- International Conference on '*Contemporary Challenges in Applied Fluid Mechanics*', Naples (Italie), 31 Mai-5 Juin 2001
- Séminaire du Département d'Aéronautique, Californian Institute of Technology, Pasadena (USA), 21 Novembre 2001

2000

- International Summer School on '*Computational Fluid Dynamics*' organisé par le CEMRACS (Centre d'Ete Mathématique de Recherche Avancée en Calcul Scientifique) au CIRM à Marseille, 1-15 Août 2000
- International Workshop on '*Penalization Method*', Département de Mathématiques, Université de Bordeaux, 5-6 Juin 2000
- Journées GDR '*Turbulence*', Institut de Mécanique des Fluides, Toulouse, 18-19 Décembre 2000
- Ecole de Physique Théorique des Houches sur '*New Trends in turbulence*', 30 Juillet-30 Août 2000
- Séminaire du Département de Mathématiques de l'Université d'Illinois, Chicago (USA), 17 Février 2000
- Colloquium du Texas Institute of Computational and Applied Mechanics, 10 Février 2000
- Séminaire du Département de Mathématiques de l'Université du Texas à Austin (USA), 7 Février 2000

1999

- Colloquium du Département de Physique de l'Université d'Eindhoven (Hollande), 24 Novembre 1999
- Colloque en '*Hommage au Professeur Ha Minh*', Institut de Mécanique des Fluides, Toulouse, 13 Novembre 1999
- International Workshop on '*Intermittency and Turbulence*', Newton Institute, Cambridge, 21-24 Juin 1999
- Colloque MFN-CNRS sur '*Les méthodes d'ordre élevé en Mécanique des Fluides Numérique*', Laboratoire J.A. Dieudonné, Université de Nice-Sophia Antipolis, 28-19 Janvier 1999
- Journée sur '*Climat et Statistiques*', IPSL, Université Paris VI, 1er Juin 1999

- Journée sur la '*Modélisation de la turbulence*', Département de Mathématiques Appliquées, ENS, Paris, 15 Mars 1999
- International Colloquium on '*Wavelets and Intermittency*', Royal Society, Londres, 24-26 Février 1999

1998

- Summer School in Applied Mathematics on '*The Mathematical Approach to Turbulence: Numerical and Analytical Techniques*', Sienna (Italie), 31 Mai-12 Juin 1998
- International Conference in honor of Robert Kraichnan on '*Turbulence: Challenges for the 21st Century*', Los Alamos (Etats-Unis), 18-21 Mai 1998
- Séminaire du Laboratoire de Physique Statistique, ENS, Paris, 17 Juin 1998
- International Wavelets Conference on '*Wavelets and Multiscale Methods*', Tanger (Maroc), 13-17 Avril 1998
- Second Monte Verita Colloquium on '*Fundamental Problematic Issues in Turbulence*', Ascona (Italie), 22-28 Mars 1998

1997

- International Conference on '*Long-Range Dependence*', Brisbane (Australia), 28-30 January 1997
- International Workshop on '*Dynamical Systems and Statistical Mechanics Methods for Coherent Structures in Turbulent Flows*', Santa Barbara (Etats-Unis), 12-13 Février 1997
- International Workshop on '*Multiscale Phenomena: Modelling and Computation*', Eilat (Israel), 2-7 Mars 1997
- International Workshop on '*Turbulence, Wavelets and Non-Gaussian Statistics*', ENS-Cachan, 27-28 Mars 1997
- International Program on '*Turbulence at IHES*', Bures-sur-Yvette, 1^{er} Avril-30 Mai
- Journée Thématique sur '*Le traitement du signal en mécanique des fluides*', Toulouse, 15 Mai 1997
- Conférence Internationale '*Journées Maxwell*' organisée par le CEA-CESTA, Bordeaux, 19-23 Mai 1997
- International workshop on '*Chaos, Kinetics and Nonlinear Dynamics in Fluids and Plasmas*', Carry-le-Rouet, 15-21 Juin 1997
- Euromech International Colloquium on '*Dynamics and Statistics of Concentrated Vortices in Turbulent Flows*', Carry-le-Rouet, 24-27 Juin 1997
- International Summer School on '*Wavelets, Turbulence and Statistics*', Marseille, 15-30 Juillet 1997
- IUTAM Symposium on '*Dynamics of Slender Vortices*', Aachen (Allemagne), 1-5 Septembre 1997
- International Colloquium in '*Honor of Alex Grossmann*', Centre de Rencontres Mathématiques, Luminy, Marseille, 27 Juillet-1 Août 1997

1996

- International Workshop on '*New Directions in Geophysical Fluid Dynamics and Turbulence*', Tempe (USA), 16-19 Mai 1996
- International Summer School on '*Chaos, Mixing and Turbulence*', Cargèse, 15-30 Juillet 1996
- Conférencière invitée, Colloque National de la Société Française de Physique, Marseille, 2-5 Septembre 1996
- Conférencière invitée, 3rd ECCOMAS International Conference on '*Computational Fluid Dynamics*', Paris, 9-13 Septembre 1996
- International Workshop on '*Vortices, Dislocations and Line Singularities in Partial Differential Equations*', Royal Society, London (Angleterre), 8-9 Octobre 1996
- International Workshop on '*Statistics and Dynamics of Vortices in Geophysical Flows*', Cambridge (Angleterre), 15 Octobre- 1er Novembre 1996

1995

- Workshop International sur '*La notion de modèle, profil épistémologique et mise en perspective historique*', Paris IX-Dauphine, 24 Novembre 1995

- International Conference on '*New Mathematical Developments in Fluid Mechanics*', Edimbourg (UK), 6-10 Novembre 1995
- '*Rencontres Franco-allemandes de Mathématique Appliquées à la Mécanique des Fluides*', Goutelas, 27-31 Octobre 1995
- '*6th European Fusion Theory Conference*', Utrecht (Hollande), 2-4 Octobre 1995
- '*Brazilian National Congress on Applied Mathematics*', Curitiba (Brésil), 28 Août-1er Septembre 1995
- '*Mathematical Workshop on Wavelets*', Oberwolfach (Allemagne), 7-10 Août 1995
- '*3rd International Congress on Industrial and Applied Mathematics*', Hamburg (Allemagne), 3-7 Juillet 1995
- '*5ème Festival des Sciences*', Chamonix, 25-27 Mai 1995
- '*URSI Workshop on Theory and Observations of Nonlinear Processes in the Near-Earth Environment*', Varsovie (Pologne), 24-28 Avril 1995
- International Conference '*Multiscale phenomena: modelling and computation*', Eilat (Israel), 20-24 Février 1995
- '*Physik Kolloquium*', Kaiserslautern Universität, 31 Janvier 1995
- Symposium for '*J. M. Burgers Centenary*', Université de Delft (Hollande), 12-13 Janvier 1995

1994

- '*Mathematik Kolloquium*', Kaiserslautern Universität (Allemagne), 25 Octobre 1994
- '*2nd European Fluid Mechanics Conference ECCOMAS*', Stuttgart (Allemagne), 5-8 Septembre 1994
- '*Workshop on Frontiers of Geostrophic Turbulence*', Center for Nonlinear Studies, Los Alamos (USA), 8-13 Août 1994
- '*Chaos*', Palais de la Découverte, Paris, 31 Mai-4 Juin 1994
- '*Workshop on New Mathematical Insights on Fluid Dynamics*', Institute for Advanced Studies, Princeton (USA), 13-15 Avril 1994
- '*6th Annual Conference of the National Alliance Centers of Excellence of NSF*', Atlanta (USA), 17-19 Mars 1994
- '*Les grands chantiers de la science: mathématiques*', Université d'Orsay, 19 Janvier 1994

1993

- 7th Aha Huliko'a Hawaiian Winter Workshop on '*Probability Concepts in Physical Oceanography*', Hawaii (USA), 12-15 Janvier 1993
- International Conference on '*Multiscale Stochastic Processes Analysed using Multifractals and Wavelets*', Cambridge (Angleterre), 29-30 Mars 1993
- Summer School on '*Wavelet Techniques and Applications*', Bordeaux, 27 Septembre-1 Octobre 1993
- International Conference on '*Wavelets: Theory, Algorithms, and Applications*', Taormina (Italie), 14-20 Octobre 1993

1992

- NATO Advance Summer Insitute on '*Wavelets and Applications*', Il Ciocco (Italie), 16-29 Août 1992

1991

- INSU Summer School on '*Geophysical Fluid Dynamics*', Roscoff, 29 Juillet-9 Août 1991
- 4th Nobeyama Workshop on '*Supercomputing and Experiments in Fluid Dynamics*', Nobeyama (Japon), 3-5 Septembre 1991

Avant 1991

Nombreuses conférences invitées que je ne détaille pas.

Séjours à l'étranger

2001

Aeronautics Department, Caltech (USA),
 Center for Environmental Sciences, Arizona State University, Tempe (USA),
 Institut für Chemische Technik à l'Université de Karlsruhe (Allemagne)

2000

Texas Institute for Computational and Applied Mathematics, Austin (USA),
Aeronautics Department, Caltech (USA),
Center for Turbulence Research de l'Université de Stanford (Etats-Unis),
Institut für Chemische Technik à l'Université de Karlsruhe (Allemagne)

1999

Department of Aeronautics, Californian Institute of Technology (USA),
Newton Institute, Cambridge (UK),
Institut für Chemische Technik à l'Université de Karlsruhe (Allemagne),
Center in Statistical Science and Industrial Mathematics, School of Mathematical Sciences, Queensland
University of Technology, Brisbane (Australie)

1998

Mathematics and Statistics, Mc Master University, Hamilton (Canada),
Institut für Chemische Technik à l'Université de Karlsruhe (Allemagne),
Department of Applied Mathematics and Theoretical Physics, Cambridge University (UK),
Center for Nonlinear Studies, Los Alamos National Laboratory (USA),
Mathematics Department, Washington University, Saint-Louis (USA),
Institute for Advanced Studies, Princeton (USA)

1997

Département de Mathématiques et de Statistiques de l'Université de Queensland,
Brisbane (Australie),
Center for Control Engineering and Computation, University of California,
Santa Barbara (USA)
Département de Mathématiques Appliquées, Université de Bonn (Allemagne)

1996

Mathematics Department, Charles University, Prague (Tchéquie)
Mathematics Institute, Montreal University (Canada)
Institute for Advanced Studies, Princeton (USA),
Kaiserslautern Universität (Allemagne),
Karlsruhe Universität (Allemagne)
Arizona State University (USA),
Dartmouth College (USA),
Mathematics Department of CUNY (USA),
Courant Institute (USA),
Département de Mécanique des Fluides Géophysiques, Arizona State University,
Tempe (USA),
Newton Institute for Mathematical Sciences, Cambridge (Angleterre)

1995

Université de Campinas, Université de Sao Paulo, Centre de Recherches Spatiales
de Sao Jose dos Campos (Brésil),
Département de mathématiques, Université de Kaiserslautern (Allemagne)
Institut de Recherches Spatiales, Académie des Sciences, Varsovie (Pologne)
Center for Non Linear Studies, Los Alamos (USA),

1994

Institute for Advanced Studies, Princeton (USA)
Max Planck Institute für Plasma Physik, Garching (Allemagne)
Mathematics Department, Rütgers University (USA)
Département de Mécanique des Fluides, Université de Munich (Allemagne),
Mathematics Department, Washington University, Saint-Louis (USA)

Département de Techno-mathématiques, Université de Kaiserslautern (Allemagne)
Institut de Recherches Spatiales, Académie des Sciences de Pologne, Varsovie (Pologne)
ICASE, NASA, Hampton (USA)
NSF Center for Theoretical Studies of Physical Systems, Clark University, Atlanta (USA)
Courant Institute, New York University (USA)

Avant 1994

Nombreux voyages et séjours, principalement aux Etats-Unis, que je ne détaille pas.

4. Enseignement

2001

-24h de cours

'Modélisation physique des écoulements turbulents incompressibles'

ENSTA, module de Dynamique des Fluides Numériques, Novembre et Décembre 2000,

niveau 3 ième cycle

-35h de cours

'Ondelettes et paquets d'ondelettes: théorie et applications en traitement de signal et traitement d'image'

CNRS-Formation, Bures-sur-Yvette, Septembre 2000, formation permanente, Septembre 2001,

niveau 3 ième cycle

-6h de cours

'Wavelet approach to study turbulence',

Département de Mathématiques et Département de Météorologie,

Technical Universität Hamburg, Juillet 2001,

niveau 3 ième cycle

2000

-24h de cours

'Modélisation physique des écoulements turbulents incompressibles'

ENSTA, module de Dynamique des Fluides Numériques, Novembre et Décembre 2000,

niveau 3 ième cycle

-35h de cours

'Ondelettes et paquets d'ondelettes: théorie et applications en traitement de signal et traitement d'image'

CNRS-Formation, Bures-sur-Yvette, Septembre 2000, formation permanente,

niveau 3 ième cycle

-8h de cours

'Analyzing and Computing Turbulent Flows using wavelets'

Ecole de Physique Théoriques des Houches sur *'New Trends in turbulence'*, Août 2000,

niveau 3 ième cycle

-4h de cours

'Analyzing and Computing Turbulent Flows using wavelets'

Centre d'Etudes Mathématiques de Recherche Appliquées en Calcul Scientifique,

CIRM, Marseille, Août 2000,

niveau 3 ième cycle

1999

-24h de cours

'Modélisation physique des écoulements turbulents incompressibles'

ENSTA, module de Dynamique des Fluides Numériques, Novembre et Décembre 1999,

niveau 3 ième cycle

-3h de cours

'Modélisation et simulation numérique en mécanique des fluides'

DEA de Philosophie des sciences, ENS-EHESS, Mars 1999,

niveau 3 ième cycle

-3h de cours

'Simulation numérique'

1ère année du Magistère de Physique de l'ENS-Ulm, Mai 1999

1998

-24h de cours

'Modélisation physique des écoulements turbulents incompressibles'

ENSTA, module de Dynamique des Fluides Numériques, Janvier et Février 1998,

niveau 3^{ième} cycle

-6h de cours

'L'application des ondelettes en turbulence'

Summer School in Applied Mathematics, Université de Sienne (Italie), 1-12 Juin 1998,

niveau 3^{ième} cycle

-30h de cours

'Ondelettes et paquets d'ondelettes: théorie et applications

en traitement du signal et en traitement d'image'

ONERA-Châtillon, Mai 1998, formation permanente,

niveau 3^{ième} cycle

-30h de cours

'Ondelettes et paquets d'ondelettes: théorie et applications

en traitement du signal et en traitement d'image'

ONERA-Palaiseau, Mars 1998, formation permanente,

niveau 3^{ième} cycle

1997

-35h de cours

'Ondelettes et paquets d'ondelettes: théorie et applications

en traitement de signal et traitement d'image'

CNRS-Formation, Orsay, Septembre 1997, formation permanente,

niveau 3^{ième} cycle

1996

-35h de cours

'Transformée en ondelettes et en paquets d'ondelettes d'ondelettes: théorie et applications en traitement de signal et traitement d'image'

Département de Mathématiques, Université de Campinas (Brésil), Août 1996,

niveau 3^{ième} cycle

1995

-60h de cours

'Fourier, Wavelet and Wavelet Packet Transforms: Theory and Applications to Turbulence'

Chaire Sofia Kovaleskaia de Mathématiques,

Université de Kaiserslautern (Allemagne), Janvier à Mars 1995,

niveau 3^{ième} cycle

1994

-60h de cours

'Fourier, Wavelet and Wavelet Packet Transforms: Theory and Applications to Turbulence',

Chaire Sofia Kovaleskaia de Mathématiques,

Université de Kaiserslautern (Allemagne), Octobre à Décembre 1994,

niveau 3^{ième} cycle

-12h de cours

'Continuous Wavelet, Orthogonal Wavelet and Wavelet Packet Transforms',

Max Planck Institut für Plasmaphysik, Garching (Allemagne), Juillet 1994,

niveau 3^{ième} cycle

-12h de cours sur 'Wavelet and Wavelet Packets and their Applications to Turbulence',

Technischen Universität, München (Allemagne), Septembre 1994,

niveau 3^{ième} cycle

1993

-12h de cours sur '*Wavelets and Wavelet Packets*',
Middle East Technical University, Ankara (Turquie), Avril 1993,
niveau 3^{ième} cycle

-4h de cours sur '*Wavelets and Wavelet Packets, and their Application to Turbulence*',
Institut d'Expertise de l'Ecole Normale Supérieure, Paris, Mai 1993,
niveau 3^{ième} cycle

-4h de cours sur '*La normalisation des couleurs pour la représentation graphique*',
Cours National Graphique-Image, CNUSC, Montpellier, 24-28 Mai 1993

1992

-20h de cours sur '*Wavelets and Turbulence*',
Mathematics Department, Wuhan University (Chine), Mai 1992,
niveau 3^{ième} cycle

-12h de cours sur '*Les transformées en ondelettes continue et orthogonale*',
CNES, Toulouse, Avril 1992,
niveau 3^{ième} cycle

1991

-120h de cours sur '*Infographie et traitement d'images*',
Université Technologique de Compiègne à Sévenans,
Septembre 1991 à Janvier 1992,
Niveau 2^{ème} cycle

Qualification aux fonctions de professeur

Météorologie, 1994

Mathématiques appliquées, 1994

5. Organisation administrative et scientifique

Responsabilités

Au niveau du LMD

Membre élu au Conseil de laboratoire du LMD depuis 1999

Responsable des 'Séminaires sur la Turbulence' communs au LMD et au LPS, ENS-Ulm, Octobre 1997 à Juin 1998

Organisation des séminaires du groupe turbulence du Laboratoire de Météorologie Dynamique du CNRS de Septembre 1991 à Juin 1992

Représentant du LMD auprès du GDR Fluides Numériques

Au niveau de l'ENS

Responsable du *Colloquium de l'ENS-Ulm* d'Octobre 1997 à Juin 2000

Responsable du Plan Pluri-Formation *Modélisation et Simulation Numérique en Mécanique des Fluides*, commun à l'ENS-Ulm et à l'ENS-Cachan depuis 1998

Au niveau national

Participant du groupe de travail de l'IPSL sur '*Statistiques et Climat*' depuis sa création en 1999

Participant du GDR '*Turbulence*' depuis sa création en 1999

Membre du jury pour le concours d'entrée dans le *Corps de l'Aviation Civile* depuis 1999

Au niveau international

Participant du programme européen CEE-TMR sur '*Wavelets in Numerical Simulation*' depuis sa création en 1998

Participant du GDR Franco-allemand '*Computational Fluid Mechanics*' depuis sa création en 1996

Membre du comité scientifique, IUTAM Symposium on '*Tubes, Sheets and Singularities in Fluid Dynamics*', Zakopane (Pologne), 2-7 Septembre 2001

Membre du comité scientifique, Ecole de Physique Théorique des Houches sur '*New Trends in turbulence*', 31 Juillet-1^{er} septembre 2000

Membre du comité scientifique, International Conference on 'Science and Art', ETH, Zürich, 15-20 Février 2000

Membre du comité scientifique, *Second International Conference on Wavelets and Applications*, Toulouse, 9-13 Juin 1992

Edition

Journeaux

Membre du comité de rédaction de:

Applied and Computational Harmonic Analysis publié par Academic Press,

Journal of Fourier Analysis and Application publié par Birkhäuser

Ouvrages

Co-éditeur avec Julian Hunt de l'ouvrage '*Wavelets, Fractals and Fourier Transform: New Developments and New Applications*', Clarendon, Oxford Academic Press

Activité de referee

Applied and Computational Harmonic Analysis,
Astronomy and Astrophysics,
Experimental Thermal and Fluid Science,
Journal of Computational Physics,
Journal of Fluid Mechanics,
Journal of Fourier Analysis and Applications,
Journal of Mathematical Physics,
Journal de Physique,
Journal of Visualization,
Lecture Notes in Physics,
Philosophical Transactions of the Royal Society,
Physics of Fluids,
Physical Review E,
Traitement du signal,
Theoretical and Computational Fluid Dynamics,
Deutsche Forschung Gemeinschaft DFG (Allemagne),
National Science Foundation NSF (USA),
National University (Singapore),
National Science Foundation (USA),
Université of California at Santa Barbara (USA),
Université of California at San Diego (USA),
Clark University, Atlanta (USA)
Washington University, Saint-Louis (USA),
Syracuse University (USA),
Maryland University (USA),
Oxford University Press (Grande-Bretagne),
Springer (Allemagne).

Cette liste n'est pas exhaustive car je n'ai pas gardé la trace de tous les ouvrages, articles, demandes de contrat et candidatures que j'ai référés.

Conseil auprès de l'industrie

Conseil pour le CEA-Cadarache sur '*Analyse en ondelettes des signaux du Tokamak Tore Supra et extraction des structures cohérentes pour le transport turbulent dans les plasmas*', depuis Septembre 2001

Referee pour le Programme PREDIT sur '*Energie et Environnement*' du Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, Août 2001

Participation à la journée des experts de Framatome, Juin 1995

Conseil pour le CNES sur le sujet '*Application de la transformée en ondelettes bidimensionnelles au traitement des images du satellite SPOT*', Janvier à Mai 1992

Conseil pour la Société Total sur le sujet '*Calcul de l'évolution des bouchons de pétrole dans les écoulements diphasiques: développement du code CYTHERE*', Janvier à Septembre 1990

6. Prix scientifiques

1993

'*Prix Poncelet*' de l'Académie des Sciences de Paris.

1990

Lauréate du '*Eighth Annual Fluid Mechanics Contest*', concours organisé par l' American Physical Society, Division of Fluid Dynamics

1989

'*Grand Prix du CNRS*', concours '*La Recherche en action*', organisé à l'occasion du cinquantenaire du CNRS

1988

3ième prix, Concours Seymour Cray sur la '*Simulation numérique*'

1985

Lauréate du Concours du Ministère des Affaires Etrangères du Japon

1971

Lauréate du Concours de l'ESRO, '*European Space Research Organization*'

Contribution à des ouvrages de vulgarisation

- Marie Farge, 2001
Turbulence
Dictionnaire Culturel des Sciences, ed. N. Witkowski, Le Seuil, 411
- Marie Farge, 2001
Simulation
Dictionnaire Culturel des Sciences, ed. N. Witkowski, Le Seuil, 383
- Marie Farge et Stéphane Jaffard, 1993
Analyse de Fourier et ondelettes
Encyclopedia Universalis, La Science au Présent, tome 1, 189-190
- Marie Farge, 1992
Evolution des théories sur la turbulence développée
'Chaos et Déterminisme', ed. Amy Dahan et al., *Le Seuil, 212-245*
- Marie Farge, 1991
L'évolution des idées sur la turbulence: 1870-1970
'Un siècle de rapports entre mathématiques et physique: 1870-1970', *Revue du Palais de la Découverte, numéro spécial, 40, 87-96*
- Marie Farge, 1990
Imagerie scientifique: choix des palettes de couleurs pour la visualisation des champs scalaires bidimensionnels
'L'Aéronautique et l'Astronautique', **140**, 24-33
- Marie Farge, 1989
Structures cohérentes en turbulence bidimensionnelle compressible
'L'informatique Scientifique', **3**, Cray-France, 10-11
- Marie Farge, 1988
L'approche numérique: simulation ou simulacre des phénomènes?
'Logos et Théorie des Catastrophes', ed. J. Petitot, Patino, 119-139
- Marie Farge, 1988
Choix des palettes de couleur pour la visualisation de résultats d'expériences numériques
'Couleur, Design et Communication', *Centre Français de la Couleur et IFEC, 23-35*
- Marie Farge, 1987
Vortex-wave interactions in compressible two-dimensional turbulence
'Science and Engineering on Cray Supercomputers', ed. E. Pitcher, *Cray Research Inc.*
- Marie Farge, 1987
Choix des palettes de couleur
Le Courrier du CNRS, numéro spécial 'Imagerie Scientifique', 61-65
- Marie Farge et, Jean-François Colonna, 1987
L'expérimentation numérique par ordinateur
La Recherche, 187, 444-457
- Marie Farge, 1986
L'approche numérique en physique
Fundamenta Scientiae, 7, 2, Pergamon, 155-175
- Marie Farge, 1982
L'œuvre scientifique de Marie Curie
Ouvrage collectif, 'Femmes et Travail', ed. M. Revault d'Alonnes, 128-143

- Marie Farge, 1980
Une idée, c'est si rare : biographie d'Einstein
Revue du palais de la Découverte, numéro spécial 'Centenaire d'Einstein', 18, 15-45
- Marie Farge et François de Closets, 1977
Les particules élémentaires
Sciences et Avenir, 360, Février 1977, 142-161
- Marie Farge et Georges Leclère, 1977
Les programmes solaires à travers le monde
Sciences et Avenir, numéro spécial 'Energie Solaire', 19, 85-96
- Marie Farge, 1977
Le 'charme' à Stanford
Sciences et Avenir, 259, Janvier 1977, 31-35
- Marie Farge, 1977
Le 'scandale' de l'héliocentrisme
Sciences et Avenir, numéro spécial 'Energie Solaire', 19, 24-27
- Marie Coulombier (Farge), 1976
Congrès sur 'L'Electricité Solaire', Toulouse
Sciences et Avenir, 350, Avril 1976, 15-17
- Marie Coulombier (Farge), 1976
Un nouveau type d'atome : le Pionium
Sciences et Avenir, 355, Septembre 1976, 16-24
- Marie Coulombier (Farge) et François de Closets, 1976
Le procès de l'Univers
Sciences et Avenir, 357, Novembre 1976, 1104-1109
- Marie Coulombier (Farge), 1976
Le stockage de l'énergie
Sciences et Avenir, 352, Juin 1976, 558-573

Emissions de radio

- France-Culture, 'Archipel Sciences', produite par Stéphane Deligeorges, diffusée le 22 Novembre 2001
- Radio-Suisse-Romande, produite par Ruth Scheps, sur 'La Simulation numérique', diffusée le 25 Décembre 2000
- France-Culture, 'La République a-t-elle besoin de savants?', produite par Catherine Paoletti, avec Philippe Lazare et Eric Briand, diffusée le 9 Octobre 1999
- France-Culture, 'Archipel Sciences', produite par Stéphane Deligeorges, sur 'La turbulence', diffusée le 9 Juin 1995

Conférences grand public

- Colloque International sur 'Modèles et Modélisations, 1950-2000 : Nouvelles pratiques, nouveaux enjeux' où j'ai animé un débat, Musée Curie, 6-7 Décembre 2001
- Débat avec Claude Weisbuch, Michel Spiro et Bernard Tamain pour la 'Fête de la Science' sur 'Physique et Société', Ministère de la Recherche, 19 Octobre 2001
- Conférence pour la 'Fête de la Science' sur 'Mathématiques et Sciences de la Nature', Ministère de la Recherche, 22 Octobre 2000
- Conférencière invitée aux journées X-UPS, 19-20 mai 1999
- Conférence sur les 'Femmes dans la recherche en physique' organisée dans le cadre de 'Science en Fête', 11 Octobre 1996, Ecole Normale Supérieure, Paris, 11 Octobre 1996
- Conférence dans le cadre de 'La Science et nous', Fontenay-sous-Bois, Octobre 1995
- Conférences, animations avec le public et participation à une table-ronde dans le cadre du 'Festival des Sciences et des Hommes' de Chamonix sur le chaos, 25 au 27 Mai 1995

-Conférence donnée le 8 septembre 1995 sur la '*Transformée en ondelettes et ses applications en turbulence*' dans le cadre du Congrès de la Société Française de Physique, Marseille, 4- 8 septembre 1995

-Conférence donnée le 14 Octobre 1995 sur les techniques de simulation et de visualisation numériques et présentation d'un film intitulé '*Science pour l'art*' dans le cadre du '*Forum de la Communication Scientifique et Technique*' organisée par le Conseil Général du Val-de-Marne à Fontenay-sous-Bois, 12-15 Octobre 1995

Expositions grand public

Participation à l'exposition sur les mathématiques dans le cadre de l'année mondiale des Mathématiques '*World Mathematical Year 2000*'

Participation à plusieurs expositions au Palais de la Découverte et au Musée de la Villette, mais dont j'ai oublié les dates.