

Sujet de stage de M2 et de Thèse

Facteurs de forme et fonctions de corrélation des modèles intégrables quantiques

Introduction

Les modèles intégrables de théorie quantique des champs et de mécanique statistique sont des modèles pour lesquels il est possible de calculer exactement des quantités physiques en général inaccessibles à partir de la théorie des perturbations telles que le spectre de masse des états liés et la matrice de diffusion pour une théorie quantique des champs relativiste, ou la fonction de partition et les exposants critiques pour un modèle de mécanique statistique. Ces modèles admettent comme cas particuliers les théories des champs invariantes conformes à deux dimensions, les chaînes de spin de Heisenberg, le gaz de Bose 1D, le modèle de Hubbard 1D, le modèle de sine-Gordon, les modèles sigma non-linéaires, etc.

Ce domaine a permis de découvrir des concepts nouveaux comme par exemple, les notions d'algèbre de symétrie de dimension infinies et de groupe quantique, et de mettre au point des méthodes de résolution puissantes communes à la théorie des champs et à la mécanique statistique (ansatz de Bethe, méthode de séparation des variables quantique). C'est surtout un lieu d'interaction extraordinaire d'une grande variété de branches de la physique théorique et des mathématiques, avec des applications aussi bien en physique de la matière condensée en basse dimension, dans le domaine des gaz atomiques et des réseaux optiques (atomes froids), en théorie des champs et des cordes (rôle clé dans la correspondance AdS/CFT entre théories de jauge et théorie des cordes) ou en mathématique (invariants de noeuds et topologie des variétés en basses dimensions, géométrie non-commutative, groupes quantiques, calcul asymptotique,...).

Présentation du sujet de stage et de thèse

Dans le cadre des modèles intégrables quantiques un problème important et encore largement ouvert malgré plusieurs avancées ¹ est la détermination exacte des facteurs de forme (éléments de matrice des opérateurs locaux dans la base des états propres du Hamiltonien de la théorie) et des fonctions de corrélations. Ce sont les facteurs de forme et les fonctions de corrélation qui contiennent l'ensemble de l'information sur les quantités physiques mesurables (facteurs de structures dynamiques par exemple). Par ailleurs, la connaissance de ces quantités ouvre la possibilité de décrire certains modèles physiques non-intégrables comme perturbation de modèles intégrables.

Le programme du stage consisterait en une mise en pratique des méthodes existantes (ansatz de Bethe algébrique, méthode de séparation des variables quantique, résolution du problème inverse quantique, calcul des facteurs de forme) dans un cas simple, celui de la chaîne de Heisenberg XXZ de spin-1/2 avec conditions aux bords anti-périodiques. On aborderait ensuite pour ce modèle le calcul (à la limite thermodynamique) des blocs élémentaires des fonctions de corrélation dans l'approche de la méthode de séparation de variables quantiques. Ce travail pourrait constituer le début d'une thèse avec comme projet suivant le calcul des facteurs de forme des modèles intégrables quantiques associés à une algèbre de symétrie de plus haut rang (sl_n), toujours en utilisant la méthode de séparation des variables. Un objectif serait de pouvoir traiter ensuite le modèle de Hubbard 1D, important aussi bien en matière condensée que pour la correspondance AdS/CFT en théories de jauge et des cordes.

Contacts

Jean Michel MAILLET (DR1 CNRS) et Giuliano NICCOLI (CR1 CNRS)
Laboratoire de Physique (UMR 5672, ENS Lyon et CNRS)
ENS de Lyon, 46 Allée d'Italie, 69364 Lyon Cedex
e-mail : maillet@ens-lyon.fr, giuliano.niccoli@ens-lyon.fr

¹Pour les modèles associés à l'algèbre sl_2 , voir e.g. N. Kitanine, J. M. Maillet and V. Terras, Nucl. Phys. B **554** (1999) 647 et **567** (2000) 554; N. Kitanine, K. K. Kozlowski, J. M. Maillet, N. A. Slavnov and V. Terras, J. Stat. Mech. (2009) P04003, (2011) P12010 et (2012) P09001, K. K. Kozlowski, J. M. Maillet, J. Phys. A **48** (2015) 484004; N. Grosjean, J. M. Maillet and G. Niccoli, J. Stat. Mech. (2012) P10006; G. Niccoli, J. Stat. Mech. (2012) P10025 et Nucl.Phys. B **870** (2013) 397, N. Kitanine, J. M. Maillet, G. Niccoli, V. Terras, J. Phys. A **50** (2017) 224001.