

# Instabilité élastique dans des micro-canaux courbés

J. Zilz<sup>1</sup>, R. J. Poole<sup>2</sup>, M. A. Alves<sup>3</sup>, & A. Lindner<sup>1</sup>

<sup>1</sup> PMMH/ESPCI, 10 rue Vauquelin, 75231 Paris Cedex 05, France

<sup>2</sup> School of Engineering, University of Liverpool, Brownlow Street, Liverpool, L69 3GH United Kingdom

<sup>3</sup> Departamento de Engenharia Química, CEFT, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto, Portugal

josephine.zilz@espci.fr

Dans un écoulement à petit nombre de Reynolds peuvent se développer des instabilités purement élastiques. Il est maintenant largement accepté qu'elles se développent à cause d'une combinaison des contraintes élastiques et de la courbure des lignes de courant. L'écoulement dans un canal courbé, par exemple, est une géométrie dans laquelle l'instabilité élastique a été observée expérimentalement [1]. Nous présentons ici une étude expérimentale et numérique de l'écoulement d'une solution de polymère dans cette géométrie. Notre objectif est de déterminer la dépendance du nombre de Weissenberg critique (auquel l'écoulement devient instable) avec les paramètres géométriques du canal, en particulier le rayon de courbure.

Pour les expériences, les canaux microfluidiques ont une largeur comprise entre  $25\mu\text{m}$  et  $100\mu\text{m}$  et un rapport d'aspect (rapport largeur sur hauteur) compris entre 0,5 et 2,5. Les canaux microfluidiques, par leurs dimensions très petites, conduisent à des nombres des Reynolds petits ce qui écarte l'origine inertielle des instabilités. Les canaux sont composés d'une série de demi boucles de rayon  $R$  qui varie entre  $50\mu\text{m}$  et  $2000\mu\text{m}$ . On utilise des solutions de polyéthylène oxyde (PEO) de poids moléculaire  $1 \cdot 10^6\text{g/mol}$ ,  $2 \cdot 10^6\text{g/mol}$  et  $4 \cdot 10^6\text{g/mol}$ . On ajoute du glycérol pour faire varier la viscosité du solvant. Le seuil d'instabilité est défini par l'apparition de fluctuations dans l'écoulement observée en microscopie optique, permettant de mesurer le débit critique. Nous avons étudié la dépendance du nombre de Weissenberg critique avec les dimensions du canal mais aussi avec les caractéristiques de la solution de polymères (poids moléculaire et viscosité). De façon préliminaire, l'observation des trajectoires de traceurs isolés (streaklines) renseigne spatialement sur la position dans le canal où l'instabilité démarre.

Les simulations numériques analysent la situation de l'écoulement à  $Re=0$  en utilisant le « upper-convected Maxwell model ». Les simulations en deux dimensions montrent que l'écoulement devient instable au-dessus d'un nombre de Weissenberg critique en accord avec les expériences. De plus, les expériences et les simulations montrent qualitativement le même comportement pour la dépendance avec le rayon de courbure.

## Références

1. A. GROISMAN AND V. STEINBERG, Elastic Turbulence in curvilinear flows of polymer solutions, *New J. Phys.*, **6**, 29 (2004).