

Tour d'horizon de la théorie des systèmes magnétiques bidimensionnels frustrés

Mathieu Mambrini

Laboratoire de Physique Théorique, Toulouse

Un système classique est dit frustré lorsque la minimisation (globale) de son énergie ne peut pas être obtenue par la minimisation locale des contraintes dues aux interactions. Le système est alors amené à adopter un compromis global, souvent non trivial au regard des interactions parfois très simples qui en sont à l'origine. Dans le domaine du magnétisme, les effets de la frustration, qui est à l'origine une notion classique, sont encore plus spectaculaires et riches car il amplifient à basse température les effets des fluctuations quantiques, ce qui se signale typiquement par une absence de mise en ordre magnétique et des états fondamentaux aux propriétés non conventionnelles. En ligne de mire, l'état liquide de spin représente un défi aussi bien pour les expérimentateurs que pour les théoriciens.

Dans cet exposé, je me concentrerai sur les systèmes bidimensionnels quantiques. Je tenterai d'abord de montrer quelles sont les principales questions (caractérisation des états exotiques dont les liquides de spins, propriétés topologiques, nature des excitations, déconfinement des excitations, transitions de phases quantiques, ...) et difficultés qui se posent au théoricien, quelles méthodes originales ont été développées dans la période récente pour attaquer ces problèmes (utilisation du DMRG sur des systèmes 2d, développement récents sur les modèles de dimères quantiques,...) et quels liens, au départ inattendus, sont naturellement apparus avec des domaines comme l'information quantique.

Dans une deuxième partie j'évoquerai la question du lien théorie/expérience et les difficultés qu'il y a, d'une part, à vérifier expérimentalement les concepts introduits par la théorie et, d'autre part, à faire des prédictions théoriques fiables sur des quantités directement mesurables. Par exemple, comment caractériser expérimentalement des états comme les liquides de spins, définis « en creux » par le théoricien par l'absence de paramètre d'ordre ou caractérisés par des propriétés topologiques échappant aux sondes locales ? Symétriquement des problèmes d'apparence aussi simple que de connaître le comportement de la chaleur spécifique à basse température d'un composé frustré restent redoutables pour le théoricien alors qu'elles sont naturelles d'un point de vue expérimental. Un apport décisif de la théorie ces dernières années a été de fixer un cadre de description à basse énergie dans lequel les objets pertinents sont des dimères et non des spins et les excitations de basse énergie des spinons et des visons. Si la mise en évidence expérimentale de visons et des propriétés topologiques des liquides de spins reste encore spéculative, l'étude des spinons et de leur déconfinement est en revanche accessible par diffusion inélastique de neutrons.