

# INSTITUT NEEL Grenoble

## Proposition de stage Master 2 - Année universitaire 2024-2025

### Frustration et physique exotique dans les systèmes à N corps : réseaux de tenseurs

#### Cadre général :

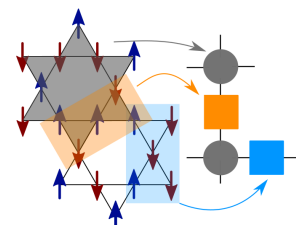
*En physique, comme dans la vie, un peu de frustration rend les choses intéressantes* [1]. On s'attend en général à ce qu'à température nulle, les atomes ou les molécules s'ordonnent parfaitement, formant un état fondamental unique du système. Pourtant, dans la glace, mais aussi dans des systèmes magnétiques classiques et quantiques, une compétition entre des interactions irréconciliables (« frustration ») donne lieu de manière inattendue à une entropie résiduelle finie par site – un nombre exponentiel d'états fondamentaux. À température nulle, un certain désordre subsiste dans la position de certains atomes ou dans l'orientation de leurs moments magnétiques, formant un état complexe, analogue à un liquide. Des décennies d'expériences et d'études théoriques sur les oxydes et les systèmes artificiels présentant de telles phases exotiques n'ont cessé d'élargir notre compréhension de ce qui est autorisé par la physique statistique et quantique. Un degré de liberté local peut par exemple appartenir « en même temps » à une phase ordonnée et à un « liquide » collectif fluctuant – un phénomène, la fragmentation, démontrée directement dans l'espace réel par certains d'entre nous [2]. Or, les systèmes fortement corrélés sont particulièrement difficiles à modéliser. Une révolution venant de l'information quantique durant les trois dernières décennies nous a fourni de nouveaux outils pour comprendre et simuler les systèmes quantiques à plusieurs corps : les réseaux de tenseurs. Ces nouvelles méthodes s'avèrent également extrêmement utiles dans l'étude de la physique statistique non conventionnelle. Nous avons à peine commencé à découvrir ce que ces méthodes permettent, notamment en les utilisant pour caractériser des entropies résiduelles étonnamment faibles ou des transitions de phase inattendues à partir d'états fondamentaux partiellement ordonnés [3].

[1] Paraphrasé de L. Balents, Spin liquids in frustrated magnets, Nature, (2010).

[2] B. Canals et al. Nat. Com. 7, 11446 (2016); E. Lhotel et al., J. Low. Temp. Phys. 201, 710 (2020)

[3] J. Colbois et al. PRB 106, 174403 (2022) et refs. internes; A. Rufino, et al, en préparation.

**Sujet exact, moyens disponibles :** Le projet se concentre sur des Hamiltoniens où des phases inhabituelles sont attendues, en particulier la fragmentation. Il se déroule à l'Institut Néel, qui possède une expertise de classe mondiale pour l'étude expérimentale de cristaux où la frustration joue un rôle essentiel, ainsi que de systèmes artificiels émulant des Hamiltoniens de spin frustrés à différentes échelles (nanoaimants, billes magnétiques, réseaux moléculaires non magnétiques). Les simulations numériques (réseaux de tenseurs et/ou Monte Carlo) peuvent être réalisées sur les supercalculateurs disponibles localement (Néel/UGA).



*Etudier un modèle frustré avec un réseau de tenseurs, c'est comme résoudre un "jeu de dominos" avec des contraintes inhabituelles (en couleur ici).*

#### Interactions et collaborations éventuelles :

L'étudiante ou l'étudiant rejoindra la collaboration entre spécialistes de l'étude théorique et expérimentale des systèmes de spins frustrés à l'Institut Néel. Nous l'encouragerons à interagir et à apprendre de l'ensemble de ces chercheurs et chercheuses.

**Ce stage pourrait potentiellement se poursuivre par une thèse.**

**Formation / Compétences :** Solide formation en physique statistique et matière condensée. Curiosité pour la théorie et les expériences, ouverture d'esprit, enthousiasme pour réaliser des calculs analytiques et/ou numériques.

**Période envisagée pour le début du stage :** Printemps 2025

**Contact :** J. Colbois (physics.jeanecolbois@gmail.com), B. Canals (benjamin.canals@neel.cnrs.fr)

Institut Néel - CNRS

Plus d'informations sur : <http://neel.cnrs.fr>