

Fusion bidimensionnelle d'un cristal de pics de ferrofluide

François Boyer¹ & Eric Falcon²

¹ Institut Universitaire des Systèmes Thermique Industriels (IUSTI), Université de Provence, CNRS (UMR 6595), 5 rue Enrico Fermi 13453 Marseille cedex 13, France

² Laboratoire Matière et Systèmes Complexes (MSC), Université Paris-Diderot, CNRS (UMR7057), 10 rue A. Domon et L. Duquet 75013 Paris, France

`francois.boyer@polytech.univ-mrs.fr` ; `eric.falcon@univ-paris-diderot.fr`

La transition de phases solide – liquide est l'un des problèmes majeurs de la physique de la matière condensée depuis plus d'un siècle. La fusion des solides tridimensionnels est relativement bien comprise, grâce notamment au succès prédictif du critère de Lindemann [1]. La fusion pour les systèmes bidimensionnels (2D) est, pour sa part, un phénomène dont les mécanismes font encore aujourd'hui débat. Dans ce contexte, l'étude expérimentale de la fusion d'un analogue macroscopique du réseau cristallin 2D est d'un intérêt primordial.

Nous avons étudié la transition entre une phase ordonnée (solide) et une phase désordonnée (liquide) d'un réseau de pics à la surface d'un ferrofluide soumis à des vibrations horizontales périodiques. La surface libre d'un ferrofluide se couvre de pics, organisés en un réseau régulier, sous l'action d'un champ magnétique [2]. Nous montrons que la transition de fusion de ce réseau a lieu pour un déplacement critique des pics en bon accord avec le critère de Lindemann, pour une large gamme de longueurs d'ondes du réseau et pour deux topologies différentes (hexagonale et carrée). Une phase intermédiaire, dite hexatique, entre les phases liquide et solide est aussi observée et est caractérisée par les fonctions de corrélations structurales via une méthode optique. Le seuil de la transition et les changements structuraux lors de la transition sont trouvés en bon accord avec les prédictions théoriques de la fusion 2D des systèmes à l'équilibre, et notamment avec la théorie KTHNY (Kosterlitz, Thouless, Halperin, Nelson et Young) [3] dont l'universalité est controversée.

Bien que notre système soit dissipatif et hors d'équilibre, avec des interactions ferrohydrodynamiques complexes, il montre de fortes similarités avec la fusion 2D à l'équilibre de la physique du solide. Cette analogie peut alors servir de base à l'élaboration d'une théorie des transitions de phase hors d'équilibre en physique statistique.

Ces travaux ont été publiés dans *Physical Review Letters* [4].

Références

1. F. A. Lindemann, Phys. Z **11**, 609 (1910) ; J. J. Gilvarry, Phys. Rev. **102**, 308 (1956).
2. R. E. Rosensweig, *Ferrohydrodynamics* (Dover, New York, 1997).
3. J. M. Kosterlitz and D. J. Thouless, J. Phys. C **5**, L124 (1972) ; B. I. Halperin and D. R. Nelson, Phys. Rev. Lett. **41**, 121 (1978) ; A. P. Young, Phys. Rev. B **19**, 1855 (1979).
4. F. Boyer and E. Falcon, Phys. Rev. Lett. **103**, 144501 (2009).