

# Acrobaties nonlinéaires des filaments visqueux

N. M. Ribe<sup>1</sup>, M. Habibi<sup>2</sup>, Y. Rahmani<sup>2</sup>, & D. Bonn<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire FAST, Bât. 502, Campus Universitaire, 91405 Orsay cedex

<sup>2</sup> Institute for Advanced Studies in Basic Sciences, Zanjan 45195-159, Iran

<sup>3</sup> Laboratoire de Physique Statistique, Ecole Normale Supérieure, 24, rue Lhomond, 75231 Paris Cedex 05

<sup>4</sup> Van der Waals-Zeeman Institute, University of Amsterdam, Valckenierstraat 65, 1018 XE Amsterdam, the Netherlands

ribe@fast.u-psud.fr

De minces filaments de fluide visqueux jouent un rôle important dans de nombreux phénomènes naturels (e.g., éruptions volcaniques) et procédés industriels (e.g., fabrication des polymères et d'étoffes non-tissés). A cause de sa surface libre, un filament visqueux se comporte de façon non-linéaire de par sa nature même, avec notamment la possibilité d'états radicalement différents pour un seul et même jeu de paramètres externes. Nous étudions depuis quelque temps la riche dynamique 'multistable' d'un filament visqueux qui tombe verticalement sur une surface rigide, en conjuguant expériences de laboratoire et modélisation. Nous en présenterons ici trois exemples, vidéos à l'appui :

(1) Modes 'pendulaires' d'un filament qui s'enroule sur lui-même ('coiling') [1,2,3]. Selon les conditions de l'expérience, nous observons jusqu'à 4 états différents qui se succèdent de manière aléatoire, et dont les fréquences s'accordent bien avec les prédictions d'un modèle théorique de type 'filament mince'.

(2) Génération d'ondes spirales par l'instabilité d'enroulement [4]. Sous certaines conditions, l'enroulement s'accompagne d'un mouvement de précession qui piège des bulles d'air entre les boucles du filament pour les éjecter radialement ensuite en forme d'ondes spirales.

(3) Un nouvel état de "repliement rotatif" d'un filament de faible viscosité. Dans certaines fourchettes de valeurs de la hauteur de chute et de la viscosité, trois états du filament sont observés : stagnation axi-symétrique ; enroulement 'normal' ; et repliement périodique avec rotation lente du plan de repliement. Les transitions entre ces états se font par le moyen de perturbations finies convectives générées en haut du filament, qui en arrivant en bas 'écrasent' un état donné pour laisser la place à un autre.

## Références

1. Ribe N M, Huppert H E, Hallworth M A, Habibi M, Bonn D (2006) Multiple coexisting states of liquid rope coiling. *J. Fluid Mech.* **555**, 275–297.
2. Ribe N M, Habibi M, Bonn D (2006) Stability of liquid rope coiling. *Phys. Fluids* **18**, 084102.
3. Habibi M, Maleki M, Golestanian R, Ribe N, Bonn D (2006) Dynamics of liquid rope coiling, *Phys. Rev. E* **74**, 066306.
4. Habibi M, Møller P, Ribe N M, Bonn D (2007) Spontaneous generation of spiral waves by a hydrodynamic instability, *Europhys. Lett.*, **81**, 38004.