

# L'élasticité est-elle indispensable pour la turbulence élastique ?

Emmanuel L.C. VI M. Plan, Stefano Musacchio & Dario Vincenzi

Université Côte d'Azur, CNRS, LJAD, Nice, 06100, France

dario.vincenzi@unice.fr

Dans un écoulement laminaire le mélange et la dispersion sont générés par la diffusion moléculaire, qui agit sur des échelles de temps très longues et est donc très inefficace. Différentes stratégies, surtout en microfluidique, ont été développées afin d'améliorer les propriétés de mélange des écoulements à petits nombres de Reynolds. Les stratégies actuellement disponibles sont généralement divisées en deux classes, passives ou actives, suivant que le mélange soit accéléré par la géométrie du dispositif utilisé ou par un forçage externe [1].

Une méthode alternative a été proposée il y a une quinzaine d'années par Groisman et Steinberg [2]; elle consiste à diluer des polymères flexibles dans le fluide. Si l'inertie du fluide est faible, mais que les polymères sont suffisamment flexibles, des instabilités apparaissent dans le fluide et engendrent un régime chaotique. Ce régime est connu sous le nom de *turbulence élastique*, car il est généré par la dynamique de déformation des polymères flexibles. La turbulence élastique est caractérisée par un comportement en loi de puissance des spectres spatial et temporel de la vitesse [3]. Contrairement à ce que l'on observe en turbulence hydrodynamique, le spectre spatial est plus raide que  $k^{-3}$ , c'est-à-dire que l'énergie est essentiellement concentrée aux grandes échelles et les fluctuations décroissent rapidement aux échelles plus petites. De plus, l'exposant d'échelle du spectre n'est pas universel et dépend de la géométrie de l'écoulement, des propriétés du forçage et de la concentration des polymères (voir, par exemple, [4]).

La turbulence élastique est maintenant utilisée en microfluidique, non seulement pour améliorer le mélange [5], mais aussi pour favoriser les transferts de chaleur [6] ou l'émulsification [7]. Une nouvelle application a été récemment explorée dans le cadre de l'extraction du pétrole des roches poreuses [8].

Nous proposons un mécanisme alternatif pour générer une dynamique chaotique à petits nombres de Reynolds. Nous montrons en effet qu'un régime comparable à la turbulence élastique peut être observé dans des solutions de barres rigides microscopiques [9]. Pour cela, nous utilisons des simulations numériques d'un modèle continu de solutions de barres microscopiques avec un forçage de Kolmogorov. Cette étude suggère que l'élasticité des polymères n'est pas indispensable pour générer un régime chaotique à faible nombre de Reynolds, leur dynamique rotationnelle étant suffisante.

## Références

1. T.M. Squires & S.R. Quake, *Rev. Mod. Phys.* **77**, 977 (2005)
2. A. Groisman & V. Steinberg, *Nature* **410**, 905 (2001)
3. A. Groisman & V. Steinberg, *Nature* **405**, 53 (2000)
4. E.L.C. VI M. Plan, A. Gupta, D. Vincenzi & J.D. Gibbon, *J. Fluid Mech.* **822**, R4 (2017)
5. Y. Jun & V. Steinberg, *Phys. Rev. E* **84**, 056325 (2011)
6. B. Traore, C. Castelain & T. Burghelca, *J. Non-Newtonian Fluid Mech.* **223**, 62 (2015)
7. R.J. Poole, B. Budhiraja, A.R. Cain & P.A. Scott, *J. Non-Newtonian Fluid Mech.* **177-178**, 15 (2012)
8. J. Mitchell, K. Lyons, A.M. Howe & A. Clarke, *Soft Matter* **12**, 460 (2016)
9. E.L.C. VI M. Plan, S. Musacchio & D. Vincenzi, *Phys. Rev. E* **96**, 053108 (2017)