

Critère d'arrêt d'étalement d'un liquide par solidification sur un substrat

Riëlle de Ruiter¹, Pierre Colinet², Philippe Brunet³, Laurent Royon³, Jacco H. Snoeijer¹ & Hanneke Gelderblom¹

¹ Physics of Fluids Group, Faculty of Science and Technology, MESA+ Institute for Nanotechnology, University of Twente, PO Box 217, 7500 AE Enschede, The Netherlands

² Transfers, Interfaces and Processes, Université Libre de Bruxelles, Brussels, Belgium

³ Laboratoire Matière et Systèmes Complexes, UMR CNRS 7057, Université Denis Diderot, 75013 Paris, France
philippe.brunet@univ-paris-diderot.fr

Lorsqu'un liquide s'étale sur un substrat plus froid que la température de solidification T_f , il peut se solidifier partiellement près du substrat. Nous étudions le critère de solidification, révélée par le piégeage du liquide, lors de l'étalement d'une goutte. En accord avec ces résultats expérimentaux, nous proposons un critère de solidification basé sur la température du liquide au voisinage de la ligne triple T_{cl} . L'origine physique de ce critère, est le phénomène de *kinetic undercooling* (ou surfusion cinétique) : un liquide en écoulement subit un retard à la solidification, en raison du fait que la vitesse de propagation du front dépend de l'écart de température $V_{\text{front}} = \kappa(T_f - T_{cl})^\alpha$. Ainsi, la goutte sera piégée si cet écart en température dépasse une valeur fonction de sa vitesse d'avancée. Nos résultats expérimentaux ont été obtenus sur un liquide simple, l'hexadécane[1], ne présentant pas de surfusion thermodynamique, ainsi que sur des solutions de copolymères (Pluronic F127)[2] formant des micelles, susceptible de se gélifier par cross-linking au delà d'une température seuil, sans chaleur latente. Un modèle théorique couplant la dynamique d'étalement et les champ de vitesse dans le fluide et de température dans le fluide et le solide, prédit que c'est bien à la ligne triple que la température est minimale, et que par conséquent la solidification apparaîtra en premier. La comparaison entre les prédictions du modèle et les expériences pour le rayon et la vitesse d'arrêt d'étalement, est en bon accord avec $\alpha=1$ et une valeur de κ compatible avec celles d'autres liquides simples.

Références

1. R. de Ruiter, P. Colinet, P. Brunet, J. H. Snoeijer and H. Gelderblom, *Submitted to Physical Review Fluids (2016)*.
2. R. de Ruiter, L. Royon, J. H. Snoeijer and P. Brunet, *Submitted (2017)*.