

Mécanismes et mesures du mélange chaotique des fluides visqueux

Emmanuelle Gouillart¹, Olivier Dauchot², & Jean-Luc Thiffeault³

¹ Unité mixte CNRS/Saint-Gobain "Surface du Verre et Interfaces", 39 quai Lucien Lefranc, 93303 Aubervilliers cedex, France

² Service de Physique de l'Etat Condensé, DSM, CEA Saclay, URA2464, 91191 Gif-sur-Yvette Cedex, France

³ Department of Mathematics, University of Wisconsin, Madison, WI 53706, USA

emmanuelle.gouillart@saint.gobain.com

Nous avons étudié le mélange de fluides visqueux dans des écoulements bidimensionnels ouverts et fermés donnant lieu à de l'advection chaotique, c'est-à-dire des trajectoires lagrangiennes complexes[1][2]. Nous avons pour but de décrire la vitesse de l'homogénéisation d'un colorant par le mélange chaotique, mais aussi de proposer des mesures du mélange pertinentes. Pour cela, nous avons réalisé deux types d'expériences de mélange chaotique, les premières dans un domaine fermé où un agitateur se déplace sur une trajectoire en "huit", et des expériences de mélange transitoire dans un canal ouvert où un écoulement global traverse une région de mélange agitée par deux tiges. Des simulations numériques de ces protocoles en écoulement de Stokes nous donnent par ailleurs des informations complémentaires sur les trajectoires lagrangiennes.

Nous avons tout d'abord proposé une caractérisation topologique du mélange reposant sur l'enchevêtrement des trajectoires de points périodiques – les "tiges fantômes" [3]. D'autre part, l'étude expérimentale du champ de concentration d'un colorant nous a permis de comprendre et quantifier l'importance des bords du domaine où se fait le mélange, pour les écoulements fermés comme ouverts : la nature chaotique ou régulière des trajectoires initialisées près des bords détermine en grande partie l'évolution du champ de concentration vers l'homogénéité, et cela même loin des bords [4].

Pour les écoulements en système ouvert, nous avons montré l'apparition d'un motif permanent de colorant à la suite de l'injection d'une impureté [5]. Ce motif est caractéristique de l'écoulement et permet donc de proposer des mesures quantitatives du mélange.

Références

1. H. Aref, *J. Fluid Mech.* **143**, 1 (1984).
2. J. M. Ottino, *The Kinematics of Mixing : Stretching, Chaos, and Transport* (Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 1989).
3. E. Gouillart, J.-L. Thiffeault and M. D. Finn, *Phys. Rev. E* **73**, 036311 (2006).
4. E. Gouillart, N. Kuncio, O. Dauchot, B. Dubrulle, S. Roux et J.-L. Thiffeault, *Phys. Rev. Lett.* **99**, 114501 (2007).
5. E. Gouillart, O. Dauchot, J.-L. Thiffeault and S. Roux, *Phys. Fluids* **21**, 023603 (2009).