

Spectroscopie et dynamique de spin des systèmes
frustrés : des pnictides aux pyrochlores
*Spectroscopy and spin dynamics of frustated systems :
from pnictides to pyrochlores*

Thèse de doctorat de l'Université Paris-Saclay

École doctorale n° 564, Physique en Ile-de-France
Spécialité de doctorat : Physique

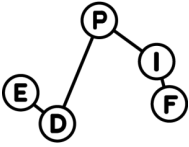
Thèse préparée au Laboratoire Léon Brillouin, sous la direction de **Sylvain Petit**, ingénieur-chercheur au CEA-Saclay, et au Laboratoire de physique des solides, sous la direction de **Victor Balédent**, maître de conférence au sein de l'Université Paris-Saclay.

Thèse présentée et soutenue à Orsay,
le 22/11/2024, par

Antoine Roll

Composition du jury

Sylvain Petit Ingénieur-chercheur, CEA-Saclay	Directeur de thèse
Victor Balédent Maître de Conférences, Université Paris-Saclay	Co-superviseur
Fabrice Bert Professeur, Université Paris-Saclay	Président
Michel Gingras Professeur, Université de Waterloo	Rapporteur
Tom Fennell Chercheur, Institut Paul Scherrer	Rapporteur
Manila Songvilay Chercheuse CNRS, Institut Néel	Examinatrice



Titre : Spectroscopie et dynamique de spin des systèmes frustrés : des pnictides aux pyrochlores

Mots clés : Magnétisme, Frustration, Spin, Neutrons

Résumé : La frustration magnétique est la propriété exhibée par certains matériaux lorsque les interactions magnétiques ne sont pas toutes minimisées : il en résulte une dégénérescence de l'état fondamental, pouvant mener à des propriétés exotiques de la matière, telles que les liquides de spin quantiques. Durant cette thèse, pour étudier ces propriétés, nous avons utilisé des méthodes de spectroscopie, notamment la diffusion des neutrons polarisés et non polarisés. La diffusion des neutrons est une sonde puissante pour observer les propriétés magnétiques. Contrairement aux rayons X, les neutrons sont porteurs d'un spin 1/2, ce qui les rend sensibles aux interactions magnétiques ; il est ainsi possible de sonder spécifiquement les

structures et les excitations magnétiques, notamment via la diffusion inélastique des neutrons.

Dans la première partie de cette thèse, nous avons étudié le composé supraconducteur de fer BaFe_2Se_3 au moyen la diffusion inélastique des neutrons en temps de vol, et par des techniques numériques telles que les simulations Monte Carlo et les simulations d'ondes de spin.

Dans la seconde partie, nous avons étudié le composé liquide de spin pyrochlore $\text{Tb}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$, à partir de la diffusion inélastique des neutrons en temps de vol et en trois axes polarisés, que nous avons couplée à des analyses de symétries et des simulations numériques, afin de reproduire les données expérimentales.

Title : Spectroscopy and spin dynamics of frustated systems : from pnictides to pyrochlores

Keywords : Magnetism, Frustration, Spin, Neutrons

Abstract : Magnetic frustration is a physical property exhibited by certain materials when the magnetic interactions are not all minimized, resulting in a degeneracy of the ground state, which can lead to exotic properties of matter, such as quantum spin liquids. In this thesis, to study these properties, we used spectroscopic methods, notably polarized and unpolarized neutron scattering. Neutron scattering is a powerful probe for observing magnetic properties. Unlike X-rays, neutrons carry a spin-1/2, making them sensitive to magnetic interactions ; it is thus possible to specifically probe magnetic structures and excitations, notably through

Inelastic neutron scattering.

In the first part of this thesis, we studied the iron-based superconductor BaFe_2Se_3 using time-of-flight inelastic neutron scattering, as well as numerical techniques such as Monte Carlo simulations and spin wave simulations.

In the second part of this thesis, we studied the spin liquid pyrochlore compound $\text{Tb}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ using time-of-flight and polarized triple-axis inelastic neutron scattering techniques, coupled with symmetry analysis and numerical simulations, in order to reproduce experimental data.