

Effets capillaires dans des films de suspensions : entraînement et drainage

Alban Sauret¹, Bénédicte Colnet¹, Michael Gomez², Guillaume Saingier¹, Howard A. Stone³, Martin Z. Bazant⁴ & Emilie Dressaire⁵

¹ Surface du Verre et Interfaces, CNRS/Saint-Gobain, 33 quai Lucien Lefranc, 93303 Aubervilliers, France

² Mathematical Institute, University of Oxford, Woodstock Road, Oxford OX2 6GG, UK

³ Department of Mechanical and Aerospace Engineering, Princeton University, Princeton, NJ 08544, USA

⁴ Department of Chemical Engineering and Department of Mathematics, MIT, Cambridge, MA 02139, USA

⁵ FAST, CNRS, Université Paris-Sud, Université Paris-Saclay, 91405 Orsay, France

alban.sauret@saint-gobain.com

Lorsqu'un film mince de suspension s'écoule sur un substrat solide, certaines particules peuvent rester piégées sur le substrat. En effet, si l'épaisseur du film liquide devient comparable à la taille des particules, celles-ci déforment l'interface liquide, ce qui conduit à des interactions capillaires locales [1,2]. Ces effets interfaciaux modifient le transport des particules et la dynamique du film liquide [3]. Nous considérons ici deux situations qui résultent du retrait d'une plaque d'un bain de suspension contenant des particules non-browniennes : (i) l'entraînement des particules et (ii) le drainage ultérieur du film liquide contenant des particules.

Le retrait d'un objet d'une suspension peut conduire à l'entraînement de particules sur la surface solide [4]. Lorsqu'elles ne sont pas souhaitées, ces particules contaminent le substrat, mais elles peuvent également être utilisées pour concevoir de nouveaux matériaux. Pour étudier l'entraînement des particules ayant lieu durant le dip-coating d'un substrat, nous utilisons une approche modèle, dans laquelle une plaque solide est retirée d'un bain contenant un mélange d'un fluide newtonien et de particules non-browniennes iso-denses. Nous observons différents régimes en fonction de la vitesse de retrait de la plaque et nous caractérisons expérimentalement la densité de particules piégées sur la plaque solide. Nos résultats montrent qu'il existe une vitesse critique en dessous de laquelle aucune particule n'est entraînée. Les résultats expérimentaux sont reliés à un modèle théorique permettant de prédire la vitesse critique au-dessous de laquelle aucune particule n'est entraînée sur la plaque.

Suite à la formation d'un film liquide de suspension lors du retrait du substrat, un effet de drainage dû à la gravité peut-être observé [5]. Nous caractérisons ici comment les interactions capillaires affectent le transport et le dépôt de particules non-browniennes se déplaçant dans des films liquides minces pendant le drainage du film liquide. Nous nous concentrons sur un écoulement de drainage, dans lequel l'épaisseur du film devient comparable à la taille des particules. En fonction de la concentration des particules, nous constatons que la dynamique de drainage présente un comportement qui ne peut pas être capturé avec un modèle rhéologique continu, en raison du dépôt de particules sur le substrat.

Références

1. P. A. KRALCHEVSKY, & K. NAGAYAMA, Capillary interactions between particles bound to interfaces, liquid films and biomembranes, *Adv. Colloid. Interface Sci.* **85**(2), 145–192 (200).
2. R. J. FURBANK, & J. F. MORRIS, An experimental study of particle effects on drop formation, *Phys. Fluids* **16**(5) 1777-1790 (2004).
3. A. SAURET, A. TROGER, & P. JOP, An experimental study on particle effects in liquid sheets *In EPJ Web of Conferences, EDP Sciences* **140**, 09012 (2017)
4. C. E. COLOSQUI, J. F. MORRIS, & H. A. STONE, Hydrodynamically driven colloidal assembly in dip coating *Phys. Rev. Lett.* **110**(18), 188302 (2013)
5. A. M. KEELEY, G. K. RENNIE, & N. D. WATERS, Draining thin films—Part 1 *J. Non-newton. Fluid. Mech.* **28**(2), 213-226 (1998)