



## Exploration de la physique des réseaux Kagomé métalliques corrélés.

**Spécialité** Physique de la matière condensée

**Niveau d'étude** Bac+5

**Formation** Master 2

**Unité d'accueil** [SPEC/LNO](#)

**Candidature avant le** 19/05/2022

**Durée** 6 mois

**Poursuite possible en thèse** oui

**Contact** [COLSON Dorothee](#)  
+33 1 69 08 73 14/93 01  
[dorothee.colson@cea.fr](mailto:dorothee.colson@cea.fr)

### Résumé

Nous proposons l'étude de systèmes contenant des plans de structure Kagomé de métaux de transition (Fe, Co, Rh...), qui réunissent intrinsèquement de fortes corrélations et des structures de bandes topologiquement non triviales. Un exemple est le semi-métal de Weyl magnétique  $\text{Co}_3\text{Sn}_2\text{S}_2$ , qui présente un effet Hall anormal record, mais où la force et le rôle de la corrélation dans ces systèmes sont encore largement inconnus.

### Sujet détaillé

Les fortes corrélations électroniques donnent lieu à des formes exotiques d'arrangements électroniques, comme la supraconductivité à haute température ou la magnétorésistance colossale. Parallèlement, la physique de l'état solide a été récemment secouée par la découverte de matériaux topologiques, où des fermions exotiques, tels que les fermions de Dirac ou de Weyl, ont été découverts. Les deux propriétés sont activement étudiées, mais elles coexistent rarement dans les mêmes matériaux. La plupart des matériaux topologiques connus aujourd'hui sont des semi-conducteurs faiblement corrélés, qui sont plutôt bien décrits par la théorie des bandes, contrairement aux systèmes corrélés. Trouver des propriétés similaires dans des systèmes corrélés pourrait ajouter de nouvelles dimensions au problème. Le magnétisme est par exemple courant dans les métaux de transition corrélés, donnant lieu à de nouvelles propriétés topologiques.

Nous proposons l'étude de systèmes contenant des plans Kagomé de métaux de transition (Fe, Co, Rh...), qui réunissent intrinsèquement de fortes corrélations et des structures de bandes topologiquement non triviales. Un exemple est le semi-métal de Weyl magnétique  $\text{Co}_3\text{Sn}_2\text{S}_2$ , qui présente un effet Hall anormal record, mais où la force et le rôle de la corrélation dans ces systèmes sont encore largement méconnus.

L'étudiant synthétisera et caractérisera des monocristaux du composé pur et étudiera les modifications de ses propriétés par substitution chimique (Fe, Ni, Rh...).

Une attention particulière sera portée aux propriétés structurales et physiques des cristaux en utilisant des mesures de diffraction des rayons X (poudre et monocristal) et de magnétisme (Squid, VSM). Nous réaliserons ensuite des

---

expériences de photoémission résolue en angle au synchrotron SOLEIL pour étudier sa structure de bande électronique et vérifier la présence de propriétés topologiques et/ou corrélées.

### **Mots clés**

Sciences des Matériaux , mots clés: Corrélations électroniques fortes, propriétés topologiques, croissance de cristaux, diffract

### **Compétences**

Croissance cristalline, analyse EDS, diffraction des rayons X, mesures magnétiques, photoémission résolue en angle.

### **Logiciels**

---

## Exploring the physics of correlated metallic Kagome networks.

### Summary

We propose the study of systems containing Kagome planes of transition metals (Fe, Co, Rh...), which intrinsically bring together strong correlations and topologically non-trivial band structures. One example is the magnetic Weyl semimetal  $\text{Co}_3\text{Sn}_2\text{S}_2$ , which display a record large anomalous Hall effect, but where the strength and the role of correlation in these systems are still largely unknown.

### Full description

Strong electronic correlations give rise to exotic forms of electronic orderings, such as high temperature superconductivity or colossal magnetoresistance. In parallel, solid-state physics has been shaken recently by the discovery of topological materials, where exotic fermions, such as Dirac or Weyl fermions have been discovered. Both properties are actively studied, but they rarely coexist in the same materials. Most topological materials known today are weakly correlated semiconductors, which are rather well described by band theory, unlike correlated systems. Finding similar properties in correlated systems could add new dimensions to the problem. Magnetism is for example common in correlated transition metal, giving rise to new topological properties.

We propose the study of systems containing Kagome planes of transition metals (Fe, Co, Rh...), which intrinsically bring together strong correlations and topologically non-trivial band structures. One example is the magnetic Weyl semimetal  $\text{Co}_3\text{Sn}_2\text{S}_2$ , which display a record large anomalous Hall effect, but where the strength and the role of correlation in these systems are still largely unknown.

The student will synthesize and characterize single crystals of the pure compound and to study the modifications of its properties by chemical substitution (Fe,Ni,Rh...).

A peculiar attention will be given to the structural and physical properties of crystals by using X-rays diffraction measurements (powder and single crystal) and magnetism (Squid, VSM). We will then perform angle resolved photoemission experiments at the SOLEIL synchrotron to study its electronic band structure and check for the presence of topological and/or correlated properties.

### Keywords

Materials science, Keywords: Strong electronic correlations, topological properties, crystal growth, X-rays diffraction, magneti

### Skills

Crystal growth, EDS analysis, X-rays diffraction, magnetic measurements, Angle resolved photoemission.

### Softwares