

Quelques propriétés extraordinaires de la physique à deux dimensions

Jacques Villain^{1,2}

¹*Institut Laue Langevin, Grenoble, France*

²*Académie des Sciences, Paris, France*

Certains systèmes bidimensionnels présentent un type d'ordre remarquable dont l'étude a été récompensée par le prix Nobel de physique de 2016. Le plus simple de ces systèmes est le ferromagnétique à plan de facile aimantation. Il n'a pas d'ordre à grande distance à température non nulle, mais présente à basse température des corrélations d'aimantation à décroissance algébrique, comme une puissance $r^{-\tau}$ de la distance r . La transition au paramagnétisme correspond à l'apparition de singularités topologiques appelées vortex, qui deviennent libres alors qu'à basse température elles forment des paires liées. Cette transition a des propriétés extraordinaires : la chaleur spécifique C et toutes ses dérivées $d^n C/dT^n$ sont des fonctions continues de la température T , mais il existe une quantité, le coefficient de rigidité, qui a une discontinuité. La meilleure confirmation expérimentale de la théorie concerne un système différent mais analogue : le film d'hélium superfluide. La quantité discontinue est alors la densité de superfluide. Le solide bidimensionnel a lui aussi une phase de basse température sans ordre à longue distance, mais avec des corrélations de position à décroissance algébrique. Cela veut dire que les pics de diffraction (dans la limite du système infini) ne sont pas des fonctions delta comme à 3 dimensions, mais des singularités algébriques. La transition à la phase liquide peut se faire par une succession de deux transitions continues. La phase intermédiaire, appelée hexatique, est caractérisée par la présence de dislocations libres. Elle présente des corrélations orientationnelles qui décroissent algébriquement avec la distance. La formation de la phase liquide est due à un autre type de singularité topologique : les disclinaisons.