

## **Rapport d'activité à deux ans**

**Marie Farge**

En collaboration avec Nicholas Kevlahan qui effectue son post-doc avec moi, je suis en train de développer une nouvelle théorie de la turbulence, à la fois dynamique et statistique, prenant en compte les structures cohérentes qui se forment dans les écoulements à grands nombres de Reynolds. Les théories statistiques de la turbulence homogène et isotrope (Kolmogorov en dimension 3 et Kraichnan en dimension 2) ne tiennent pas compte de ces structures qui pourtant apparaissent de façon générique dans les écoulements turbulents et persistent à très grand nombre de Reynolds. Ceci nous semble un défaut majeur des théories statistiques classiques utilisées en turbulence. D'après nous, cela explique également pourquoi les modèles de paramétrisation sous-maille de la turbulence utilisés dans les codes numériques restent très insatisfaisants.

Les seuls modèles de turbulence qui tiennent compte des structures cohérentes sont les "Large-Eddy Simulations" aujourd'hui très à la mode et qui commencent à être utilisés pour les codes industriels (ONERA, EDF, Dassault...). Cependant, nous avons montré que même ces méthodes sont très discutables, car elles n'ont pas compris que les structures cohérentes sont multi-échelles et non uniquement grande-échelle comme elles le supposent. Seule une approche intrinsèquement multi-échelle, telle la décomposition en base d'ondelettes que j'ai introduite en turbulence il y a dix ans, permet de traiter de façon satisfaisante la dynamique de ces structures cohérentes. Nous avons en particulier mis au point une méthode permettant de séparer les structures cohérentes du reste de l'écoulement turbulent. Ceci nous a permis d'étudier la dynamique des structures cohérentes indépendamment de celle de l'écoulement résiduel, et réciproquement.

Nous avons également introduit de nouvelles moyennes statistiques conditionnelles permettant de caractériser la distribution de probabilité des structures cohérentes indépendamment de celle de l'écoulement résiduel, la première étant non-Gaussienne tandis que la seconde est Gaussienne. Ceci nous conduit à proposer une nouvelle méthode de modélisation des écoulements turbulents bidimensionnels sous la forme d'un système dynamique ayant un nombre très réduit de degré

de liberté (en comparaison, ce nombre évalué à partir de la théorie statistique classique est proportionnel au nombre de Reynolds  $Re$  en dimension 2 et à  $Re^{9/4}$  en dimension 3), forcé par un terme stochastique modélisant l'écoulement résiduel. Nous prévoyons d'étendre nos recherches au cas des écoulements turbulents tridimensionnels.

## **Publications récentes**

### ***Far 97a***

Marie Farge and Kai Schneider, 1997  
Wavelet forcing for direct numerical simulation of two-dimensional turbulence  
*C. R. Acad. Sciences Paris, submitted, January*

### ***Far 97b***

Marie Farge and Etienne Guyon, 1997  
Mixing and Turbulence  
'*Mixing: Chaos and turbulence*', *ASI NATO Series, in redaction*

### ***Far 97c***

Nicholas Kevlahan and Marie Farge, 1997  
Vorticity Filaments in Two-dimensional Turbulence: Creation, stability and Effect  
*Journal of Fluid mechanics, accepted, April*

### ***Far 97d***

Schneider Kai, 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, special issue on Advances in Geophysical Fluid Dynamics, submitted, April*

### ***Far 97e***

Marie Farge, Nicholas Kevlahan, Valerie Perrier, Kai Schneider and Eric Goirand, 1996  
Two-dimensional Analysis, Modelling and Computing using Wavelets  
*Wavelets and Physics, ed. Hans Van den Berg, Cambridge University Press, accepted, January*

### ***Far 96a***

Marie Farge, Yann Guezennec and Charles Meneveau, 1996  
Two-dimensional Wavelet Analysis of Channel Flow and Mixing Layer  
*Nonlinear Processes in Geophysics, accepted*

### ***Far 96b***

Mladen Victor Wickerhauser, Marie Farge and Eric Goirand, 1996  
Theoretical dimension and the complexity of simulated turbulence

*Multiresolution Analysis and Wavelets for the Numerical Solution of PDEs,*  
ed. W. Dahmen, P. Oswald and A. J. Kurdila, Academic Press, 1996

***Far 96c***

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,*  
vol. 84, n° 4, 1996, pp. 639-669