

**Nom et Prénom : BOUKADDID SAID**

**Date de soutenance : 01/06/2023**

**Directeur de Thèse : ZEROUAOUI JAMAL**

**Sujet de Thèse :**

**Effet Hall Quantique Fractionnaire :  
Théorie effective des champs & Théorie (2, 0) SCFT<sub>6</sub>**

**Résumé :**

La thèse présentée dans ce manuscrit contient deux contributions originales à l'étude de l'effet Hall quantique fractionnaire (EHQF). La première concerne la construction d'une théorie effective des champs de l'EHQF sur un réseau, et la seconde concerne la construction de l'ensemble total des particules BPS à charges fractionnaires descendant de la théorie chirale (2, 0) SCFT<sub>6</sub> en 6 dimensions, qui sont les quasiparticules de l'EHQF pour des faibles valeurs du facteur de remplissage  $\nu = 1/m$  avec  $m$  prenant des grandes valeurs. Pour rendre ce manuscrit plus clair, nous procédons comme suit : tout d'abord, nous introduisons quelques notions de base de l'effet Hall quantique fractionnaire (EHQF). Ensuite, nous étudions la théorie effective abélienne des champs de l'EHQF dans le continuum, en nous concentrant sur l'état de Laughlin et les états hiérarchiques de Haldane. Troisièmement, nous construisons un modèle de Chern-Simons (CS) invariant de jauge pour l'EHQF sur un réseau, avec des applications à l'état de Laughlin, les états hiérarchiques de Haldane et les fermions composites sur les cristaux en 3 dimensions. Quatrièmement, nous étudions la réalisation de la théorie chirale (2, 0) superconforme en 6 dimensions par la corde M, ainsi que sa compactification sur des orbifolds  $M[n]$  3D en 3 dimensions. Nous analysons également son spectre de particules à charges fractionnaires en relation avec la théorie effective de Chern-Simons en 2+1 dimensions et l'effet Hall quantique fractionnaire supersymétrique. Finalement, nous construisons l'ensemble total des particules BPS à charges fractionnaires descendant de la théorie (2, 0)SCF T<sub>6</sub> sur des orbifolds  $M[n]$  3D en 3 dimensions, nous constatons qu'il contient 144 particules BPS qui sont générées par 4 quasiparticules de base (2 quasiparticules sont bosoniques et 2 autres sont fermioniques) et leurs conjuguées par la symétrie CPT.

Mots clés : Effet Hall quantique, état de Laughlin, composite fermion, modèle de ChernSimons, réseau, corde M, Orbifold de compactification, (2, 0)SCF T<sub>6</sub>, quasi-particules, états BPS.

**Abstract:**

In this thesis, we present two original contributions to the study of fractional quantum Hall effect. The first contribution is the construction of an effective gauge invariant lattice Chern-Simons (CS) model for the fractional quantum Hall effect (FQHE). The second contribution is the construction of the set of underlying fractionally charged BPS particle states descending from chiral (2, 0)- superconformal field theory in 6 dimensions, which are the quasiparticles of the FQHE for low values of the filling factor  $\nu = 1/m$  with  $m$  taking large values. First, we provide an overview of the basic concepts of the fractional quantum Hall effect and its abelian effective field theory in the continuum, specifically focusing on the abelian effective field theory of the Laughlin state and the Haldane hierarchical states. Second, we construct an effective, gauge-invariant lattice Chern-Simons theory for the FQHE, with applications to the Laughlin state on 3D crystals, the Haldane hierarchy, and composite fermions. Third, we study the M-string realization of the chiral (2, 0)-superconformal field theory in 6 dimensions and its orbifold compactification down to 3 dimensions, and analyze its fractionally charged BPS particle spectrum in connection with the effective 3D Chern-Simons gauge theory and the supersymmetric fractional quantum Hall effect in 2+1 dimensions. Finally, we construct the set of underlying fractionally charged BPS particles in the ground state of the compactified M-string and find that it contains 144 BPS states generated by four basic quasiparticles (two bosonic-like and two fermionic-like) and their CPT conjugates.

Keywords : Quantum Hall effect, Laughlin state, composite fermion, Chern-Simons model, lattice, orbifold compactification, (2, 0)SCF T<sub>6</sub>, quasiparticles, BPS states.