Stage M2 / Thèse au Laboratoire National des Champs Magnétiques Intenses - Toulouse

Criticalité magnétique quantique des fermions lourds en conditions extrêmes

Les systèmes à fermions lourds sont des métaux sujets à de très fortes interactions électroniques. Ces interactions sont à l'origine d'une renormalisation de la masse effective des électrons, qui vaut typiquement 100 à 1000 fois celle d'un électron libre ! Des propriétés remarquables, telles qu'un régime « non-liquide de Fermi » (déviations du régime standard « liquide de Fermi ») ou le développement de supraconductivité non conventionnelle, y sont souvent observées. Elles résultent de la proximité d'une transition de phase quantique entre deux états fondamentaux, souvent paramagnétique et antiferromagnétique. Expérimentalement, on peut induire une transition de phase quantique par dopage chimique, sous pression ou dans un champ magnétique, et on peut étudier les propriétés fondamentales des fermions lourds en combinant tout un arsenal de sondes : la magnétorésistivité, l'aimantation, la diffraction magnétique des neutrons, la spectroscopie par absorption des rayons X etc.

La thèse et le stage proposés consistent en l'étude de fermions lourds en conditions extrêmes de champ magnétique intense (H) et de très basse température (T). Les propriétés électroniques seront étudiées au voisinage de la transition de phase quantique induite sous champ magnétique. Des expériences de magnétorésistivité et d'aimantation seront effectuées dans des champs allant jusqu'à 80 T. L'ajustement d'un troisième paramètre $\delta = x, p$, où x est un dopage chimique et p une pression hydrostatique, permettra de caractériser avec précision le diagramme de phase 3D (T,δ,H). Un premier candidat pour ces travaux sera $CeIn_{3-x}Sn_x$. Ce système est caractérisé par une transition de phase quantique au dopage critique $x_c = 0.6$, entre un état antiferromagnétique ($x < x_c$) et un état paramagnétique ($x > x_c$). Le stage consistera en l'étude par aimantation et magnétorésistivité du composé paramagnétique critique de formule $CeIn_{2.4}Sn_{0.6}$. Il pourra se poursuivre par une thèse qui démarrera avec l'étude systématique des composés de la famille $CeIn_{3-x}Sn_x$. Durant la thèse, des expériences combinant champs pulsés et hautes pressions permettront de comparer les effets de la pression et du dopage. Des expériences de spectroscopie par absorption X en champ magnétique pulsé sont aussi prévues (à l'ESRF-Grenoble) afin d'étudier les variations de valence et le degré de localisation des électrons f.

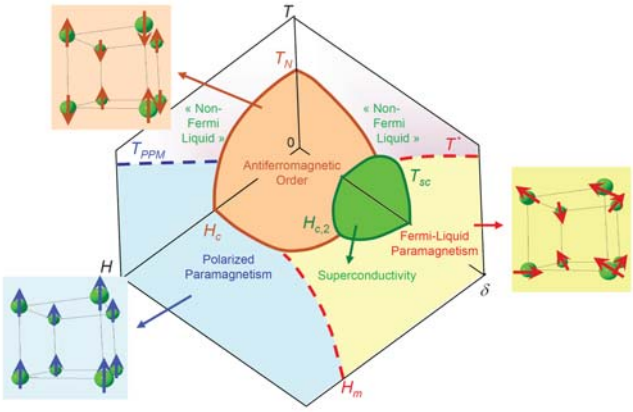

Diagramme de phase 3D (T,δ,H) schématique des systèmes à fermions lourds.

Cette thèse et ce stage demandent un goût prononcé pour la physique expérimentale, mais aussi une volonté d'approfondir des notions théoriques en magnétisme et physique du solide. Le Laboratoire National des Champs Magnétiques Intenses de Toulouse est un des leaders au niveau mondial dans la production des champs magnétiques pulsés. C'est aujourd'hui un lieu idéal pour l'étude de systèmes à fortes corrélations électroniques en conditions extrêmes.

<u>*Littérature :*</u>

-*"Heavy fermions in high magnetic field", D. Aoki, W. Knafo, and I. Sheikin, submitted, http://arxiv.org/abs/1204.5128.*

-*"High-field metamagnetism in the antiferromagnet $CeRh_2Si_2$", W. Knafo et al., Phys. Rev. B* ***81****, 094403 (2010).*

-*"Antiferromagnetic criticality at a heavy-fermion quantum phase transition", W. Knafo et al., Nature Phys.* ***5****, 753 (2009).*

<u>*Encadrant:*</u>

William Knafo

e-mail : william.knafo@lncmi.cnrs.fr

téléphone : 05 62 17 29 74

page web: http://www.toulouse.lncmi.cnrs.fr/spip.php?page=rubrique&id_rubrique=8