

Réunion du GDR MICO

Gif sur Yvette

19-22 Novembre 2013



Table des matières

1	Préface	5
2	Programme	7
3	Programme détaillé	11
3.1	Mardi 19 Novembre	11
3.2	Mercredi 20 Novembre	20
3.3	Jeudi 21 Novembre	37
3.4	Vendredi 22 Novembre	48
4	Posters	55
5	Liste des participants	87

Chapitre 1

Préface

Depuis les années soixante dix, les percées les plus marquantes dans le domaine de la matière condensée ont été faites dans les matériaux présentant de fortes corrélations électroniques. En effet, ce sont ces systèmes qui ont été le siège de la découverte de nombreuses propriétés particulièrement fascinantes tant du point de vue fondamental que de celui des applications potentielles. Pour n'en citer que quelques unes parmi les plus remarquables rappelons la découverte de la supraconductivité à haute température critique dans les oxydes de cuivre ou la magnéto-résistance colossale dans les oxydes de manganèse. Ces propriétés sont intrinsèquement liées au caractère fortement corrélé de la structure électronique des matériaux. En effet, dans les matériaux plus conventionnels comme les semi-conducteurs à base de silicium, les électrons peuvent être considérés, dans une première approximation, comme indépendants. Dans les matériaux à fortes corrélations électroniques, les mouvements des électrons sont fortement corrélés. Il en résulte que les degrés de liberté de spin, charge, réseau, orbite, deviennent ici pertinents et que de leur interaction, voire de leur compétition, résulte un grand nombre d'états fondamentaux aux propriétés fascinantes.

Les thématiques habituelles du GDR sont donc le magnétisme et ses corollaires (frustration, transitions de phase quantique), la supraconductivité non-conventionnelle (cuprates, pnictures), les fermions lourds ainsi que les nouvelles méthodes de synthèse chimiques de ces matériaux. Cette année, la réunion met l'accent sur le magnétisme, en ouvrant de plus la porte à d'autres communautés : électronique de spin, photo-magnétisme moléculaire, dynamique rapide de l'aimantation, imagerie magnétique. Une visite des TGIRs LLB-Orphée et SOLEIL est proposée aux participants.

La réunion est structurée en 6 sessions :

- Nanomagnétisme et magnétisme moléculaire
- Méthodes émergentes pour le magnétisme
- Magnétisme frustré (expérience et théorie)
- Multiferroïques et chiralité
- Supraconductivité et isolants de Mott
- Fermions lourds

- Magnétisme de basse dimension

Elle a été rendue possible grâce au soutien financier du CNRS, du LLB, du CEA et du RTRA.

Equipe d'organisation : Grégory Chaboussant, Olivier Sineau, Sylvain Petit, Isabelle Mirebeau, Bernard Mailleret (LLB), Marie-Bernadette Lepetit (Institut Néel, Grenoble), Pascale Foury (LPS), David Lebolloc'h (LPS), Sylvain Ravy (Soleil)

Chapitre 2

Programme

Mardi 19/11

13h00	Accueil des participants
14h00	Mot de bienvenue

Nanomagnétisme et Magnétisme moléculaire

14h15	Bruno Chaudret	Nanoparticules organométalliques magnétiques
15h05	Thomas Blon	10-Terabit-per-Square-Inch Arrays of self-organized monocrystalline 1D nanomagnets
15h25	Laura Bocher	Direct Evidence of $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ Charge Ordering in Ferrimagnetic $\text{Fe}_{1.35}\text{Ti}_{0.65}\text{O}_{3\delta}$ Thin Films
15h45	Dominique Luneau	La quête de l'aimant à taille moléculaire : Etat de l'art et problématique
16h05	Karl Ridier	Etude de l'anisotropie magnétique dans des complexes moléculaires de Co^{2+} : approche du tenseur de susceptibilité locale
16h25	Christian Hahn	Magnetization Dynamics and Pure Spin Currents in YIG/metal bi-layers

Pause café (16h45-17h15)

Méthodes émergentes pour le magnétisme

17h15	Jean-Pascal Rueff	Diffusion Inélastique de rayons X sous pression dans les systèmes d'électrons f
18h05	Boris Vodungbo	Studying laser-induced ultrafast demagnetization at the nanoscale by resonant scattering of high harmonics
18h25	Thomas Hingant	Nouvelle technique d'imagerie pour le magnétisme : la microscopie NV

Session poster/dîner (salons du restaurant CNRS, à partir de 19h00)

Mercredi 20/11**Magnétisme frustré - Expériences**

9h00	Fabrice Bert	Liquides de Spins sur le Réseau Kagome : Herbertsmithite et Kapellasite
9h20	Jean-Christophe Orain	Etat liquide de spin sans gap dans un composé de Vanadium kagome quantique
9h40	Solène Guitteny	Excitations de basse énergie et couplage spin-réseau dans le pyrochlore $Tb_2Ti_2O_7$
10h00	Nicolas Rougemaille	Réseaux artificiels magnétiquement frustrés
10h20	Ioan-Augustin Chioar	Non-universality of artificial frustrated spin systems
10h40	Elsa Lhotel	Far From Equilibrium Monopole Dynamics in Spin ice

Pause café (11h00-11h30)**Multiferroïques et chiralité**

11h30	Françoise Damay	Multiferroic properties of layered triangular compounds
12h20	Pauline Rovillain	Magnetoelectric coupling in isotope substituted multiferroic $TbMnO_3$

Repas (12h45-14h30)

14h30	Jonathan Buhot	Driving the spin excitations in $BiFeO_3$ from spiral to canted state using pressure
14h50	Laura Chaix	Activation électrique d'un magnon dans le composé multiferroïque $ErMnO_3$
15h10	Maxime Deutsch	Aimants chiraux sous pression

Supraconducteurs et isolants de Mott

15h40	Yvan Sidis	Unconventional magnetic order in the pseudo-gap state of high- T_c cuprates
-------	------------	---

Pause café (16h30-17h00)

17h00	Véronique Brouet	Etude par ARPES des phases magnétiques des nouveaux supraconducteurs au fer
17h20	Alain Pautrat	Etude par diffusion neutronique du réseau de vortex supraconducteur : le cas des interactions attractives
17h40	Xavier Fabrèges	Magnéto-élasticité de $Fe_{1.1}Te$ sous champ magnétique intense

Session poster/dîner (salons du restaurant CNRS, à partir de 18h45)

Jeudi 21/11

Fermions Lourds

9h00	Stéphane Raymond	Résonance de spin et ordre magnétique induit dans le supraconducteur non conventionnel CeCoIn ₅
9h20	Rose-Marie Galéra	Comportement magnétique anormal du composé skutterudite CePt ₄ Ge ₁₂
9h40	Georg Knebel	Field-Induced Fermi Surface Instability in YbRh ₂ Si ₂
10h00	Mounir Boukahil	Quantum criticality and phase diagram under pressure of Ce(Ru _{0.92} Rh _{0.08})Si ₂
10h20	Alexandra Palacio-Morales	Thermopower quantum oscillations and phase diagram under pressure of CeRh ₂ Si ₂

Pause café (10h45-11h10)

Magnétisme frustré - Théorie

11h10	Michel Gingras	Oxydes de Pyrochlore Magnétique : Fin de l'Esclavage du Modèle d'Ising
12h00	Ludovic Jaubert	Towards a general theory for pyrochlores
12h20	Laura Messio	Kapellasite : un liquide de spin sur kagome avec des interactions en compétition

Repas (12h45-14h00)

14h10	Peter Holdsworth	Magnetic Moment Fragmentation and Monopole Crystallization
14h30	Mike Zhitomirsky	Order by disorder in XY pyrochlore Er ₂ Ti ₂ O ₇

15h00 : Visites des installations du Plateau de Saclay : LLB-Orphée et SOLEIL.

18h00 : Retour à Gif

19h00 : Apéritif et dîner de "gala".

Vendredi 22/11

Magnétisme de basse dimension

9h30	Fabien Alet	Mini-revue sur l'intrication dans les systèmes magnétiques quantiques
10h20	Guillaume Roux	Frustration et désordre dans le magnétisme unidimensionnel au travers de deux exemples

Pause café (10h40-11h10)

11h10	Yannick Klein	Electronic and magnetic properties of Ba ₄ Ru ₃ O ₁₀ with structural trimers behaving as coupled magnetic dimers
11h30	Olivier Mentré	Nouveaux oxydes de cobalt à topologies magnétiques "exotiques"
11h50	Olivier Toulemonde	The effects of a heterogeneous distribution of the oxidation state on the magnetic properties of transition metal oxide

Clôture du GDR bilan - et départ (12h15 - 12h40)

Chapitre 3

Programme détaillé

3.1 Mardi 19 Novembre

Nanomagnétisme et magnétisme moléculaire

14h15	Bruno Chaudret	Nanoparticules organométalliques magnétiques
15h05	Thomas Blon	10-Terabit-per-Square-Inch Arrays of self-organized monocrystalline 1D nanomagnets
15h25	Laura Bocher	Direct Evidence of $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ Charge Ordering in Ferrimagnetic $\text{Fe}_{1.35}\text{Ti}_{0.65}\text{O}_{3\delta}$ Thin Films
15h45	Dominique Luneau	La quête de l'aimant à taille moléculaire : Etat de l'art et problématique
16h05	Karl Ridier	Etude de l'anisotropie magnétique dans des complexes moléculaires de Co^{2+} : approche du tenseur de susceptibilité locale
16h25	Christian Hahn	Magnetization Dynamics and Pure Spin Currents in YIG/metal bi-layers

Pause café (16h45-17h15)

Méthodes émergentes pour le magnétisme

17h15	Jean-Pascal Rueff	Diffusion Inélastique de rayons X sous pression dans les systèmes d'électrons f
18h05	Boris Vodungbo	Studying laser-induced ultrafast demagnetization at the nanoscale by resonant scattering of high harmonics
18h25	Thomas Hingant	Nouvelle technique d'imagerie pour le magnétisme : la microscopie NV

Session poster/dîner (salons du restaurant CNRS, à partir de 19h00)

10-Terabit-per-Square-Inch Arrays of self-organized monocrystalline 1D nanomagnets

T. Blon¹, N. Liakakos^{1,2}, C. Achkar¹, B. Cormary¹, R. P. Tan¹, G. Chaboussant³, F. Ott³, B. Warot-Fonrose², E. Snoeck², B. Chaudret¹, * M. Respaud¹, K. Soulantica¹

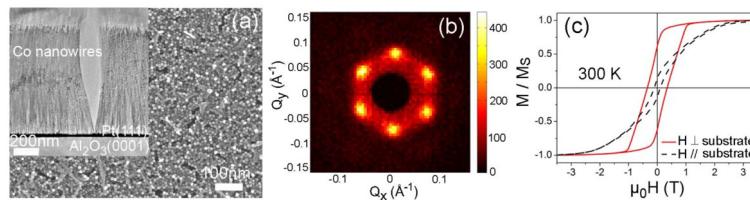
¹ Laboratoire de Physique et Chimie des Nano-objets (LPCNO), INSA Toulouse, 135 avenue de Rangueil, 31077 Toulouse (France)

² CEMES-CNRS, 29 rue Jeanne Marvig, 31055 Toulouse (France)

³ Laboratoire Léon Brillouin, CEA Saclay, 91191 Gif sur Yvette (France)

Some years ago we have presented the solution synthesis of monocrystalline cobalt nanowires (NWs) by decomposition of a coordination Co precursor in the presence of hexadecylamine (HDA) and lauric acid (LA)^[1]. We will present here the directed chemical solution epitaxy of Co NWs perpendicularly organized side by side on 1x1cm² flat substrates and describe their magnetic properties [2]. The method includes two steps : first, a 20 nm layer of Pt(111) is epitaxially grown on an -Al₂O₃(0001) substrate and then introduced into a reactor containing a solution of a cobalt precursor and organic ligands (HDA and LA). After 24h of reaction, 960 nm length NWs have grown perpendicular to the substrate (Fig.1a). These 5 nm diameter NWs are separated by 2 nm of organic ligands and are spontaneously arranged in a long-range periodic hexagonal array of 1013 NWs/in² [2] (as measured by small angle neutron scattering, SANS, Fig 1b), i.e. considerably higher than densities of NW arrays made by electrodeposition. XRD and TEM studies demonstrate the monocrystalline structure (Co hcp structure with the c axis along the wire axis) of the Co NWs and their epitaxial growth on Pt(111). The magnetic properties measured at 300 K (Fig. 1c) reveal an out-of-plane anisotropy (9.3×10^5 J/m³ with a 0.35 T coercive field (0.64T at 4K, without any exchange bias field). The perpendicular anisotropy is the result of the combination of the Co hcp magnetocrystalline anisotropy and the shape anisotropy which both act along the wire axis despite the important dipolar interactions between neighbouring NWs. We will also present the NW growth on substrates of different crystallographic orientations, as for instance on a Pt(001) film which leads to a tilted growth of NWs along precise crystallographic directions.

- [1] F. Wetz et al., Mat. Sci. Eng. C 27, 1162 (2007)
- [2] M. Respaud et al., French Patent PCT WO2011/095731



(a) SEM and TEM micrographs of Co NWs grown on Pt(111). (b) SANS pattern of a Co NW array. (c) Hysteresis loops measured at 300K.

Direct Evidence of $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ Charge Ordering in Ferrimagnetic $\text{Fe}_{1.35}\text{Ti}_{0.65}\text{O}_{3-\delta}$ Thin Films

Laura Bocher¹, Alexandre Gloter¹, Katia March¹, Elena Popova², Michael Nolan³, Bénédicte Warot-Fonrose⁴, Niels Keller², Yves Dumont², Odile Stéphan¹

¹ Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris Sud XI, Orsay, France

² Groupe d'Etudes de la Matière Condensée, Université de Versailles St Quentin en Yvelines, Versailles, France

³ Tyndall National Institute, University College Cork, Cork, Ireland

⁴ Centre d'Elaboration de Matériaux et d'Etudes Structurales, Toulouse, France

We reveal direct experimental evidence of $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ charge ordering at room temperature in hematite-ilmenite $\text{Fe}_{1.35}\text{Ti}_{0.65}\text{O}_{3-\delta}$ thin films using aberration-corrected scanning transmission electron microscopy (STEM) coupled to high-resolution energy electron-loss spectroscopy (EELS). These atomically-resolved spectro-microscopy experiments demonstrate a strong modulation of the Fe^{2+} along the c axis. Density functional theory calculations confirm the key role of oxygen vacancies in the local Fe valence state distributions. Their presence at significant levels leads to the localization of extra electrons onto reduced Fe^{2+} sites, while Ti remains solely +4. Finally, both magnetic and hopping charge transport properties of the FTO films are reviewed in the light of the charge ordering mechanism.

Hence, this real-space technique yields for the first time the valence state mapping in a complex transition-metal oxide system composed of several cations, each of which has different possible valence states. This opening new horizons for direct visualization of charge ordering mechanisms.

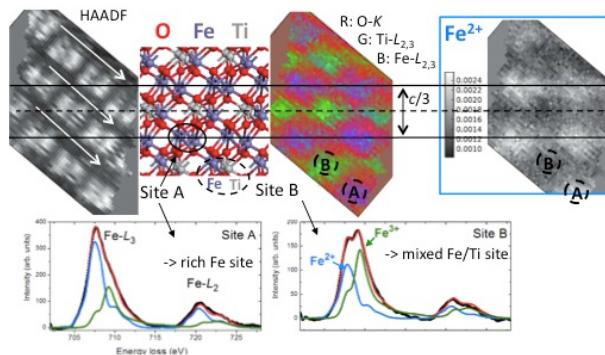


Fig. Z-contrast image (HAADF), reconstructed elemental and Fe^{2+} maps, and examples of $\text{Fe-L}_{2,3}$ fine structures probed at different atomic sites

L. Bocher, et al. Phys. Rev. Lett. Accepted Sept. 2013

La quête de l'aimant à taille moléculaire : Etat de l'art et problématique

Dominique Luneau¹

¹ Laboratoire des Multimatériaux et Interfaces (UMR 5615), Lyon, France

Les recherches dans le domaine des matériaux moléculaires magnétiques, d'abord centrées sur des solides, constitués d'assemblage de molécules organiques ou inorganiques, au magnétisme classique, [1, 2] concernent aujourd'hui des molécules uniques (Single-Molécule Magnets) [3] qui se comportent individuellement comme des aimants. Notre présentation fera une synthèse de l'avancement des travaux dans ce domaine et des verrous à lever, en particulier dans la compréhension des relations entre structure moléculaire et anisotropie magnétique [4] qui est cruciale pour le développement d'applications en traitement moléculaire de l'information [5, 6].

- [1] O. Kahn Structure And Bonding 1987, 68, 89-167.
- [2] D. Luneau Curr. Opin. Solid State Mater. Sci. 2001, 5, 123-129.
- [3] R. Sessoli ; D. Gatteschi ; A. Caneschi ; M. Novak Nature 1993, 365, 149.
- [4] A. Borta, B. Gillon, A. Gukasov, A. Cousson, D. Luneau, E. Jeanneau, I. Ciumacov, H. Sakiyama, K. Tone and M. Mikuriya, Phys. Rev. B 2011, 83, 184429.
- [5] M. Leuenberger, N. ; D. Loss Nature 2001, 410, 789-793.
- [6] R. Vincent, S. Klyatskaya, M. Ruben, W. Wernsdorfer, F. Balestro Nature 2012, 488, 357-360

Etude de l'anisotropie magnétique dans des complexes moléculaires de Co^{2+} : approche du tenseur de susceptibilité locale

Karl Ridier¹, Béatrice Gillon¹, Grégory Chaboussant¹, Dominique Luneau², Ana Borta², Olga Iasco², Arsen Gukasov¹

¹ Laboratoire Léon Brillouin (UMR12), CEA Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette, France.

² Laboratoire des Multimatériaux et Interfaces (UMR 5615), Université C. B. Lyon 1, 69622 Villeurbanne, France

L'étude de l'anisotropie magnétique connaît un intérêt grandissant dans le domaine du magnétisme moléculaire puisque une forte anisotropie uniaxiale, accompagné d'un état fondamental Haut-Spin, est nécessaire pour obtenir des molécule-aimants ayant les propriétés adéquates. Dans cette optique, l'étude des complexes moléculaires de Co^{2+} Haut-Spin présente un grand intérêt du fait de leur anisotropie magnétique très prononcée causée par l'existence d'un moment angulaire orbital important et donc d'un fort couplage spin-orbite. Nous reportons ici l'étude entreprise par diffraction de neutrons polarisés (DNP) sur deux complexes moléculaires de Co^{2+} en symétrie octaédrique : un complexe mononucléaire $[\text{Co}(\text{DMF})_6](\text{BPh}_4)_2$ [1] et un complexe binucléaire $[\text{Co}_2(\text{sym-hmp})_2](\text{BPh}_4)_2$ [2]. L'approche du tenseur de susceptibilité locale[3] qui permet d'interpréter les données de DNP pour des complexes hautement anisotropes est ici utilisée. Cette méthode permet d'accéder au tenseur de susceptibilité locale (qui décrit la réponse magnétique d'un atome individuel à un champ appliqué) dans le but de comprendre et déterminer les relations magnéto-structurales des ions Co dans ces complexes. Dans le cas du complexe mononucléaire, l'anisotropie des propriétés magnétiques a été clairement associée à l'existence d'un axe d'élongation trigonal de l'octaèdre de coordination[4] (Figure 1). Pour le complexe binucléaire, un couplage d'échange antiferromagnétique entre les deux Co doit être considéré et entre en compétition avec les caractéristiques structurales locales des ions Co. Les résultats seront discutés pour les deux complexes.

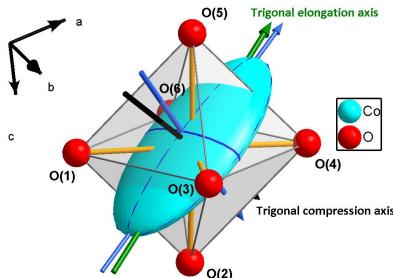


Figure 1 Ellipsoïde de susceptibilité magnétique déterminée à partir des expériences de diffraction de neutrons polarisés dans le complexe mononucléaire $[\text{Co}(\text{DMF})_6]^{2+}$.

- [1] K. Abe, Y. Chiba, D. Yoshioka, R. Yamaguchi, M. Mikuriya, and H. Sakiyama, X-ray Structure Analysis Online, 2012, 28, 65-66.
- [2] A. Borta, B. Gillon, A. Gukasov, A. Cousson, D. Luneau, E. Jeanneau, I. Ciumacov, H. Sakiyama, K. Tone, and M. Mikuriya, Phys. Rev. B 83, 184429 (2011).
- [3] A. Gukasov and P. J. Brown, J. Phys. Condens. Matter 14, 8831 (2002).
- [4] K. Ridier et. al. Publication à venir

Magnetization Dynamics and Pure Spin Currents in YIG/metal bi-layers

C. Hahn¹, V.V. Naletov¹, G. de Loubens¹, O. Klein¹, M. Viret¹, O. d'Allivy Kelly², A. Anane², R. Bernard², V. Cros² and J. Ben Youssef³, J.L. Prieto⁴, M. Muñoz⁵

¹ Service de Physique de l'Etat Condensé (CNRS URA 2464), CEA Saclay

² Unité Mixte de Physique CNRS/Thales, Palaiseau et Université de Paris-Sud

³ Laboratoire de Magnétisme de Bretagne, UBO, Brest

⁴ Instituto de Sistemas Optoelectronicos y Microtecnología (UPM) Madrid 28040, Spain

⁵ Instituto de Microelectrónica de Madrid (CNM, CSIC), Isaac Newton 8, Tres Cantos, Madrid 28760, Spain

Yttrium Iron Garnet (YIG) plays a major role in insulator spintronics, as it presents itself as an ideal material for magnetization dynamics and allows to couple its dynamical and statical¹⁾)²⁾ magnetization to the electron spins of an adjacent normal metal. A precessing magnetization creates a spin current in the neighboring metal by the spin pumping mechanism. This transfer of angular momentum leads to an increased Gilbert damping parameter α . To study the influence of interfacial spin pumping¹⁾ and a possible reverse effect³⁾, it appears desirable to work with thin film thicknesses. A high quality 20 nm thick YIG film was grown by pulsed laser deposition, showing a damping of $\alpha=4 \cdot 10^{-4}$ and an inhomogeneous broadening of below 2 Oe. We use nanolithography to pattern series of YIG(20 nm) and YIG(20nm)/Pt(15nm) discs with diameters between 300 and 700 nm. The ferromagnetic resonance (FMR) spectra of the individual sub-micron sized samples are recorded through magnetic resonance force microscopy (MRFM)⁴⁾. A study of the linewidths allows us to determine the intrinsic damping of our YIG-discs to have been unaffected by the nano-fabrication process and the inhomogeneous broadening to be lifted. Extended films of 200 nm thick YIG, grown by liquid phase epitaxy, are used to study spin pumping and spin hall magnetoresistance²⁾ in YIG/Pt and YIG/Ta bi-layers. The inverse spin Hall voltages in Pt and Ta confirm the opposite signs of spin Hall angles in these two materials. Moreover, from the dependence of the inverse spin Hall voltage on the Ta thickness, we extract the spin diffusion length in Ta, found to be $ssd = 1.8 \pm 0.7$ nm. Both the YIG|Pt and YIG|Ta systems display a similar variation of resistance upon magnetic field orientation, which can be explained in the recently developed framework of spin Hall magnetoresistance. Finally we measure the dynamical part of the spin pumping current emitted into Pt from YIG undergoing FMR. We facilitate a parametric pumping scheme in order to create the magnetization dynamics of interest at half the exciting microwave frequency in order to avoid parasitic eddy currents induced by the exciting radiation.

- [1] B. Heinrich et. al., Phys. Rev. Lett. 107, 066604, (2011);
- [2] C. Hahn et. al., Phys. Rev. B 87, 174417 (2013);
- [3] Kajiwara et. al., Nature 464, 262-266 (2010);
- [4] O. Klein et. al., Phys. Rev. B 78, 144410 (2008)

Diffusion Inélastique de rayons X sous pression dans les systèmes délectrons f

J.-P. Rueff¹

¹ *Synchrotron SOLEIL*

La pression est un paramètre fondamental pour modifier la localisation des électrons. Les distances atomiques, donc la largeur de bande, et les propriétés de valence sont en effet fortement affectées par la compression du réseau pouvant conduire à la formation d'un nouvel état fondamental. La diffusion inélastique des rayons X dans le domaine des hautes énergies de photons sauve être une méthode puissante d'investigation des propriétés électroniques compatible avec l'environnement haute pression. Cette méthode a été appliquée ces dernières années pour l'étude de différents phénomènes physiques induits sous pression dans une large gamme de composés à électrons f et d [1]. Dans cette présentation, je introduirai les principes de la diffusion inélastique X (aussi bien résonante que non résonante) en illustrant le propos par des résultats obtenus dans le domaine des électrons f en conditions extrêmes, notamment dans les composés de Ce à fluctuations de valence. Je terminerai par une brève revue des possibilités offertes dans ce domaine au synchrotron SOLEIL.

[1] J. P. Rueff and A. Shukla Rev. Modern Phys. 82, 847, (2010).

Studying laser-induced ultrafast demagnetization at the nanoscale by resonant scattering of high harmonics

Boris Vodungbo^{1,2}, Julien Gautier¹, Guillaume Lambert¹, Kaigong Li², Bharati Tudu², Renaud Delaunay², Philippe Zeitoun¹, Jan Lüning²

¹*Laboratoire d'Optique Appliquée, ENSTA ParisTech – CNRS UMR 7639 – École polytechnique, Chemin de la Hunière, 91761 Palaiseau, France*

²*Laboratoire de Chimie Physique – Matière et Rayonnement, Université Pierre et Marie Curie – CNRS UMR 7614, 11 rue Pierre et Marie Curie, 75005 Paris, France*

Ultrafast demagnetization refers to a rapid loss of magnetization (on the order of a few hundreds of femtoseconds) upon non-thermal heating by a femtosecond laser pulse. This phenomenon has been discovered by E. Beaurepaire and co-workers in 1996 and since then studied in a variety of ferro- and ferrimagnetic transition metal and rare earth compounds. Although several theoretical models have been proposed to explain this phenomenon, more experimental data are needed to ascertain their validity. In particular, there are hardly any data available so far revealing how the magnetization evolves on the nanometer length scale, the scale on which the excited electrons travel before transferring their energy to the lattice.

Experiments using high order harmonics (HHG) of a femtosecond IR laser are well-positioned to provide novel experimental data. Contrary to IR and visible sources, their shorter wavelength allows to obtain information with nanometer spatial resolution. For example, HHG based resonant magnetic scattering or x-ray imaging techniques can yield information on eventual appearance, growth, shrinking or motion of magnetic domains. Another key strength of HHG sources is the very short duration of harmonics pulses and the inherent jitter free relationship between the IR pump and HHG probe pulse. This will allow for reaching unprecedented temporal resolution. Finally, due to the relatively high photon energy they deliver (compared to IR) and their tunability, HHG sources can be used to probe selectively absorption resonances, thus providing an element specific look at ultrafast phenomena.

In my presentation, I will report on the first results obtained on ultrafast demagnetization with the HHG source of Laboratoire d'Optique Appliquée. I will show that ultrafast demagnetization can be observed at the nanometer scale with a time resolution of 40 fs and element specificity with an HHG based set-up. These results will be compared to those obtained with other sources of ultrashort EUV and X-ray pulses (e.g. free electron laser and femto-slicing).

Nouvelle technique d'imagerie pour le magnétisme : la microscopie NV

T. Hingant¹, J.-P. Tetienne¹, V. Jacques¹

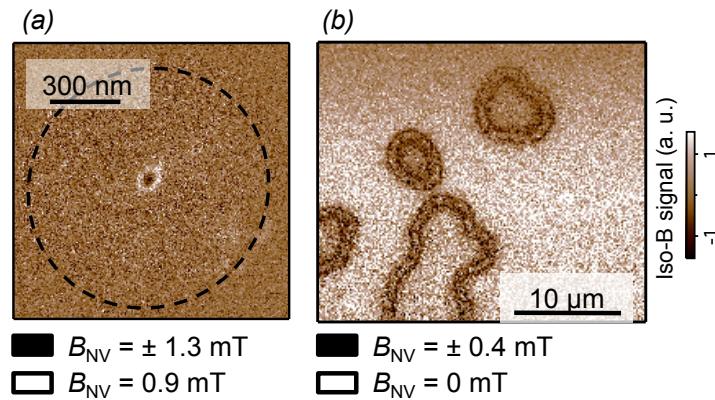
¹*Laboratoire Aimé Cotton, CNRS, Université Paris-Sud and ENS Cachan, 91405 Orsay, France*

Nous présentons une nouvelle technique d'imagerie du champ magnétique à sonde locale. Cette technique, reposant sur la mesure optique du déplacement Zeeman des niveaux d'énergie d'un spin unique, permet, dans les conditions ambiantes, de cartographier quantitativement le champ avec une résolution nanométrique. Le spin provient d'un défaut NV (Nitrogen-Vacancy) dans un nanocristal de diamant, placé à l'extrémité d'une pointe de microscope à force atomique (AFM)^[1]. La mesure de champ par un spin unique est intrinsèquement très peu invasive, et permet l'utilisation du système sur une très grande variété d'échantillons.

Nous avons ainsi utilisé ce magnétomètre pour imager le champ de fuite au dessus de nanostructures, révélant aussi bien le cœur d'un vortex ferromagnétique dans un plot de permalloy^[2] (cf.(a)) que des parois de domaines dans des films ferromagnétiques ultra-minces à anisotropie perpendiculaire (cf. (b)). Par sa souplesse d'utilisation, cette technique pourrait, au delà de l'étude du ferromagnétisme, offrir de nouvelles opportunités pour l'étude de systèmes multiferroïques ou supraconducteurs.

[1] L. Rondin, et al., "Nanoscale magnetic field mapping with a single spin scanning probe magnetometer", APL 100, 153118 (2012).

[2] L. Rondin, et al., "Stray-field imaging of magnetic vortices with a single diamond spin", Nat. Com. 4, 2279 (2013).



Images à deux valeurs de champ magnétique de différents échantillons, plot circulaire de permalloy présentant une structure de vortex en (a) et film ultramince à anisotropie perpendiculaire avec plusieurs domaines d'aimantation en (b)

3.2 Mercredi 20 Novembre

Magnétisme frustré - Expériences

9h00	Fabrice Bert	Liquides de Spins sur le Réseau Kagome : Herbertsmithite et Kapellasite
9h20	Jean-Christophe Orain	Etat liquide de spin sans gap dans un composé de Vanadium kagome quantique
9h40	Solène Guitteny	Excitations de basse énergie et couplage spin-réseau dans le pyrochlore $Tb_2Ti_2O_7$
10h00	Nicolas Rougemaille	Réseaux artificiels magnétiquement frustrés
10h20	Ioan-Augustin Chioar	Non-universality of artificial frustrated spin systems
10h40	Elsa Lhotel	Far From Equilibrium Monopole Dynamics in Spin ice

Pause café (11h00-11h30)

Multiferroïques et chiralité

11h30	Françoise Damay	Multiferroic properties of layered triangular compounds
12h20	Pauline Rovillain	Magnetoelectric coupling in isotope substituted multiferroic $TbMnO_3$

Repas (12h45-14h30)

14h30	Jonathan Buhot	Driving the spin excitations in $BiFeO_3$ from spiral to canted state using pressure
14h50	Laura Chaix	Activation électrique d'un magnon dans le composé multiferroïque $ErMnO_3$
15h10	Maxime Deutsch	Aimants chiraux sous pression

Supraconducteurs et isolants de Mott

15h40	Yvan Sidis	Unconventional magnetic order in the pseudo-gap state of high- T_c cuprates
-------	------------	---

Pause café (16h25-17h00)

17h00	Véronique Brouet	Etude par ARPES des phases magnétiques des nouveaux supraconducteurs au fer
17h20	Alain Pautrat	Etude par diffusion neutronique du réseau de vortex supraconducteur : le cas des interactions attractives
17h40	Xavier Fabrèges	Magnéto-élasticité de $Fe_{1.1}Te$ sous champ magnétique intense

Session poster/dîner (salons du restaurant CNRS, à partir de 18h45)

Liquides de Spins sur le Réseau Kagomé : Herbertsmithite et Kapellasite

Fabrice Bert¹, Minki Jeong^{1,2}, Edwin Kermarrec^{1,3}, Philippe Mendels¹

¹ *Laboratoire de Physique des Solides, UMR CNRS 8502, Orsay, France*

² *Laboratoire des Champs Magnétiques Intenses, Grenoble, France*

³ *Department of Physics and Astronomy, McMaster University, Hamilton, Canada*

La question de l'état fondamental du modèle de Heisenberg sur le réseau fortement frustré kagomé semble en passe d'être résolue après deux décennies d'efforts théoriques. Le fondamental serait finalement très proche de l'état RVB initialement suggéré par P.W. Anderson. Expérimentalement, on dispose aussi à présent de plusieurs matériaux dont le fondamental est clairement de type liquide de spin [1].

L'Herbertsmithite synthétisée pour la première fois au MIT en 2005 reste le composé le plus proche du modèle théorique idéal. Parmi les résultats marquants obtenus depuis sa découverte, on peut citer l'absence de gel magnétique, un spectre d'excitations continu de type spinon', l'absence de gap. Nos mesures de RMN à très basses températures donnent un nouvel éclairage sur ces résultats. Nous avons mis en évidence une instabilité de la phase liquide de spin de l'Herbertsmithite par application d'un champ magnétique extérieur [2]. Cette instabilité est en accord avec la prédiction d'un point critique quantique dans le diagramme de phase du modèle Kagomé en présence d'une anisotropie d'échange de Dzyaloshinsky-Moriya.

Un autre type de liquide de spin a récemment été mis en évidence dans le composé Kapellasite, un polymorphe de l'Herbertsmithite, de même formule chimique, mais de structure différente. Une large collaboration [3,4] a permis une étude conjointe par mesures locales (μ SR, NMR), thermodynamiques (aimantation, chaleur spécifique), de diffraction de neutron inélastique et numérique par développement en série haute température, démontrant que 1) la frustration résulte de la compétition entre les interactions faibles (10K) premiers voisins ferromagnétiques et troisième voisins antiferromagnétiques 2) le composé ne présente aucune sorte de gel magnétique mais des corrélations dynamiques à courte portée qui rappellent un état classique non coplanaire Cuboc2' à 12 sous-réseaux.

[1] L. Balents, Nature 464, 199 (2010)

[2] M. Jeong, F. Bert, P. Mendels, F. Duc, J.-C. Trombe, M.A. de Vries and A. Harrison, Phys. Rev. Lett. 107, 237201 (2011)

[3] B. Fåk, E. Kermarrec, L. Messio, F. Bert, P. Mendels, B. Bernu, C. Lhuillier et al, Phys. Rev. Lett. 109, 037208 (2012)

[4] B. Bernu, C. Lhuillier, E. Kermarrec, F. Bert, and P. Mendels, R.H. Colman and A.S. Wills, Phys. Rev. B 87, 155107 (2013)

État liquide de spin sans gap dans un composé de Vanadium kagomé quantique

J.C. Orain¹, L. Clark², F. Bert¹, P. Mendels¹, P. Bonville³, F.H. Aidoudi², R.E. Morris², P. Lightfoot²

¹*Laboratoire de Physique des Solides, UMR 8502 CNRS, Université Paris-Sud, 91504 Orsay, France*

²*CSEC and School of Chemistry, The University of Edinburgh, Edinburgh EH9 3JZ, United Kingdom*

³*Service de Physique de l'État Condensé, CEA-CNRS, CE-Saclay, F-91191 Gif-Sur-Yvette, France*

Dans le domaine du magnétisme, la recherche de phase liquide de spin tel que l'état Resonant Valence Bond (RVB) formé par la superposition de paires de singulets de spins fortement couplés qui résonnent sur tout le réseau magnétique est au coeur d'une forte activité théorique et expérimentale[1]. Le réseau permettant de stabiliser au mieux ce type d'état semble être le réseau kagomé antiferromagnétique de spin 1/2.

Nous présentons ici les premières études magnétiques détaillées sur un tel composé DQVOF ($[\text{NH}_4]_2 [\text{C}_7\text{H}_{14}\text{N}] [\text{V}_7\text{O}_{18}\text{F}_{18}]$), qui a été récemment synthétisé[2]. Contrairement aux rares candidats kagomé expérimentaux précédents à base de Cuivre Cu^{2+} (d^9 , $S=1/2$), les plans kagomé de ce composé sont formés de Vanadium V^{4+} (d^1 , $S=1/2$).

Nos résultats obtenus par l'étude basse température de l'aimantation et de la chaleur spécifique, montrent que DQVOF est un bon modèle pour la physique des composés kagomé $S=1/2$ malgré une structure complexe. En effet, bien que le composé possède différents ions de Vanadium, les ions de Vanadium V^{3+} , $S=1$, interplans, sont découplés des ions des plans kagomé. De plus les études de chaleur spécifique et de μSR à basse température montrent que ce composé présente un comportement liquide de spin sans gap[3].

Nos études récentes de RMN ont permis de révéler la susceptibilité intrinsèque des plans kagomé qui est masquée dans les mesures macroscopiques par la contribution des Vanadiums V^{3+} situés entre les plans kagomé.

[1]L. Balents, Nature **464**, 199 (2010)

[2]F. H. Aidoudi and al, Nat. Chem. **3**, 801 (2011)

[3]L. Clark and al, Phys. Rev. Lett. **110**, 207208 (2013)

Excitations de basse énergie et couplage spin-réseau dans le pyrochlore $\text{Tb}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$

Solène Guitteny¹, Julien Robert¹, Pierre Bonville², Isabelle Mirebeau¹, Sylvain Petit¹

¹Laboratoire Léon Brillouin, CEA Saclay, France

²SPEC, CEA Saclay, France

Les composés pyrochlores, de formule $R_2\text{T}_2\text{O}_7$ où R désigne des ions de terre rare magnétiques répartis sur un réseau de tétraèdres reliés par les sommets, sont des exemples de frustration magnétique géométrique ; un point fondamental de la physique de la matière condensée actuelle. Il existe pour ces éléments un grand nombre d'états fondamentaux différents, ordonnés ou non. Ces états sont le résultat d'une compétition subtile entre différents mécanismes – l'anisotropie magnéto-cristalline, les interactions d'échange et les interactions dipolaires – qui peuvent stabiliser des phases diverses telles que les glaces de spin, les liquides de spin ou des ordres magnétiques complexes. Dans le composé $\text{Tb}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$, les moments magnétiques des ions terbium sont contraints par une anisotropie magnétocristalline de type Ising ; dans une vision naïve, l'échange antiferromagnétique devrait alors stabiliser un ordre antiferromagnétique conventionnel. Cependant, $\text{Tb}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ ne présente pas d'ordre magnétique mais de fortes fluctuations jusqu'aux plus basses températures (50mK), un comportement qui reste encore inexpliqué. Les mesures de diffusion de neutrons que nous avons effectuées récemment apportent des éléments nouveaux dans la description de ce système : Tout d'abord, nos mesures mettent en évidence la présence de "pinch-points" dans le facteur de structure. Ceux-ci sont caractéristiques de corrélations algébriques anisotropes et pourraient indiquer la présence d'une contrainte locale, comme il en existe dans les glaces de spin (ice rule : "two-in two-out", cf Fig 1.). Nous avons également pu mettre en évidence une branche d'excitations de basse énergie, qui émane de cet état fondamental. Par ailleurs, nous avons observé un couplage entre le premier niveau de champ cristallin et un mode de phonon acoustique. Nous pensons que ces deux modes s'hybrident pour donner naissance à un mode magnéto-élastique. Ce dernier phénomène pourrait être à l'origine d'un couplage effectif entre moments quadrupolaires. L'ensemble de ces résultats sera discuté dans notre présentation.

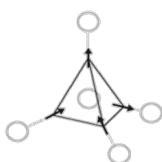


Fig 1 : Ice rule sur un tétraèdre
S.T.Bramwell & al, Science 294, 1495 (2002)

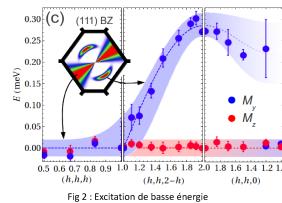


Fig 2 : Excitation de basse énergie
(neutrons polarisés : canaux M_x et M_y)
S.Guitteny & al, PRL 111, 087201 (2013)

[1] S. Guitteny et al PRL 111, 087201 (2013)

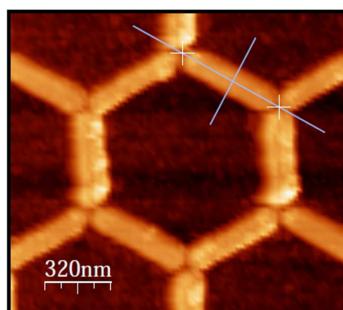
Réseaux artificiels magnétiquement frustrés

N. Rougemaille¹, I. A. Chioar¹, M. Hehn², D. Lacour², F. Montaigne², B. Canals¹

¹*Institut Néel, CNRS Université Grenoble Alpes, Grenoble, France*

²*Institut Jean Lamour, Université de Lorraine CNRS, Vandoeuvre lès Nancy, France*

Les progrès faits ces dernières années dans les techniques de nanofabrication permettent délaborer ”à la carte” des structures artificielles de basse dimensionnalité. Avec le développement conjoint de techniques d’imagerie aux résolutions spatiales et temporelles toujours plus poussées, il devient possible de concevoir des systèmes originaux permettant d’aborder des problématiques scientifiques actuelles sous un angle différent. C’est le cas par exemple de la frustration magnétique, thématique où les nanosciences offrent de nouvelles perspectives expérimentales. En particulier, l’observation directe de la configuration magnétique de nano-objets individuels formant des réseaux bidimensionnels magnétiquement frustrés a eu un impact important dans la communauté. Ces travaux, initialement tournés vers les glaces de spin artificielles, ont rapidement débouché sur l’étude de configurations magnétiques locales particulières, permettant d’aborder la physique (classique) des monopôles magnétiques. Le sujet a fait l’objet en quelques années d’un grand nombre de résultats et est devenu suffisamment mûr sur la scène internationale pour fédérer une communauté scientifique plus large, regroupant experts en nanomagnétisme, sciences des matériaux, physique statistique et modèles de spin. Dans ces modèles de physique statistique, des spins (Ising, XY ou Heisenberg) sont disposés sur un réseau de géométrie donnée (carrée, hexagonale, triangulaire, etc) et interagissent, à courte ou à longue portée, par un couplage de type ferromagnétique ou antiferromagnétique. Dans certaines conditions de géométrie, de couplage et de portée de l’interaction, des effets de frustration apparaissent et de nouvelles propriétés émergent (comme la dégénérescence ”infinie” de l’état fondamental ou l’apparition de phases magnétiques non conventionnelles). Nous avons mis en évidence expérimentalement et théoriquement certaines de ces propriétés dans des réseaux magnétiques lithographiés comme celui présenté sur la figure ci-contre (image topographique AFM d’un réseau de nano-îlots de cobalt). On montrera ici l’intérêt des réseaux artificiels pour l’étude du magnétisme frustré et la complémentarité de cette approche avec les travaux menés sur les systèmes de la matière condensée (comme les pyrochlores par exemple).



Non-universality of artificial frustrated spin systems

I.A. Chioar¹, N. Rougemaille¹, A. Grimm¹, O. Fruchart¹, E. Wagner¹, M. Hehn², D. Lacour², F. Montaigne², B. Canals¹

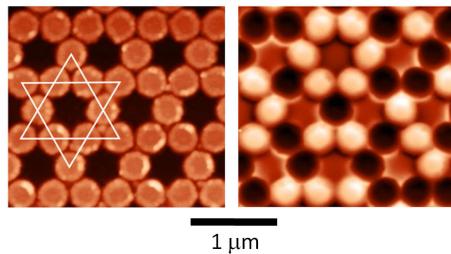
¹ Institut Néel, CNRS et Université Grenoble Alpes, Grenoble, France

² Institut Jean Lamour, Université de Lorraine et CNRS, Vandoeuvre lès Nancy, France

Artificial spin ice systems offer new insights for studying spin models. By using lithography techniques, artificial arrays of nanomagnets can be manufactured with the desired shape, size, network topology, spin-type, etc. Furthermore, the advantage of this approach resides not only in the high degree of control that one has over the system parameters, but also in the techniques used for characterizing their magnetic configuration which can be locally probed and exhaustively known. Such arrays have initially been designed for the study of magnetic frustration effects [1]. However, unlike in condensed matter, such systems are insensitive to thermal fluctuations due to the magnetic anisotropy barrier of a nanomagnet. Therefore, a demagnetization procedure is generally used to make them evolve towards lower energy manifolds [2-3].

A standard approach that has been widely used implies comparing the magnetic configuration of artificial arrays after a demagnetization session to that of a simulated thermalized system of spins. Generally, the simulations involve a Monte Carlo approach, but there have been debates on the model that best describes the kinetics of the demagnetization protocols. While some support the idea of a long-range dipolar approach [4][6], other papers conclude that a short-range interaction model captures the effective dynamics of these systems, giving rise to a universal behavior that transcends particular material realization [5].

We have studied magnetic frustration effects in artificial kagome arrays of nanomagnets using Magnetic Force Microscopy (see Figure) and Monte Carlo simulations. Our experimental and theoretical results demonstrate that long-range, dipolar interactions between the nanomagnets cannot be neglected when describing the magnetic configurations observed after demagnetizing the arrays [6]. We further discuss the universal behavior reported for such arrays.



- [1] R.F. Wang et al., Nature 439, 303-306 (2006)
- [2] X. Ke et al., Phys. Rev. Lett. 101, 037205 (2008)
- [3] R.F. Wang et al., J. Appl. Phys. 101, 09J104 (2007)
- [4] N. Rougemaille et al., Phys. Rev. Lett. 106, 057209 (2011)
- [5] S. Zhang et al., Phys. Rev. Lett. 109, 087201 (2012)
- [6] I.A. Chioar et al., submitted to Phys. Rev. Lett.

Far From Equilibrium Monopole Dynamics in Spin ice

E. Lhotel¹, C. Paulsen¹, M. Jackson¹, B. Canals¹, D. Prabhakaran², K. Matsuhira³, S. R. Giblin⁴, S. T. Bramwell⁵

¹ Institut Néel, C.N.R.S - Université Grenoble-Alpes, Grenoble, France.

² Clarendon Laboratory, Physics Department, Oxford University, United Kingdom.

³ Kyushu Institute of Technology, Kitakyushu, Japan

⁴ School of Physics and Astronomy, Cardiff University, United Kingdom

⁵ London Centre for Nanotechnology and Department of Physics and Astronomy, University College London, London, United Kingdom.

Avalanches of the magnetization, that is to say abrupt reversal of the magnetization at a given field, have been reported in the spin-ice compound $Dy_2Ti_2O_7$ at very low temperature (below 500 mK) [1]. This out-of-equilibrium process results in a heating of the whole sample up to a temperature of about 900 mK. Based on this mechanism of avalanches which induces a fast internal heating and cooling of the sample, we have developed a simple and robust technique, the 'magnetothermal avalanche quench', which results in the creation of nonequilibrium populations of magnetic monopoles in spin ice at millikelvin temperatures. Indeed, this technique forces thermal excitations out of equilibrium by a rapid temperature quench, and thus allows to prepare the spin-ice sample with a high density of monopoles. We have performed measurements of the relaxation of the magnetization in $Dy_2Ti_2O_7$ at very low temperature as a function of the applied field in various cooling conditions, including the 'avalanche quench' condition. We show that the dynamics strongly depend on the cooling rate, and thus on the density of magnetic monopoles. In particular, in the case of the 'avalanche quench' protocol, which corresponds to the fastest cooling rate and to the highest density of monopoles, the relaxation is found to exhibit spontaneous dynamical effects that typify far-from-equilibrium systems, yet are captured by simple models.

[1] D. Slobinsky et al., Phys. Rev. Lett. 105, 267205 (2010).

Multiferroic properties of layered triangular compounds

F. Damay¹, M. Poienar², J. Bourgeois¹, E. Elkaïm³, G. André¹, S. Petit¹, J. Robert¹, V. Hardy², A. Maignan², M. Hervieu², J. Rouquette⁴, C. Martin²

¹ *Laboratoire Léon Brillouin, CEA-CNRS UMR 12, 91191 GIF-SUR-YVETTE CEDEX, France*

² *Laboratoire CRISMAT, CNRS UMR 6508, 6 bd Maréchal Juin, 14050 CAEN CEDEX, France*

³ *Synchrotron Soleil, L'Orme des Merisiers, Saint-Aubin BP 48, 91192 GIF-SUR-YVETTE CEDEX, France*

⁴ *Institut Charles Gerhardt, UMR CNRS 5253, Place Eugène Bataillon, cc1503, 34095 MONTPELLIER CEDEX 5, France*

One of the most puzzling families of multiferroics is characterized by stackings of triangular planes, on which geometrically induced frustration of antiferromagnetic exchanges leads to complex non-collinear magnetic structures. In CuCrO₂ [1], for example, at the onset of the helicoidal spin ordering at \sim 21K, a spontaneous electric polarization is measured, whose value reaches \sim 30 μ C/m² [2] at 5K. The proposed microscopic origin of the spin-driven ferroelectricity in these compounds is based on the variation of the ligand-metal orbital hybridization, as a result of spin-orbit coupling [3]. In this context, tuning this hybridization by changing the oxygen ligand ion seems a promising way to design new multiferroic compounds. Chalcogenide AgCrS₂, in which the ligand ions are sulfur atoms, has a layered structure similar to the delafossite counterpart, and in which the Cr³⁺ ions form a perfect triangular lattice. At T_N = 41.5K [4], both antiferromagnetic ordering and the onset of an electric polarization (reaching 20 μ C/m² at 5K [5]) are observed. The mechanism behind multiferroicity is however very different from the one observed in CuCrO₂, and rather related to a spin-lattice coupling of electric dipoles and magnetic moments. Unlike CuCrO₂, in which a stiffer lattice might preclude large magneto-elastic effects, a crystal symmetry lowering is observed in AgCrS₂ at T_N, with a change of sign of the first neighbor magnetic exchange partially releasing the geometric frustration of the magnetic lattice [6]. Another way to play with this interesting topology will also be illustrated with electronic multiferroic LuFe₂O₄ [7], in which the ordering of equal amounts of Fe²⁺ and Fe³⁺ species on the triangular bilayers is proposed to induce a net polarisation below 330 K, the charge ordering temperature. Recent results [8] on the magnetic ground state of this compound, which orders magnetically below 250 K, will be presented, which raise the question of the relationship between spin and charge orders.

- [1] M. Poienar et al., Phys. Rev. B 79, 014412 (2009)
- [2] S. Seki et al., Phys. Rev. Letters 101, 067204 (2008)
- [3] C. Jia et al., Phys. Rev. B 76, 144424 (2007) ; T. Arima, J. Phys. Soc. Japan 76, 073702 (2007)
- [4] P.F. Bongers et al., J. Phys. Chem. Solids 29, 977 (1968)
- [5] K. Singh et al., Chem Mater. 21, 5007 (2009)
- [6] F. Damay et al., Phys. Rev. B 83, 184413 (2011) F. Damay et al., Phys. Rev. B 87, 134413 (2013)
- [7] N. Ikeda et al., Nature (London) 436, 1136 (2005)
- [8] J. Bourgeois et al., Phys. Rev. B 86, 024413 (2012)

Magnetoelectric coupling in isotope substituted multiferroic TbMnO_3

P. J. Graham¹, P. Rovillain^{1,2}, M. Bartkowiak^{2,3}, A. M. Mulders³, M. Yethiraj², E. Pomjakushina⁴, K. Conder⁴, M. Kenzelmann⁴ and C. Ulrich^{1,2}

¹ School of Physics, University of New South Wales, Sydney, NSW 2052, Australia. ² The Bragg Institute, ANSTO, Sydney, Australia. ³ School of Physical Sciences, UNSW, Canberra, Australia. ⁴ Paul Scherrer Institute, CH-5232 Villigen, Switzerland. pauline.rovillain@espci.fr

Multiferroics are a class of materials that exhibit coexistent ferroelectricity and magnetic ordering, offering new developments in next generation multifunctional devices. These materials present the possibility to encode data electrically and magnetically, as well as manipulate polarization with magnetic order and vice versa, opening the door to advances in high density information storage, spintronic devices and sensor applications. At present, the physics that underpin magnetoelectric coupling in multiferroics is not entirely understood. By studying their lattice dynamics and magnetic excitations via Raman scattering, we can obtain insight into the coupling mechanisms in these materials.

We have performed Raman spectroscopy measurements on oxygen isotope substituted multiferroic TbMnO_3 crystal and powder samples. Temperature dependent changes in phonon energies and linewidths have been examined in relation to the phase transitions in this material. Pronounced anomalies in phonon behaviors at $T_N = 41$ K show spin-phonon coupling effects related to its sinusoidal spin order. Further deviations below the multiferroic phase transition at $T_C = 28$ K indicate changes in crystal or magnetic structure. Specific heat measurements of the ^{16}O and ^{18}O TbMnO_3 powders do not show any isotope induced shifts in phase transition temperatures, indicating that dynamic Jahn-Teller distortions of MnO_6 octahedra do not play a dominant role in the appearance of magnetic order or ferroelectricity.

Driving the spin excitations in BiFeO₃ from spiral to canted state using pressure

J. Buhot¹, M.-A. Méasson¹, M. Cazayous¹, Y. Gallais¹, A. Sacuto¹, A. Forget² and D. Colson²

¹Laboratoire Matériaux et Phénomènes Quantiques, UMR 7162 CNRS, Université Paris

Diderot - Paris 7, France

²Service de Physique de l'Etat Condensé, DSM/DRECAM/SPEC, CEA Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette, France

BiFeO₃ is by far the most studied multiferroic compound, especially because it exhibits ferroelectricity and magnetism orders at room temperature, which makes it an ideal candidate for spintronics, electro-optics and data storage applications [1]. While its flurry of properties makes BiFeO₃ a paradigmatic multifunctional material, most are related to its ferroelectric character, especially studied under electric or magnetic fields [2]. The antiferromagnetism has not been extensively investigated in particular under pressure. Here we bring insight into the rich spin physics of BiFeO₃ in a detailed study of the dynamic magnetic response of BiFeO₃ bulk under pressure.

Below the Néel temperature ($T_N=640\text{K}$), BiFeO₃ exhibits a G-type antiferromagnetic order with a superimposed long range cycloidal magnetic modulation with wavelength $\lambda=62\text{ nm}$. The magnetic and structural properties are tracked simultaneously by Raman spectroscopy under pressure (up to 14 GPa). Thank to the Raman setup we have developed, we have been able to measure under pressure the spins excitations at low energy down to 0.6 meV.

We observe four structural phase transitions occurring around 3, 5, 8 and 11GPa, respectively, from R3c to Pmna through three orthorhombic phases. These results are consistent with previous studies [3]. The cycloidal modulation induces a magnon zone folding at the BZ center and the associated excitations modes are detected as several peaks at low energy in Raman spectra. By increasing the hydrostatic pressure, the energies of these peaks change and converge towards two distinct values. At the first structural transition, the magnetic peaks disappear and two single peaks remain, which is the evidence of a transition towards a canted antiferromagnetic order.

The vanishing of the magnetic cycloid is also observed in BiFeO₃ thin films for compressive epitaxial strain above a misfit strain of about -1.5% [4]. Here, the hydrostatic pressure allows a tuning of the spin state whereas for thin films, we have only access to discrete misfit strain accordingly to the substrate.

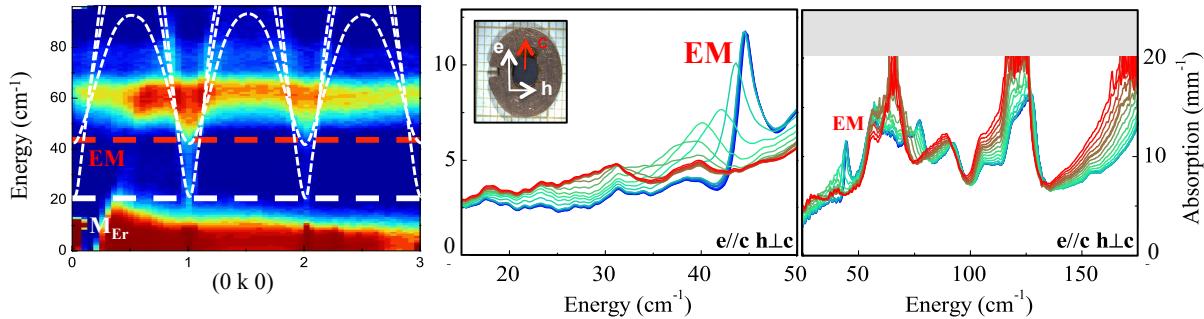
- [1] W. Eerenstein et al., NATURE 442, 759 (2006)
- [2] G. Catalan et al., ADVANCED MATERIALS 21, 24632485 (2009)
- [3] M. Guennou et al., PHYSICAL REVIEW B 84, 174107 (2011)
- [4] D. Sando et al., NATURE MATERIALS 12, 7 (2013)

Activation électrique d'un magnon dans le composé multiferroïque ErMnO_3

Laura Chaix^{1,2}, Sophie de Brion², Virginie Simonet², Rafik Ballou², Sylvain Petit³, Andres Cano⁴, Pascal Lejay², Jacques Ollivier¹, Eric Ressouche⁵, Louis-Pierre Regnault⁵, Jean-Blaise Brubach⁶, Fabrice Willaert⁶, Pascale Roy⁶

¹*Institut Laue-Langevin, Grenoble, France*, ²*Institut Néel, Grenoble, France*, ³*CEA/Saclay, Gif-sur-Yvette, France*, ⁴*ERSF, Grenoble, France*, ⁵*CEA/Grenoble, France*, ⁶*Synchrotron SOLEIL, Gif-sur-Yvette, France*

La combinaison des spectroscopies FIR et THz et la diffusion inélastique des neutrons sont des techniques expérimentales particulièrement adaptées pour sonder les excitations dans les systèmes fortement corrélés où les degrés de libertés, spin/réseau, peuvent être couplés. C'est le cas dans certains composés multiferroïques, où existent des excitations magnéto-électrique particulières, les électromagnons [1]. Nous avons étudié les propriétés dynamiques du composé multiferroïque ErMnO_3 , appartenant à la famille des manganites hexagonaux, en utilisant ces deux techniques expérimentales complémentaires. Cette étude a permis la mise en évidence d'une nouvelle excitation magnéto-électrique, un magnon excité par le champ électrique de l'onde électromagnétique, jamais observée auparavant dans ce composé. Par comparaison avec un autre composé de la même famille, YMnO_3 , nous attribuons cet électromagnon à une excitation hybride entre un niveau de champ cristallin actif électriquement et un magnon standard induit par l'ordre magnétique des ions Mn^{3+} [2]. Ce résultat met en évidence un nouveau processus microscopique pour le couplage magnéto-électrique dynamique dans les composés multiferroïques.



[1] A. Pimenov, et al., *Nature Physics* **2**, 97 (2006).

[2] L. Chaix et al., in preparation.

Aimants chiraux sous pression

M. Deutsch¹, O.L. Makarova^{1,2}, T. Hansen³, T. Fernandez-Diaz³, V. A. Sidorov⁴, A. V. Tsvyashchenko⁴, F. Porcher¹, S. Petit¹ et I. Mirebeau¹

¹ *Laboratoire Léon Brillouin, Saclay, France*

² *National Research Center "Kurchatov Institute", Moscow, Russia*

³ *Institut Laue Langevin, Grenoble, France*

⁴ *Vereshchagin Institute for High Pressure Physics, Troitsk, Russia*

Les aimants chiraux, notamment ceux de la famille structurale B20 (MnSi, FeGe, MnGe,) attirent de plus en plus l'attention grâce à leurs propriétés complexes et leurs structures de spin originales et facilement modifiables. Leur structure non centrosymétrique autorise un couplage des spins anisotrope et antisymétrique de type Dzyaloshinskii-Moriya ce qui a comme effet de briser la colinéarité de ceux-ci et ainsi engendrer des hélices de spin. Les skyrmions sont des défauts topologiques de spin qui peuvent exister dans ces composés à l'état individuel ou en formant un réseau [1]. Ces réseaux de skyrmions peuvent être construits par une superposition d'hélices de spins [2].

L'application de pression sur ces composés permet d'induire de nouveau comportement magnétique, de renforcer le domaine de stabilité des skyrmions [3,4], mais également de modifier la structure de bande induisant une disparition du magnétisme à longue portée et une transition de phase vers un état non liquide de Fermi [5].

Nous avons étudié par diffraction de neutrons (diffractomètres G6.1, LLB et D20, ILL) sous pression le composé MnGe qui présente l'hélice de spin la plus courte de sa famille [6,7] (30 Å contre 180Å pour MnSi et 700Å pour FeGe) et pour lequel la possibilité d'existence d'un réseau de skyrmions sous champ nul et dans une large gamme de température est actuellement hautement débattue [8,9].

Nous discuterons les résultats obtenus par rapport à l'existence d'un réseau de skyrmions et en les comparant à une récente étude ab-initio des transitions induites par la pression [10].

- [1] S. Mühlbauer et al., Science 323, 915 (2009).
- [2] U. K. RöSSLer et al., Journal of Physics : Conference Series, 303, 012105, (2011)
- [3] M. Lee, et al., PRL. 102, 186601 (2009).
- [4] R. Ritz et al., PRB 87, 134424 (2013).
- [5] C. Pfleiderer, et al., Science 316, 1871 (2007)
- [6] N. Kanazawa et al., PRL. 106, 156603, (2011).
- [7] O. L. Makarova et al., PRB, 85, 205205, (2012)
- [8] N. Kanazawa, et al., PRB, 86, 134425 (2012).
- [9] Y. Shiomi et al., PRB, 88, 064409 (2013)
- [10] RöSSLer, U. K. Journal of Physics : Conference Series, 391, 012104, (2012)

Unconventional magnetic order in the pseudo-gap state of high- T_c cuprates

Yvan Sidis

¹*Laboratoire Léon Brillouin, CEA-CNRS, CEA-Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette, France*

There has been a long-standing debate among condensed-matter physicists about the origin of the pseudo-gap state in high-temperature superconducting cuprates. Two theoretical approaches have been opposed : in the former, the pseudo-gap state is a precursor of the superconducting state, in the later, it corresponds to another state of matter, competing with superconductivity. Supporting the second scenario, polarized neutron diffraction has revealed the existence of a 3D long range magnetic phase, hidden inside the pseudo-gap state of underdoped $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6+x}$, $\text{HgBa}_2\text{CuO}_{4+\delta}$ and $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ [1-4]. In these systems, its ordering temperature T_{mag} matches the pseudo-gap temperature T^* deduced from resistivity measurements. This magnetic phase can be described as an Intra-Unit-Cell antiferromagnetic state : time reversal symmetry is broken, but lattice translation invariance is preserved. The occurrence of such a magnetic state has been predicted in the circulating current theory of the pseudo-gap proposed by C.M. Varma [4]. In this theory, staggered current loops give rise to orbital-like magnetic moments within CuO_2 unit cell. In addition, the theory predicts specific discrete collective magnetic excitations [6] and two quasi non-dispersive excitations have been recently observed in the pseudo-gap state of $\text{HgBa}_2\text{CuO}_{4+\delta}$ in inelastic neutron scattering measurements [6]. In weakly underdoped $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_{4+\delta}$ and $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6+x}$ [8], the Intra-Unit-cell magnetic order weakens upon approaching the insulating antiferromagnetic state and competes with other spin (and/or charge) instabilities.

- [1] B. Fauqué et al., Phys. Rev. Lett. 96, 197001 (2006)
- [2] Y. Li et al, Nature 455, 372 (2008)
- [3] S. De Almeida-Didry et al., Phys. Rev. B 86, 020504(R) (2012)
- [4] P. Bourges and Y. Sidis, C. R. Physique, 12, 461, (2011) ; Phys. Rev. B 84, 224508 (2011).
- [5] C. M. Varma, Phys. Rev. B 73, 155113 (2006).
- [6] Varma, Nature 468, 184 (2010) ; Yan He and C.M. Varma, Phys. Rev. Lett. 106, 147001 (2011).
- [7] Y. Li et al., Nature 468, 283 (2010) ; Nat. Phys. 8, 404 (2012).
- [8] V. Balédent et al., Phys. Rev. Lett. 105, 027004 (2010) ; Phys. Rev. B 83, 104504 (2011)

Etude par ARPES des phases magnétiques des nouveaux supraconducteurs au fer

Véronique Brouet¹, Ping-Hui Lin¹, Maria Fuglsang Jensen¹, Amina Taleb-Ibrahimi², Patrick Le Fèvre², François Bertran², Anne Forget³, Dorothée Colson³

¹*Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris-Sud, UMR 8502, Bâtiment 510, 91405 Orsay, France*

² *Synchrotron SOLEIL, L'Orme des Merisiers, Saint-Aubin BP 48, 91192 Gif sur Yvette, France*

³ *Service de Physique de l'Etat Condensé, Orme des Merisiers, CEA Saclay, CNRS-URA 2464, 91191 Gif sur Yvette Cedex, France*

En 2008, une nouvelle famille de composés supraconducteurs a été découverte, basée sur des plans carrés de Fe, reliés entre eux par des pnictures (As, P). La température de supraconductivité maximum est de 56 K, ce qui paraît trop élevé pour pouvoir s'expliquer par le mécanisme traditionnel d'appariement des électrons par les phonons. Cette découverte a donc suscité un énorme intérêt et de nombreuses études ont été entreprises pour mieux comprendre la structure électronique de ces matériaux et surtout le rôle possible d'excitations magnétiques dans la supraconductivité.

A côté de ces composés supraconducteurs, cette famille présente donc aussi un certains nombres de composés magnétiques. La nature du magnétisme est fortement débattue et interroge la nature des corrélations électroniques dans ces systèmes. Ces composés étant métalliques, un point de vue itinérant (comme pour une onde de densité de spin) paraît dabord naturel, mais certains aspects sont bien, voire mieux, décrits par un point de vue localisé. Les deux aspects jouent en fait un rôle complémentaire. Il est très intéressant détudier la reconstruction de la structure électronique dans ces phases magnétiques par photoémission résolue en angle (ARPES). D'une part, les températures de transition, de l'ordre de 100K, sont très accessibles et les énergies mises en jeu suffisamment importantes pour être clairement visualisées par cette technique. D'autre part, il existe plusieurs types d'ordres magnétiques différents qui peuvent être comparés. Nous discuterons le cas de différents ordres magnétiques dans les plans : des chaînes ferromagnétiques couplées antiferromagnétiquement dans BaFe₂As₂ [1], des doubles chaînes dans FeTe [2] et un ordre ferromagnétique dans CaCo₂As₂.

[1] M. F. Jensen, V. Brouet et al., Phys. Rev. B 84, 014509 (2011) and references therein.

[2] P.H. Lin, V. Brouet et al., cond-mat/1306.2603.

Etude par diffusion neutronique du réseau de vortex supraconducteur : le cas des interactions attractives

Alain Pautrat¹, Annie Brûlet²

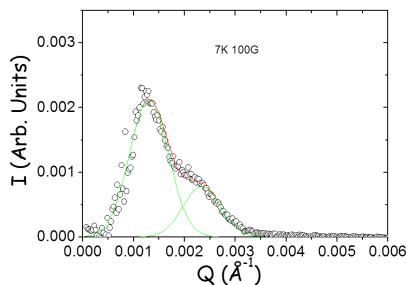
¹ Laboratoire CRISMAT, Caen, France

² Laboratoire Leon Brillouin, Saclay, France

Les supraconducteurs de deuxième espèce sont peuplés d'un réseau de vortex qui gouverne toutes les propriétés électromagnétiques de l'état mixte. Le réseau de vortex peut être étudié par diffusion neutronique, à la fois pour étudier la structure volumique de ce dernier et donc son rôle effectif dans les propriétés physiques, mais également pour extraire des paramètres fondamentaux tels que la densité superfluide où l'aimantation d'équilibre, ce que j'illustrerais par quelques exemples. Ce réseau de vortex est différent pour les supraconducteurs à faible paramètre de Ginzburg Landau κ . Alors que le réseau conventionnel est stabilisé par des interactions répulsives, des interactions attractives peuvent dominer dans la limite $\kappa \approx 0.7$ et conduire à des clusters de vortex observés il y a longtemps par des techniques de surface. Récemment, ce sujet a connu un nouvel intérêt par l'observation de tels clusters dans le supraconducteur à 2 gaps MgB₂, mais avec de nombreuses questions sur le mécanisme de stabilisation des structures observées [1]. Nous avons utilisé le nouveau spectromètre TPA du LLB, qui permet de mesurer avec une grande résolution des petits vecteurs de diffusion, i.e. des champs magnétiques faibles (typ. 50 G) comparables à ceux utilisés pour des techniques de surface. Je présenterais les principaux résultats obtenus dans un échantillon de Niobium pur. Nous avons pu suivre l'évolution en température des structures. En particulier, nous rapportons une coexistence de phase inattendue entre un réseau conventionnel et des clusters de vortex. Nos résultats permettent également de conclure que l'ancre ne joue qu'un rôle négligeable dans la stabilisation des clusters, les résultats étant en bon accord avec les modèles thermodynamiques basés sur les corrections non locales des interactions vortex-vortex [2].

[1] V.V Moshalkov et al, Phys. Rev. Lett. 102, 117001 (2009) and Ernst Helmut Brandt and Shi-Ping Zhou Physics 2, 22 (2009).

[2] A.pautrat and A. Brûlet, in preparation.



Observation de 2 pics de Bragg magnétiques correspondants à la coexistence de deux réseaux de vortex à périodicités différentes.

Magnéto-élasticité de $\text{Fe}_{1.1}\text{Te}$ sous champ magnétique intense

X. Fabrèges¹, F. Duc¹, W. Knafo¹, C. Detlefs², T. Roth², R. Viennois³, E. Giannini⁴

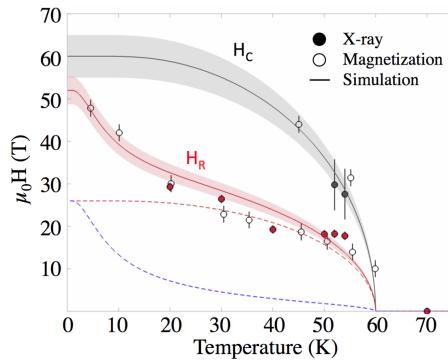
¹ Laboratoire National des Champs Magnétiques Intenses, Toulouse, France

² European Synchrotron Radiation Facility, Grenoble, France

³ Institut Charles Gerhardt, Université Montpellier 2, France

⁴ Département de Physique de la Matière Condensée, Genève, Switzerland

La découverte en 2006 des composés supraconducteurs à base de fer a apporté un nouveau souffle à l'étude de la supraconductivité non-conventionnelle. De nombreuses similitudes entre les deux classes de systèmes (plans, phase antiferromagnétique, pseudo-gap, ...) laissent penser que ces éléments sont nécessaire à l'apparition de la supraconductivité. Le cas des composés Fe(Te,Se) est particulier, la phase antiferromagnétique du composé parent s'interpénétrant avec la phase supraconductrice. L'étude des propriétés magnétiques, et leur corrélation avec les différents degrés de liberté, est de ce fait primordiale. Dans cet exposé, une étude par diffraction de rayons X en champ magnétique pulsé d'un monocristal de $\text{Fe}_{1.1}\text{Te}$ sera présentée. L'application d'un champ magnétique intense, $\mu_0 H = 31$ T, grâce au dispositif développé au LNCMI permet de stabiliser des états magnétiques exotiques, révélant la nature du couplage magnéto-élastique. Deux transitions de phase distinctes sont observées dont le comportement en température est interprété par un modèle de champ moléculaire tenant compte des anisotropies et du dopage en Fe (cf. figure).



3.3 Jeudi 21 Novembre

Fermions Lourds

9h00	Stéphane Raymond	Résonance de spin et ordre magnétique induit dans le supraconducteur non conventionnel CeCoIn ₅
9h20	Rose-Marie Galéra	Comportement magnétique anomal du composé skutterudite CePt ₄ Ge ₁₂
9h40	Georg Knebel	Field-Induced Fermi Surface Instability in YbRh ₂ Si ₂
10h00	Mounir Boukahil	Quantum criticality and phase diagram under pressure of Ce(Ru _{0.92} Rh _{0.08})Si ₂
10h20	Alexandra Palacio-Morales	Thermopower quantum oscillations and phase diagram under pressure of CeRh ₂ Si ₂

Pause café (10h45-11h10)

Magnétisme frustré - Théorie

11h10	Michel Gingras	Oxydes de Pyrochlore Magnétique : Fin de l'Esclavage du Modèle d'Ising
12h00	Ludovic Jaubert	Towards a general theory for pyrochlores
12h20	Laura Messio	Kapellasite : un liquide de spin sur kagome avec des interactions en compétition

Repas (12h45-14h00)

14h10	Peter Holdsworth	Magnetic Moment Fragmentation and Monopole Crystallization
14h30	Mike Zhitomirsky	Order by disorder in XY pyrochlore Er ₂ Ti ₂ O ₇

15h00 : Visites des installations du Plateau de Saclay : LLB-Orphée et SOLEIL.

18h00 : Retour à Gif

19h00 : Apéritif et dîner de "gala".

Résonance de spin et ordre magnétique induit dans le supraconducteur non-conventionnel CeCoIn₅

Stéphane Raymond¹

¹ SPSMS, UMR-E 9001, CEA-INAC/UJF-Grenoble 1, 38054 Grenoble, France

Dans le supraconducteur non conventionnel de type d CeCoIn₅, un fait particulièrement marquant est la possibilité d'induire un ordre magnétique incommensurable sous champ magnétique à partir de la phase supraconductrice. Lorsque la supraconductivité disparaît à Hc2, l'ordre magnétique disparaît aussi. C'est un effet coopératif unique entre le magnétisme et la supraconductivité qui a conduit à de nombreux travaux théoriques (rôle des vortex, paramètre d'ordre à plusieurs composantes, importance de la limite de Pauli....). Par ailleurs, le spectre des excitations magnétiques de basse énergie de CeCoIn₅ est dominé par une résonance de spin qui apparaît uniquement dans la phase supraconductrice, un phénomène commun aux cuprates, supraconducteurs au Fer et fermions lourds et qui permet de discuter des mécanismes microscopiques mis en jeu dans la supraconductivité non-conventionnelle.

Récemment, nous avons montré que l'ordre incommensurable induit sous champ dans CeCoIn₅ existe aussi à champ nul dans Ce_{0.95}Nd_{0.05}CoIn₅ [1]. Le point commun entre ce dernier cas et l'ordre induit sous champ dans CeCoIn₅ est que l'ordre magnétique apparaît à l'intérieur de la phase supraconductrice (i.e. T_N < T_c). Nous suggérons donc que la supraconductivité de type d joue un rôle essentiel pour l'établissement de cet ordre magnétique incommensurable et le mécanisme proposé est celui de l'amplification des conditions de nesting par un paramètre d'ordre supraconducteur avec des noeuds. Nos mesures sur la résonance de spin portent sur son splitting sous champ dont l'étude par diffusion des neutrons polarisés donne des indications importantes sur l'anisotropie en relation avec les différents modèles microscopiques [2]. Les perspectives de recherche concernent le lien entre l'ordre induit et la résonance de spin.

[1] Magnetic order in Ce_{0.95}Nd_{0.05}CoIn₅ : the Q-phase at zero magnetic field , S. Raymond, S.M. Ramos, D. Aoki, G. Knebel, V. Mineev and G. Lapertot, arXiv :1307.2592v1.

[2] Evidence for three fluctuations channels in the spin resonance of the unconventional superconductor CeCoIn₅, S. Raymond, K. Kaneko, A. Hiess, P. Steffens and G. Lapertot, Phys. Rev. Lett. 109 (2012) 237210.

Comportement magnétique anormal du composé skuttérudite $\text{CePt}_4\text{Ge}_{12}$

Rose Marie Galéra^{1,2}, Christine Opagiste^{1,2} et Stéphane Rolz³

¹ Univ. Grenoble Alpes, Inst. NEEL, F-38042 Grenoble, France

² CNRS, Inst. NEEL, F-38042 Grenoble, France

³ Institut Laue-Langevin, BP 156, 38042 Grenoble, France

En raison de leur très faible conductivité thermique les systèmes à cage (clathra-tes) remplis apparaissent comme des matériaux potentiellement intéressants pour des applications en thermoélectricité. Il est généralement admis que les propriétés de ces systèmes sont dues à une dynamique particulière, effet de rattling de l'atome hôte, indépendante de celle du réseau. Toutefois l'existence d'un couplage réseau-atome hôte est suggérée par certains résultats expérimentaux [1,2]. Par exemple des comportements de type fermion-lourd observés dans la série des skuttérudites remplies $\text{ROs}_4\text{Sb}_{12}$ pourraient être expliqués par un couplage des modes de vibration locaux de la terre rare hôte avec la bande de conduction et non plus par un couplage de type Kondo [2].

Dans la nouvelle série des $\text{RPt}_4\text{Ge}_{12}$ la première étude des propriétés magnétiques de $\text{CePt}_4\text{Ge}_{12}$ classait ce composé à la frontière entre un comportement valence intermédiaire (VI) et un comportement de type réseau Kondo [3]. La diffusion des neutrons est une technique originale et puissante pour l'étude des systèmes de terre rare à comportement anormal qui permettrait de discriminer entre ces deux possibilités. En effet la fonction de diffusion (ou susceptibilité dynamique) des systèmes VI a une variation thermique très particulière. à basse température, pour $T \ll T_K$, elle présente une large structure inélastique à haute énergie. Au contraire dans les composés Kondo on observe généralement des structures inélastiques bien résolues dues aux excitations de champ cristallin. Nous avons synthétisé récemment les composés à base de La et Ce et réalisé les premières mesures de spectroscopie neutrons à l'Institut Laue-Langevin sur le spectromètre à temps de vol IN4C. Nos résultats révèlent une forte contribution des phonons dans les deux composés. L'excès de signal observé à basse température et à bas angles dans $\text{CePt}_4\text{Ge}_{12}$ est en accord avec un comportement de type valence intermédiaire.

- [1] M. M. Koza *et al.*, Nature Materials **7** 805 (2008)
- [2] S. Tsutsui *et al.*, Phys. Rev. B **86** 195115 (2012)
- [3] R. Gumeniuk *et al.*, J. Phys. : Condens. Matter **23** 465601 (2011)

Field-Induced Fermi Surface Instability in YbRh_2Si_2

G. Knebel¹, A. Pourret¹, M. Boukahil¹, D. Aoki^{1,2}, G. Lapertot¹, T.D. Matsuda³, and J. Flouquet¹

¹ SPSMS, UMR-E CEA / UJF-Grenoble 1, INAC, Grenoble, F-38054, France

² IRM, Tohoku University, Oarai, Ibaraki 311-1313, Japan

³ Advanced Science Research Center, Japan Atomic Energy Agency, Tokai, Ibaraki, 319-1195, Japan

We report on thermoelectric, resistivity and de Haas van Alphen measurements in the anti-ferromagnetic heavy fermion compound YbRh_2Si_2 at low temperatures and under high magnetic field [1]. At low temperature, the thermoelectric power and the resistivity present several distinct anomalies as a function of field H [110]. A first anomaly appears at 3.5 T and a cascade of transitions above around $H_0 = 9.5$ T when the magnetic polarization reaches a critical value and the effective mass drops. The change of sign of the thermoelectric power from negative at low magnetic field to positive at high field ($H > H_0$) results from a Lifshitz-type topological transition of the Fermi surface. A logarithmic divergence of S/T to low temperatures has been observed for $H = 11.5$ T, just above H_0 and is quite comparable to the well-known divergence of S/T in a wide temperature range above the antiferromagnetic order at $T_N = 0.07$ K for $H = 0$ T in the proximity of the magnetic quantum criticality. The topological transition in YbRh_2Si_2 will be discussed in comparison to dHvA experiments. Furthermore it will be contrasted to the well characterized Fermi surface change in CeRu_2Si_2 at its pseudo-metamagnetic transition.

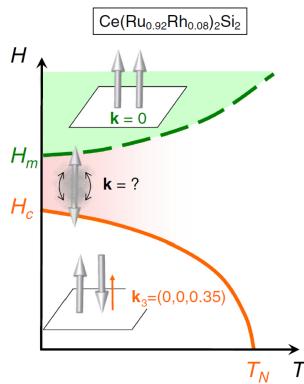
Quantum criticality and phase diagram under pressure of $\text{Ce}(\text{Ru}_{0.92}\text{Rh}_{0.08})\text{Si}_2$

Mounir BOUKAHIL¹, Dai AOKI^{1,2}, Georg KNEBEL¹, Jacques FLOUQUET¹

¹ CEA-Grenoble/INAC/SPSMS/IMAPEC, Grenoble, France

² IMR-Tohoku University, Oarai, Japan

CeRu_2Si_2 is a paramagnetic heavy fermion compound with antiferromagnetic correlations. Neither superconductivity, nor any long range magnetic ordering has been reported so far, and the paramagnetic Fermi liquid state of the system is kept down to 20 mK. Under an external applied field along the c-axis a pseudo-metamagnetism transition H_m occurs at 7.8 T which is connected to a distinct change of the Fermi surface. Here we focus on the CeRu_2Si_2 series and more specifically the 8% Rh doped system. The antiferromagnetic (AF) spin correlations that have been detected through inelastic scattering experiment in the pure system, are stabilized by the doping process leading to an AF ordered state below the Néel temperature $T_N = 4.2$ K. At $T = 0$ K, the AF state is stable up to the critical field $H_c(0) = 2.8$ T. Furthermore, Rh substitution on Ru site is responsible of noteworthy decoupling between H_c and H_m . The region above H_m is dominated by the strong local polarization of the electron leading to a so-called polarized paramagnetic (PPM) phase. An increase in the pressure results in an increase of H_m and the AF phase is suppressed already at 0.2 GPa. The pressure response of the system is such sensitive that the study has been performed through a precise tuning of it in the range of 0 to 0.2 GPa. Resistivity measurements were operated to both scan the temperature and the field dependence. The low temperature region is identified as a Fermi liquid state. The field and the pressure dependence of the A coefficient of the resistivity, which is proportional to the specific heat coefficient, has been studied in detail. The obtained results have allowed the construction of the (H,T) phase diagram at different pressures. The evolution of the Néel temperature T_N with the pressure has been followed until the AF phase vanishes at 0.2 GPa. The results will be compared to the pure and the La doped system.



Thermopower quantum oscillations and phase diagram under pressure of CeRh₂Si₂

Alexandra PALACIO MORALES¹, Alexandre POURRET¹, Georg KNEBEL¹, Gabriel SEYFARTH², Dani AOKI^{1,3}, Daniel BRAITHWAITE¹

¹*CEA-Grenoble/INAC/SPSMS/IMAPEC, Grenoble, France*

²*LNCMI-Grenoble, Grenoble, France*

³*IMR-Tohoku University, Oarai, Japan*

CeRh₂Si₂ is a heavy fermion compound which orders below $T_N = 36\text{K}$ in an antiferromagnetic state. The 4f electrons are considered to be mostly localized. It presents a complex (P,T,H) phase diagram. At ambient pressure the antiferromagnetic structure changes below $T_{N2} = 24\text{K}$ and under magnetic field along the c-axis, the antiferromagnetic order is suppressed by a two step transition at $H_c \sim 25\text{T}$. Under pressure, the antiferromagnetism is suppressed for $p \sim 1\text{GPa}$. In the pressure range of $1.0 - 1.1\text{GPa}$, a superconducting phase appears below 0.4K which maximum coincides with the suppression of T_N .

Thermoelectric measurements have been used to analyze the phase diagram of CeRh₂Si₂ tuning its behavior by magnetic field (up to 30T), pressure (up to 1.5GPa) and temperature. At ambient pressure, we have observed the phase transitions between the AF phases and from those to the PM phase as a consequence of significant changes of the value of the Seebeck coefficient. A strong signal of thermopower quantum oscillations has been observed for $H < 25\text{T}$. For $H > 26\text{T}$, they disappear. We determine the frequencies and the cyclotron masses of the Fermi surface in the AF phase and show that they are in agreement with those of the dHvA studies.

New absolute thermopower measurements under pressure have been developed to study the (T,P) phase diagram. The suppression of T_N and T_{N2} has been followed. It has been observed that the main heat carriers at low temperatures varied from electrons to holes under pressure. As the pressure was increased, the behavior of CeRh₂Si₂ converged to the behavior of most of the Ce-based compounds.

Our results show that the thermoelectricity is a powerful probe to determine any change in the Fermi surface and follows the quantum oscillations of the system at higher temperatures than others probes.

Pyrochlores de Terres Rares : Fin de l'Esclavage du Modèle d'Ising

Michel Gingras

*Department of Physics and Astronomy, University of Waterloo
Canadian Institute for Advanced Research/Quantum Materials Program*

Une classe de composés hautement frustrés particulièrement intéressants, et qui font couler beaucoup d'encre, sont les oxydes magnétiques de terres rares, de structure pyrochlore et de formule chimique $A_2B_2O_7$ ($A=Y, Gd, Tb, Dy, Ho, Yb$; $B=Ti, Sn$). Dans ces systèmes, les ions magnétiques A^{3+} occupent un réseau de tétraèdres connectés par leurs sommets une architecture apte à engendrer une haute frustration quand les interactions magnétiques entre ions sont effectivement antiferromagnétiques (les ions B^{4+} ne sont pas magnétiques). Les composés $(Ho,Dy)_2(Ti,Sn)_2O_7$, où les ions Ho^{3+} et Dy^{3+} sont bien décrits par des spins Ising classiques effectifs, sont des exemples de spin ice, aujourd'hui assez bien compris. Dans les composés $(Gd,Er,Yb)_2(Ti,Sn)_2O_7$, les ions magnétiques Gd^{3+} , Er^{3+} et Yb^{3+} sont plutôt décrits par des modèles de type Heisenberg ou XY. Les deux dernières années ont vu notre compréhension de ces systèmes s'accélérer énormément et on commence donc enfin à comprendre autre chose que les pyrochlores $A_2B_2O_7$ de type Ising. Dans ce séminaire, je ferai une revue de quelques progrès dans certains de ces systèmes, mentionnant le paradoxe proposé par la paire $Yb_2Ti_2O_7/Yb_2Sn_2O_7$ et peut être $Tb_2Ti_2O_7/Tb_2Sn_2O_7$ si le temps me le permet.

Towards a general theory for pyrochlores

Ludovic Jaubert¹, Han Yan ¹, Owen Benton ¹ Nic Shannon ¹

¹ *OIST, Okinawa, Japon*

Pyrochlore oxydes is a very rich family in magnetism where each member brings its own personality. If some materials and models exhibit exotic phase transitions away from the standard Ginzburg-Landau paradigm, other are able to avoid ordering such as spin ice ($Dy_2Ti_2O_7$) or potential spin liquids ($Tb_2Ti_2O_7$). $Yb_2Ti_2O_7$ for example has generated considerable excitement as a potential example of a "quantum spin-ice".

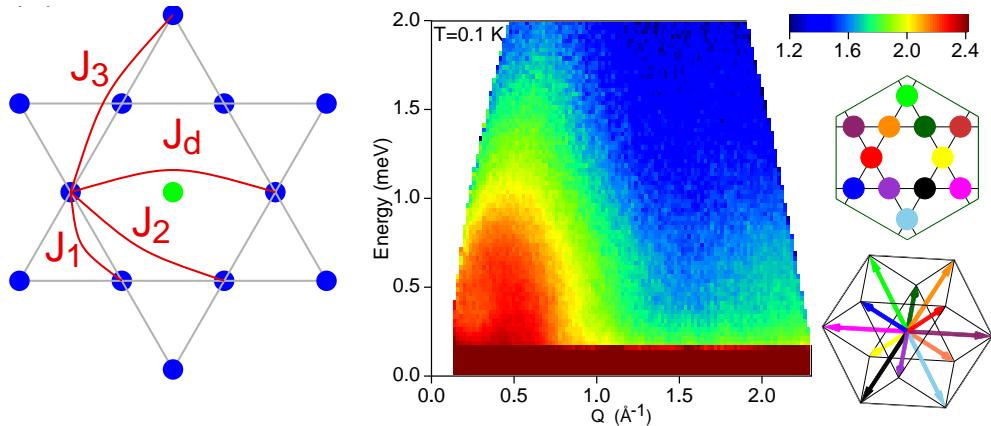
Here we show how it is possible to construct a unified picture of ground state and excitations in a wide range of such materials. Our starting point is a simple effective field theory which explains both the dimensional reduction seen in $Yb_2Ti_2O_7$, and the ground-state selection in $Er_2Ti_2O_7$. These results are combined with spin wave calculations and extensive classical Monte Carlo simulations to provide a comprehensive picture of the interplay between order and finite temperature excitations in pyrochlores oxides with highly-anisotropic exchange interactions.

Kapellasite : un liquide de spin sur kagome avec des interactions en compétition

Laura Messio¹, Samuel Biéri¹, Bernard Bernu¹, Claire Lhuillier¹

¹*LPTMC, Université Paris VI, Paris*

La Kapellasite, de formule $\text{Cu}_3\text{Zn}(\text{OH})_6\text{Cl}_2$, est un composé polymorphe à l'Herbertmishite. C'est un réseau kagomé antiferromagnétique frustré de spins $1/2$. Des mesures de susceptibilité magnétique, de résonance magnétique nucléaire, de relaxation de spins de muons et de diffusion de neutron montrent qu'à basse température, la Kapellasite est un liquide de spins sans gap (PRL **109**, 037208, 2012). A partir de développements de séries hautes températures, utilisant à la fois la susceptibilité magnétique et les mesures de chaleur spécifique à basse température (PRB **87**, 155107, 2013), les couplages ont été trouvés compatibles avec les valeurs $J_1 = -12$, $J_2 = -4$, and $J_d = 15.6\text{K}$, avec J_1 , J_2 les couplages premiers et second voisins et J_d le couplage troisième voisins à travers les hexagones. Cela confirme la proposition d'un liquide de spins *derivé* d'un ordre à longue portée à 12 sous réseaux nommé cuboc2. Nous définirons l'état liquide de spins associé à l'ordre cuboc2, puis montrerons comment un tel liquide de spins peut être obtenu grâce à la théorie des bosons de Schwinger en champ moyen, ainsi que les limitations de cette théorie et les manières de les surmonter.



Magnetic Moment Fragmentation and Monopole Crystallization

Peter C. W. Holdsworth¹

¹*Laboratoire de Physique, École Normale Supérieure de Lyon, Université de Lyon, CNRS, 46 Allée d'Italie, 69364 Lyon Cedex 07, France*

The Coulomb phase, with its dipolar correlations and pinch-point scattering patterns, is central to discussions of geometrically frustrated systems, from water ice to binary and mixed-valence alloys, as well as numerous examples of frustrated magnets. To date, the emergent Coulomb phase of lattice based systems has been associated with divergence-free fields and the absence of long-range order. Here [1] we go beyond this paradigm, demonstrating that a Coulomb phase can emerge naturally as a persistent fluctuating background in an otherwise ordered system. For this we develop the monopole model [2] for magnetic fluctuations on a pyrochlore and a kagome lattice. We introduce the concept of the fragmentation of the magnetic moment field into two parts, one giving rise to a crystal of magnetic monopoles, the other a magnetic fluid with all the characteristics of an emergent Coulomb phase. Our theory is backed up by numerical simulations and we discuss its importance with regard to the interpretation of a number of experimental results.

[1] M. Brooks-Bartlett, A. Harman-Clarke, S. Banks, L. D. C. Jaubert and P. C. W. Holdsworth, Preprint, arXiv :1306.4120, 2013.

[2] C. Castelnovo, R. Moessner, and S. L. Sondhi, Nature **451**, 42 (2008).

Order by disorder in XY pyrochlore $\text{Er}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$

Mike Zhitomirsky¹, Peter Holdsworth², Mariya Gvozdikov¹ and Roderich Moessner³

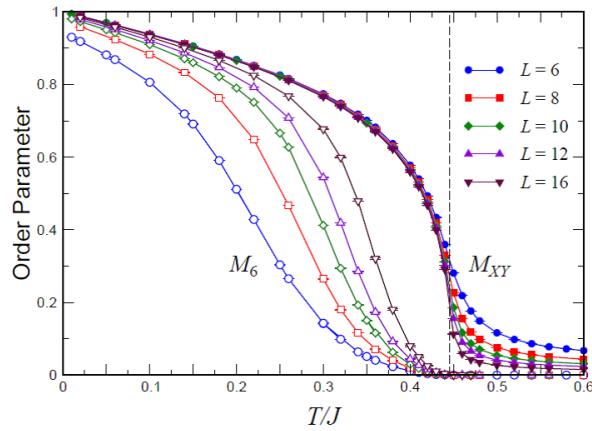
¹ *Service Physique Statistique, Magnetisme et Supraconductivite, INAC/CEA, Grenoble, France*

² *Laboratoire de Physique, Ecole Normale Superieure de Lyon, Lyon, France*

³ *Max-Planck-Institut fur Physik komplexer Systeme, Dresden, Germany*

We suggest and investigate an effective pseudo-dipolar spin-1/2 model for the XY pyrochlore antiferromagnet $\text{Er}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ [1]. Bond-dependent exchange anisotropy removes a massive degeneracy present for an isotropic pyrochlore antiferromagnet leaving a one-parameter continuous classical degeneracy between the $q = 0$ coplanar and noncoplanar spin states. This degeneracy is lifted by quantum fluctuations in favor of the noncoplanar spin structure observed experimentally - a unique experimental example of quantum order by disorder. A non-Goldstone low-energy mode is present in the excitation spectrum in accordance with inelastic neutron scattering data. Our theory resolves the puzzle of the experimentally observed continuous ordering transition in $\text{Er}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$, absent in previous models. I will further discuss the finite temperature properties of $\text{Er}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ based on extensive classical Monte Carlo simulations. In particular, the Monte Carlo results shown in the Figure illustrate that the phase transition in this highly anisotropic pyrochlore antiferromagnet belongs to the 3D XY universality class.

[1] M. E. Zhitomirsky, M.V. Gvozdikova, P. C. W. Holdsworth, and R. Moessner, Phys. Rev. Lett 109, 077204 (2012)



3.4 Vendredi 22 Novembre

Magnétisme de basse dimension

9h30	Fabien Alet	Mini-revue sur l'intrication dans les systèmes magnétiques quantiques
10h20	Guillaume Roux	Frustration et désordre dans le magnétisme unidimensionnel au travers de deux exemples

Pause café (10h40-11h10)

11h10	Yannick Klein	Electronic and magnetic properties of $\text{Ba}_4\text{Ru}_3\text{O}_{10}$ with structural trimers behaving as coupled magnetic dimers
11h30	Olivier Mentré	Nouveaux oxydes de cobalt à topologies magnétiques "exotiques"
11h50	Olivier Toulemonde	The effects of a heterogeneous distribution of the oxidation state on the magnetic properties of transition metal oxide

Clôture du GDR bilan - et départ (12h15 - 12h40)

Mini-revue sur l'intrication dans les systèmes magnétiques quantiques

Fabien Alet¹

¹ *Laboratoire de Physique Théorique, Université Paul Sabatier CNRS (UMR 5152), Toulouse*

L'intrication est probablement un des aspects les plus fondamentaux et fascinants de la mécanique quantique. Au cours des dernières années, de nombreux travaux ont revisité la physique de la matière condensée en essayant de quantifier ou détecter l'intrication dans les différents états de la matière. Loin d'avoir les compétences et le temps de pouvoir résumer l'entièreté de ces travaux, j'essaierai dans cette mini-revue d'illustrer quelques aspects importants de cette recherche : quantifier l'intrication avec l'entropie d'intrication, la loi des aires (et les termes sous-dominants), la correspondance "bulk-edge" et la "spectroscopie d'intrication" etc. Les exemples tirés du magnétisme quantique [chaînes de spin d'Heisenberg (1/2 ou 1), échelles de spin, systèmes 2d d'Heisenberg frustrés (kagomé ..) ou non (réseau carré)] permettront d'illustrer de façon pratique l'intérêt de l'intrication pour caractériser les différents états de la matière. Le domaine de l'intrication est dominé par les contributions théoriques, mais j'essaierai dans la dernière partie de présenter quelques propositions récentes pour mesurer expérimentalement l'entropie d'intrication ou des quantités reliées.

Frustration et désordre dans le magnétisme unidimensionnel au travers de deux exemples

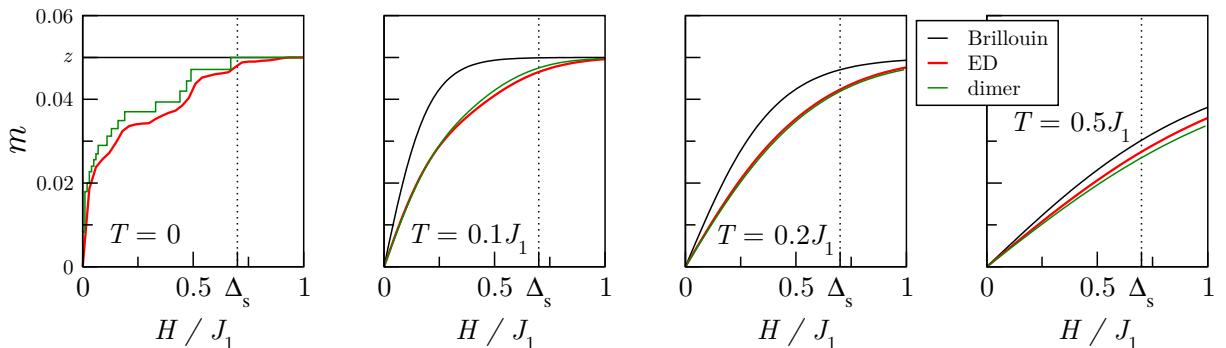
Arthur LAVARÉLO & Guillaume ROUX

*Laboratoire de Physique Théorique et Modèles statistiques, Université Paris-Sud, CNRS,
UMR8626, 91405 Orsay, France.*

L'influence du désordre dans des aimants unidimensionnels frustrés est étudiée dans deux modèles génériques : un désordre dans les couplages de la chaîne frustrée et la présence d'impuretés dans une échelle frustrée. Dans le premier exemple [1], les excitations élémentaires que sont les spinons se localisent par deux mécanismes, celui de localisation d'Anderson combiné à un confinement aléatoire. On montre alors qu'un désordre infinitésimal détruit le gap de spin et génère même un état partiellement ferromagnétique bien que tous les couplages soient anti-ferromagnétiques. Dans le deuxième exemple [2], en collaboration avec Nicolas LAFLORENCIE (LPT, Toulouse), on étudie l'effet des interactions entre spinons libérés par des impuretés dopant une échelle frustrée sur la courbe d'aimantation à bas champs (voir figure ci-dessous). Nous proposons une analyse quantitative des déviations à la réponse de Brillouin (spinons libres) qui pourraient être accessibles expérimentalement.

[1] Arthur Lavarélo and Guillaume Roux, *Localization of spinons in random Majumdar-Ghosh chains*, Phys. Rev. Lett. **110**, 087204 (2013).

[2] Arthur Lavarélo, Guillaume Roux, and Nicolas Laflorencie, *Magnetic responses of randomly depleted spin ladders*, arXiv :1307.6613 (2013).



Electronic and magnetic properties of $\text{Ba}_4\text{Ru}_3\text{O}_{10}$ with structural trimers behaving as coupled magnetic dimers

Yannick Klein¹, Gwénaelle Rousse¹, Guillaume Radtke¹, Andrès Saùl², Françoise Damay³,
Gilles André³, Taichi Igarashi⁴ and Ichiro Terasaki⁴

¹ *Institut de Minéralogie et de Physique des Milieux Condensés, UPMC-CNRS UMR 7590,
Paris, France*

² *IM2NP, Aix-Marseille University, CNRS UMR 7334, Marseille, France*

³ *Laboratoire Léon Brillouin, CEA-CNRS UMR 12, Gif-sur-Yvette, France*

⁴ *Departement of Physics, Nagoya University, Nagoya, Japan*

Ruthenium oxides exhibit strong hybridization and orbital overlap between Ru 4d and O 2p states. Such a characteristic is supposed to cause a loss of local magnetic moment character of Ru together with a delocalized behavior of electrons. Nevertheless, studies of numerous ternary Ru-oxides show that electrons have an equal chance of displaying itinerant or localized behavior, often dependent on subtle structural or chemical influence [1]. It is therefore difficult to predict and understand the physical properties of Ru-oxides without a full picture of their magnetic order and electronic band structure. In this study of $\text{Ba}_4\text{Ru}_3\text{O}_{10}$, we have combined neutron diffraction, transport and magnetic properties measurements, as well as band calculation in the density functional theory approximation to unveil the peculiar mechanism of the paramagnetic to antiferromagnetic transition at T_N where structural Ru-trimmers behave as magnetic dimers [2, 3].

- [1] R. J. Cava, Dalton Trans., 2979 (2004).
- [2] Y. Klein et al., Phys. Rev. B 84, 054439 (2011).
- [3] G. Radtke et al., Phys. Rev. B 87, 054436 (2013).

Nouveaux oxydes de cobalt à topologies magnétiques "exotiques"

Olivier Mentre¹, Rénald David¹, Houria Kabbour¹, Alain Pautrat², Silviu Colis³

¹ UCCS, UMR 8181, Villeneuve d'Ascq, France

² CRISMAT, UMR 6508, Caen, France

³ IPCMS, UMR 7504, Strasbourg, France

Cette présentation concerne la caractérisation de nouveaux oxydes dans les systèmes BaO-CoO-P₂O₅/As₂O₅/As₂O₃ et conduisant à des topologies magnétiques originales. Par exemple, i) Ba(CoAsO₄)₂ est un cas rare de système quasi-2D XY dans lesquels les ions Co²⁺ forment un réseau frustré honeycomb. Notre examen des phases Ba(CoPO₄)₂ a révélé un grand nombre de structures polytypes ($\alpha, \alpha', \alpha'', \beta, \gamma$) majoritairement bâties sur des arrangements des Co²⁺ en couches [1]. ii) Dans BaCoX₂O₇ (X=As, P), les déplacements atomiques induits par une modulation structurale donne un caractère 2D à des chaînes antiferromagnétiques. Les interactions frustrées qui en découlent conduisent à des plateaux d'aimantation promus de manière inédite par la frustration structurale. Nous avons pu montrer la conservation d'une structure magnétique "régulière" dans un contexte structural fortement modulé [2]. iii) Nous avons pu également utiliser les groupements As³⁺O₃ comme "spacers non-magnétique" dans BaCo₂(As₃O₆)₂·(H₂O)₂ qui se comporte essentiellement comme un "single Chain magnet" purement inorganique (dynamique de spin lente, mode unique de relaxation magnétique de type Debye ..) [3]. iv) Citons finalement la coordination originale du Co²⁺ en environnement plan-carré stabilisé par la paire libre de P³⁺ dans BaCo(As₂O₅) (figure 1) et son influence sur le couplage spin-orbite [4]. Cette communication consistera en un bilan ouvrant sur des perspectives quant à la pertinence de notre démarche en termes de prospection de nouvelles phases.

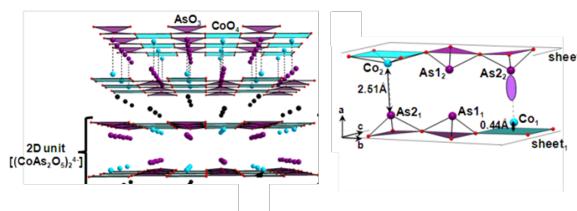


Figure 1 : gauche : topologie en couches dans BaCo(As₂O₅). droite : Co plan-carré stabilisé par un doublet non liant E (liaison arsine E-Co).

- [1] R. David et al. Inorg. Chem., 2013, 52, 8732
- [2] R. David et al. J Phys. Chem. C. 2013, 117, 18190
- [3] R. David et al., Inorg Chem, subm. [4] R. David et al., in preparation

The effects of a heterogeneous distribution of the oxidation state on the magnetic properties of transition metal oxide

J. Abel¹, A. Wattiaux¹, E. Gaudin¹, C. Labrugère¹, S. Marik^{1,2}, A. J. Dos santos-Garcia², E. Morán², M Á Alario-Franco² and Toulemonde O¹

¹CNRS, Université de Bordeaux, ICMCB, 87 avenue du Dr. A. Schweitzer, Pessac, F-33608, France

²Dpto. Química Inorgánica, Facultad de CC. Químicas, U. Complutense de Madrid, 28040-Madrid, Spain

Transition metal oxides with ABO_3 and A_2BO_4 known as perovskite-type and K_2NiF_4 type structures respectively and their ability to undergo reversible oxydo-reductions are technologically very attractive as electrodes in fuel cells (SOFC), as oxygen storage materials in anaerobic processes and as three way catalysts (TWCs) since they can release or uptake oxygen. This approach also opens a way towards huge change of the physical properties such as metal / insulator transition [1], semiconductor to superconductor [2], and antiferromagnetic to ferromagnetic transition [3]. When a single transition metal is introduced on the B crystallographic site, its oxidation state is indeed in direct relation with the release and/or uptake oxygen for a fixed chemical composition on the A crystallographic site. But when it is a mixture of transition metal cation that is introduced on the B crystallographic site, our recent results suggest that their relative oxidation states are in close relation with a metal to metal charge transfer. First, following a solid state root synthesis for $\text{SrFe}_{0.5}\text{Co}_{0.5}\text{O}_{3-y}$ material, as results of chemical titrations and Mossbauer spectroscopy studies, we highlight that the distribution of cobalt and iron oxidation states is heterogeneous, indicating that oxidation of cobalt cation requires higher oxidation potential than for the iron ones. Consequently, the random distribution of Co^{4+} and Fe^{4+} often considered is wrong. We emphasize the correlation in between the exhibited paramagnetic to ferromagnetic transition around room temperature and the oxidation state distributions [4]. Second, the influence of oxygen annealing in the electronic states for $(\text{Cu}_{1-x}\text{Mo}_x)\text{Sr}_2\text{RECu}_2\text{O}_{7+\delta}$ ($\text{RE} = \text{Y}, \text{Er}, \text{Tm}$) has been investigated. X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) measurements show the predominance of the MoV oxidation state over the MoVI one on as-synthesized phases. But, annealing under flowing oxygen enhances both the MoVI and CuII amounts indicating molybdenum to copper charge transfer. The as-prepared $\text{Mo}_{0.3}\text{Cu}_{0.7}\text{Sr}_2\text{ErCu}_2\text{O}_y$ material shows the existence of ferromagnetic clusters while the as-prepared $\text{Mo}_{0.3}\text{Cu}_{0.7}\text{Sr}_2\text{TmCu}_2\text{O}_y$ material is found to be a re-entrant spin glass (RSG) system. Interestingly, the redox reaction related to the molybdenum to copper charge transfer is associated with a non-superconducting state to a superconducting state phase transition [5].

- [1] A. Lebon, P. Adler, C. Bernhard et al Phys. Rev. Lett. (2004) 92, 037202.
- [2] D. Barbut, A. Wattiaux, M.H. Delville et al J. Mater. Chem., (2002) 12, 2961.
- [3] J. Töpfer and J. B. Goodenough J. Solid State Chem. (1997) 130, 117 and Chem. Mater., (1997) 9, 1467.
- [4] "Magnetic and magneto-caloric properties of $\text{SrFe}_{0.5}\text{Co}_{0.5}\text{O}_{3-y}$ upon Oxidation and Reduction : a heterogeneous distribution of the oxidation states." O. Toulemonde et al, Chem. Mater. (2012) 24, 11281135.
- [5] " $\text{Mo}_x\text{Cu}_{1-x}\text{Sr}_2\text{YCu}_2\text{O}_y$ ($0.3 \leq x \leq 1$) revisited. Superconductivity, magnetism and the Molybdenum oxidation state" Sourav M. et al J. Solid State Chem. (2012) 191, 40-45 and "Spin Glass to superconducting phase transformation by oxidation of a molybdo-cuprate : $\text{Mo}_{0.3}\text{Cu}_{0.7}\text{Sr}_2\text{TmCu}_2\text{O}_y$ " Sourav M. et al, Journal of Physics Condensed Matter (2013) 25, 165704

Chapitre 4

Posters

Probing high pressure magnetic properties by XMCD

François Baudelet¹, Lucie Nataf¹

¹ *Synchrotron SOLEIL, Gif sur Yvette France*

XAS and X-ray Magnetic Circular Dichroism (XMCD) are element and orbital selective probes of local order and microscopic magnetic properties. The dispersive EXAFS station at SOLEIL (ODE-beam-line) gives the possibility to perform numerous pressure XAS and XMCD experiments with an excellent statistic and very fast XAS kinetic. We present example of high pressure XAS and XMCD results on various iron systems : bulk and nano-sized bcc iron and magnetite.

The magnetic and structural phase transitions of iron have attracted a considerable interest because of their fundamental importance for the understanding of 3d electronic properties, and for geophysicists. Fe is considered as the most abundant element in the Earth core. The γ -transition has received much attention as it involves concomitant structural and magnetic changes, and occurs at ambient temperature and moderate pressure. The ϵ structure is that of Ru and Os, which are the 4d and 5d isoelectronic of Fe and are non-magnetic. The magnetic properties have been especially explored by EXAFS-XMCD experiments. The magnetic transition from ferromagnetic to supposedly no-magnetic state is accompanied by a structural change from bcc to hcp lattice. In the past, a study where the magnetic transition slightly precedes the structural one has been published. This mechanism of transition is still highly debated. We present new and recent XAS and XMCD results on bulk and nano-sized particules of iron under pressure. The reciprocal influence of the crystallographic structure and the magnetism, in the framework of recent theoretical developments will be discussed.

The structural properties of magnetite Fe_3O_4 under pressure has been extensively studied and are well established. This is not the case for its electronic and magnetic properties. We report a high pressure X-ray magnetic circular dichroism study of magnetite up to 41 GPa. We observe a continuous evolution of the magnetic moment in the whole pressure range, in agreement with a band structure description of the electronic state of magnetite. We highlight two or three distinct regimes of magnetism. The X-ray absorption spectra do not suggest any major modification in the local structure in this pressure range.

Shear μ -rheology of complex fluids using magnetic wires

Loudjy Chevry, Rémy Colin, Bérengère Abou and Jean-François Berret

¹ *Matière et Systèmes Complexes, UMR 7057 CNRS Université Denis Diderot Paris-VII, Batiment Condorcet, 10 Rue Alice Domon et Léonie Duquet, 75205 Paris, France*

Rheology is the study of the deformation and flow of matter. It is usually performed on macroscopic samples to determine a value of the viscosity, or a frequency-dependent response. Rheology on biological fluids is more challenging because of the small amounts of fluid available. Living cells for instance have volumes of the order of 10^{-12} L, and can only be studied with specific μ -rheology techniques, e.g. by embedding colloids in the cell interiors and monitoring their motion by microscopy [1]. Here, we present a μ -rheology technique based on the use of magnetic wires. Micron-sized wires of diameter 0.5 μm were synthesized following the electrostatic assembly of iron oxide nanoparticles. Passive/active $\dot{\gamma}$ -rheology was first conducted on model liquids, such as Newton and Maxwell fluids. These experiments reveal excellent agreement with theory [2].

Experiments were then carried out with wires embedded in the intracellular medium of murine fibroblasts [1] and of canine kidney epithelial cells (Figure 1). The mean-squared angular displacement (MSAD) of wires was obtained as a function of the time using an original tracking technique. The MSAD reveals a Brownian-like diffusive regime and a rotational diffusion constant varying as $1/L^3$, where L is the wire length. This scaling suggests that for the fibroblasts and for the epithelial cells, an effective viscosity of the cell interior can be determined [3]. Values of viscosity were found at 0.16 and 1.4 Pa s, respectively, i.e. 200 and 1800 times the viscosity of water ($T = 37^\circ\text{C}$). Preliminary results on active μ -rheology of cell interiors will be also presented and discussed in the light of previous cell mechanics experiments. In conclusion our approach demonstrates the importance of innovative probes for studying fluids in confined environments.

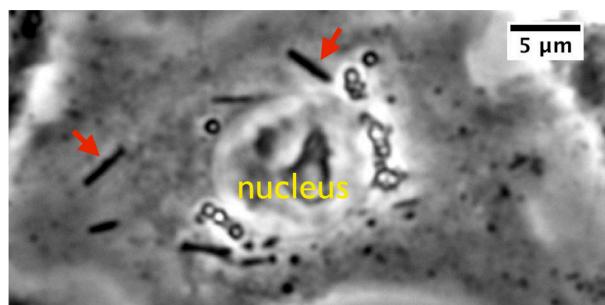


Figure 1 : Phase contrast microscopy images of NIH/3T3 fibroblasts cells treated with 4 μm wires for 24 h at a concentration of 10 wires/cell. The arrows indicate internalized nanowires.

- [1] Safi M, Yan MH, Guedea-Boudeville MA, Conjeaud H, Garnier-Thibaud V, Boggetto N, et al. Interactions between magnetic nanowires and living cells : Uptake, toxicity, and degradation. *ACS Nano* 5 (2011) 5354-5364
- [2] Frka-Petescic B, Erglis K, Berret J-F, Cebers A, Dupuis V, Fresnais J, et al. Dynamics of paramagnetic nanostructured rods under rotating field. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 323 (2011) 1309-1313
- [3] L. Chevry, R. Colin, B. Abou and J.-F. Berret, Intracellular μ -rheology probed by micron-sized wires, *Biomaterials* 34 (2013) 6299

Ab-initio study of the phonon spectrum in GeV_4S_8

Elena Cannuccia¹, Marie Bernardette Lepetit^{1,2}

¹ *Institut Laue Langevin, Grenoble, France*

² *Institut Néel, CNRS, Grenoble, France*

Nous présentons une étude ab-initio de GeV_4S_8 . Ce matériel appartient à une famille de matériaux qui présentent une transition de Mott induite soit sous pulse électrique, soit grâce à un couplage magnéto-électrique. Nous prévoyons d'étudier les phases à haute et basse température, caractériser les spectres de phonons pour les comparer avec les mesures d'infrarouge. Après nous voulons étudier la polarisation dans les différentes phases pour comprendre son origine.

Small Angle Neutron Scattering (SANS) studies of Prussian blue analogues CsNi[Cr(CN)₆] nanoparticles

K. Ridier ¹, B. Gillon ¹, G. Chaboussant¹, S. Mazerat ², L. Catala ², T. Mallah ²

¹ Laboratoire Léon Brillouin (UMR12 CEA-CNRS), CEA Saclay, 91191 Gif/Yvette, France

² Institut de Chimie Moléculaire et des Matériaux d'Orsay, CNRS, Université Paris Sud 11, 91405 Orsay

The structural and magnetic form factors of Prussian Blue Analogues (PBA) magnetic nanoparticles embedded in CTA or PVP (100 and 300) polymer matrices have been studied using small angle neutron scattering (SANS) and neutron diffraction. "Single particle" structural form factor models are confronted to the experimental data and we find that a spherical core-shell model, beyond a simple spherical model, may be considered in order to account for the data. While the total thickness is found to match microscopy data, the shell-to-core ratio depends on the size of the particles and also on the type of matrix used (PVP or CTA).

The structure factor $S(q)$ is also evaluated using Percus-Yevick (Hard-Sphere) or mean-field models. A direct method allows us to extract $S(q)$ for PVP100 and CTA samples. Below 70-90K the particles are ferromagnetic-type with large superparamagnetic fluctuations. To understand the magnetic properties as a function of temperature, particle size, type of polymer matrix, we have performed SANS under field (0 to 1T) and at low temperature on 15 nm (in CTA or PVP) particles. The observed field-dependent contribution originates from the magnetic form factor FM(q) of the particles and is directly related to the individual magnetization process of the nanoparticles from the paramagnetic regime at high temperature to the superparamagnetic regime at low temperature.

Artificial Spin Ice - The Quest for New Magnetic Phases

I.A. Chioar¹, N. Rougemaille¹, M. Hehn², D. Lacour², F. Montaigne², H. Riahi², B. Santos Burgos³, T.O. Mentes³, A. Locatelli³, B. Canals¹

¹ Institut Néel, CNRS et Université Grenoble Alpes, Grenoble, France

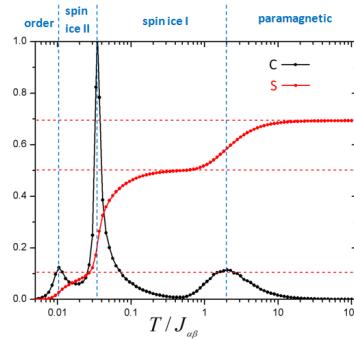
² Institut Jean Lamour, Université de Lorraine et CNRS, Vandoeuvre lès Nancy, France

³ Elettra-Sincrotrone Trieste, Basovizza, Trieste, Italy

Frustration can be defined as a competition between interactions such that not all of them can be simultaneously satisfied. Magnetic frustration has been reported in materials such as the holmium titanate ($\text{Ho}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$), in which the Ho^{3+} ions are magnetic and form a network of corner-sharing tetrahedra. The magnetic ground state of this system is achieved if, for each tetrahedron, two of the magnetic moments of the Ho^{3+} ions are pointing inwards and the other two outwards. The spin orientations can be perfectly mapped onto the displacements of hydrogen atoms in water ice, which lead to the introduction of the term spin ice and also brought new insights into magnetic frustration effects. However, a thorough understanding of how spins accommodate frustration requires local, individual probing. This proves to be an impossible task, as such a measuring procedure alters the state of the system.

One way around this experimental barrier is to create networks of macro-spins for which each component can be probed individually with the help of nano-characterization techniques. By using lithography techniques, artificial arrays of nanomagnets can be manufactured with the desired shape, size, network topology, spin-type, etc. Therefore, the main advantages of this approach resides in the high degree of control that one has over the system characteristics, thus yielding an exhaustive knowledge of its magnetic configuration. However, due to the magnetic anisotropy barrier of one nanomagnet, such systems are insensitive to thermal fluctuations and a demagnetization procedure is generally used to make them evolve towards low energy states

We have studied honeycomb lattices of Ising macro-spins, both numerically and experimentally. Theoretical studies have predicted new and exciting phases (separated by the peaks of the specific heat - see Figure) for this particular topology. However, reaching the corresponding manifolds has proven to be a major challenge. We report our experimental and theoretical findings in this poster.



Artificial Spin Ice - Effective Thermodynamics through Demagnetization

I.A. Chioar¹, N. Rougemaille¹, O. Fruchart¹, E. Wagner¹, M. Hehn², D. Lacour², F. Montaigne², B. Canals¹

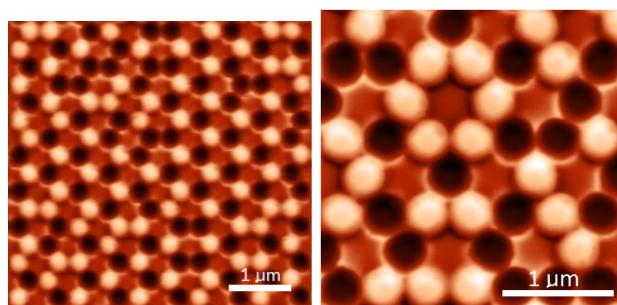
¹ Institut Néel, CNRS et Université Grenoble Alpes, Grenoble, France

² Institut Jean Lamour, Université de Lorraine et CNRS, Vandoeuvre lès Nancy, France

Artificial spin ice systems provide an exciting playground for studying magnetic frustration effects [1]. By using lithography techniques, artificial crystals (networks of macro-spins) can be manufactured with the desired shape, size, network topology and spin-type, while nano-characterisation techniques can yield an exhaustive knowledge of the system's magnetic configuration in real space. However, such networks are insensitive to thermal fluctuations, due to the magnetic anisotropy barrier of the nano-magnets. On the bright side, this can ease the measuring process, as the magnetic state is stable during probing, but makes it difficult to explore the different energetic manifolds. Therefore, to this end, demagnetization has been used to make the systems evolve towards their ground state [2]. To which extend this procedure mimics the behavior of an identical, but thermalized system of spins, is a highly intriguing and addressed issue [2-5].

We have investigated the links between demagnetized artificial arrays of single-domain nanomagnets (see Figure) and their equivalent thermalized versions made of Ising spins. To this end, Monte Carlo simulations have been performed for the study of thermalized systems under different conditions. Results show that the behavior of these artificial networks miraculously resembles that of thermalized systems as if our networks would present an effective thermodynamics [3]. Furthermore, numerical demagnetization codes have been developed in order to investigate how different parameters and conditions can influence the final magnetic configuration after a demagnetization session. Understanding the links between these parameters and those that govern the thermodynamics of thermalized systems of spins can open the door towards new and exotic magnetic phases. We report our findings in this poster.

- [1] R.F. Wang et al., Nature 439, 303-306 (2006)
- [2] R.F. Wang et al., J. Appl. Phys. 101, 09J104 (2007)
- [3] X. Ke et al., Phys. Rev. Lett. 101, 037205 (2008).
- [4] N. Rougemaille et al., Phy. Rev. Lett. 106, 057209 (2011)
- [5] Z. Budrikis et al., Phys. Rev. Lett. 109, 037203 (2012)



Magnetic and magneto-(di)electric properties of pyroxene compounds

Lei Din^{1,2}, Claire V. Colin^{1,2}, Céline Darie^{1,2}, Pierre Bordet^{1,2}

¹ Univ. Grenoble Alpes, Inst NEEL, F-38042 Grenoble, France

² CNRS, Inst NEEL, F-38042 Grenoble, France

Compounds belonging to the Pyroxene family are well known as rock-forming minerals, and have thus drawn substantial interest by mineralogists. In this family of general chemical formula $AM(Si, Ge)_2O_6$, A is usually an alkali metal monovalent cation or a divalent alkaline earth cation, and B may be a trivalent or divalent transition metal cation. Among pyroxene compounds, the monoclinic clinopyroxenes are characterized by isolated one-dimensional chains of MO_6 octahedra linked by edge-sharing. Due to this specific arrangement, clinopyroxene compounds where M is a magnetic transition metal cation have attracted considerable attention in recent years. Investigations revealed that these compounds present a rich diversity of intriguing quasi-one-dimensional magnetic and multiferroic properties [1], such as spin-Peierls transition, spin-singlet ground state, and Bonner-Fisher-like transition [2]. The existence and possible interplay of low dimensionality and magnetic frustration results in multiferroic and/or magneto-electric properties. We have undertaken the study of the $CaCo_{1-x}Mn_xGe_2O_6$ ($0 \leq x \leq 1$) solid solution to investigate the effect of the Co/Mn substitution on the magnetic properties. In general, the net magnetic properties of clinopyroxenes results from the competition between inter- and intra-chain spin couplings. In $CaCoGe_2O_6$, strong FM interactions within the M chains dominate the AFM coupling between the chains. In contrary, the magnetic structure of $CaMnGe_2O_6$ is made of AFM chains coupled ferromagnetically. The magnetic and magneto-(di)electric properties of these materials will be presented and discussed.

[1] Jodlauk, S. ; Becker, P. ; Mydosh, J. A. ; Khomskii, D. I. ; Lorenz, T. ; Streltsov, S. V. ; Hezel, D. C. ; Bohaty, L. J. Phys. : Condens. Matter, 2007, 19, 432201.

[2] Sasago, Y. ; Hase, M. ; Uchinokura, K. ; Tokunaga, M. ; Miura, N. Phy. Rev.B, 1995, 52, 3533

Valence fluctuations and Kondo effect in heavy fermions

José Luiz Ferreira¹, Sébastien Burdin², Claudine Lacroix¹

¹ Institut Néel, CNRS-UJF, BP 166, F-38042 Grenoble Cedex 9, France

² LOMA, CNRS & Université de Bordeaux, F-33400 Talence, France

In this work we propose a two-band model to describe the competition between valence fluctuation and Kondo effect in heavy fermions systems with localized (f) and itinerant (c) electrons.

The model hamiltonian is :

$$\mathcal{H} = \mathcal{H}_c + \mathcal{H}_f + \mathcal{H}_V + \mathcal{H}_{U_{fc}} \quad (4.1)$$

Here $\mathcal{H}_0 = \mathcal{H}_c + \mathcal{H}_f + \mathcal{H}_V$ is the usual Periodic Anderson Model, assuming a non-degenerate f-level ground state and c-electron dispersion $\varepsilon_{\mathbf{k}}$. The inter-orbital term $\mathcal{H}_{U_{fc}} = \sum_i U_{fc} n_i^c n_i^f$ is included to describe the valence transition correctly.

We used Hubbard-I approximation (with $U \rightarrow \infty$) for the bare f-electrons Green's function since this approximation describes correctly the electronic structure of the Hubbard sub-bands when valence is changing. The interorbital repulsion term is treated in mean field, resulting in a shift of f- and c-electrons energy.

We obtain the phase diagram of the model at $T = 0$ and finite T, and we compare our results with other theoretical approaches.

- [1] S. Watanabe and K. Miyake, J. Phys. : Condens. Matter 23 (2011) 0944217.

Update phase diagram of the frustrated magnet $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$

O. Florea¹, E. Lhotel¹, P. Deen^{2,3}, H. Jacobsen^{3,2}

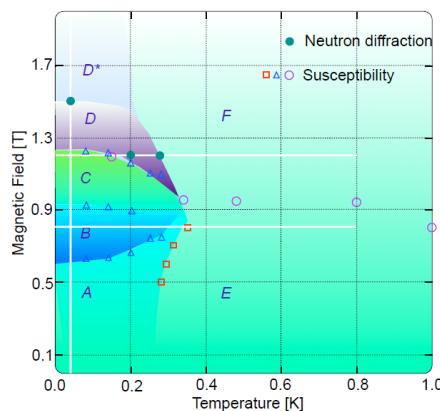
¹ Institut Néel, CNRS et Université Joseph Fourier, BP 166, 38042 Grenoble Cedex 9, France.

² European Spallation Source ESS AB, Lund, Sweden

³ Niels Bohr Institute, University of Copenhagen, Denmark.

The magnetism of antiferromagnetically coupled and geometrically frustrated spin systems has been an active field of research for a few decades, new magnetic phases (spin ice or spin-liquid) being discovered in such systems. Frustrated networks have highly degenerate ground states with excess entropy and disorder even at zero temperature. There are several crystal lattices which exhibit such a behavior, among these, kagome (lattice with corner sharing triangles) or pyrochlore (lattice with corner sharing tetrahedra) structures have attracted both theoretical and experimental attention. $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$ (GGG) is one of the very few realizations of the hyperkagome structure with antiferromagnetic interactions. In this three-dimensional lattice, the magnetic Gd ions are on two interpenetrating corner sharing triangular sublattices. No long range order has been found down to 25 mK [1], despite a Curie-Weiss temperature of -2 K, but a spin freezing was reported below 0.14 K [2].

The (H,T) phase diagram has long been understood in terms of distinct regions with short range order below 800 mK supplemented with distinct clustered regions of incommensurate (IC) correlations below 0.14 K [2,3]. According to this phase diagram the application at very low temperature (60 mK) of only 0.7 T results in a stable antiferromagnetic (AF) region up to 1.2 T. This region extends out to 400 mK. Recent polarized neutron diffraction could not be reconciled with this phase diagram : the scattering profiles show a smooth and subtle variation with applied magnetic field, in contrast with the distinct regions described above. To understand the scattering features, we performed a systematic study of the magnetization at very low temperature on ^{160}Gd powder and ^{157}Gd single crystal samples to redefine precisely the phase diagram. It appears that the phase diagram is much more complicated than previously realized [4] with several new phases in competition.



Large $1 \mu\text{C cm}^{-2}$ improper ferroelectricity in the quadruple perovskite $\text{LaMn}_3\text{Mn}_4\text{O}_{12}$

A. Gauzzi¹, F.P. Milton², A.J. Gualdi², D. Dreifus², D. Garcia², P.S. Pizani², A.J.A. de Oliveira², A. Polian¹, C. Bellin¹, K. Beneut¹, B. Baptiste¹, G. Rousse¹, E. Gilioli³, G. André⁴, P. Bordet⁵

¹IMPMC, Université Pierre et Marie Curie and CNRS, Paris, France

²Physics Dpt., Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP, Brazil

³IMEM-CNR, Parma, Italy

⁴Laboratoire Léon Brillouin, CEA and CNRS, Gif-sur-Yvette, France

⁵Laboratoire Louis Néel, CNRS, Grenoble, France

We report on the first observation of improper ferroelectricity with polarization P in the $\sim 1\mu\text{C cm}^{-2}$ range in $\text{LaMn}_3\text{Mn}_4\text{O}_{12}$, characterized by the quadruple perovskite $AA'_2B_4\text{O}_{12}$ structure [1,2]. A straightforward comparison of neutron diffraction data reported previously [3] with the present magnetization and pyroelectric current data shows that the polarization is induced at $T_{N,B}=78$ K by a strongly canted C -type antiferromagnetic order of the Mn^{3+} ions at the octahedral B sites. We found that a minor contribution to the polarization is also given by an antibody antiferromagnetic ordering of the Mn^{3+} ions at the A' sites observed at $T_{N,A'}=22$ K. The simplicity of the nuclear and magnetic structures and the direct crystallographic observation of a sudden increase of the β angle between the a - and c -axis at $T_{N,B}$ enable us to establish that P is parallel to the ac -diagonal. This indicates that superexchange striction is the dominant mechanism of magnetoelectric coupling. Evidence of a large magnetoelastic coupling is given by an abrupt $\sim 2 \text{ cm}^{-1}$ softening of all Raman modes at $T_{N,B}$. Finally, the single-valent Mn^{3+} characteristics and the absence of oxygen defects enable us to conclude that charge ordering is not relevant in $\text{LaMn}_3\text{Mn}_4\text{O}_{12}$, contrary to the case of the isomorphic mixed-valence compound $\text{CaMn}_3\text{Mn}_4\text{O}_{12}$ [4,5].

- [1] A. Deschanvres, B. Raveau, and F. Tollemer, Bull. Soc. Chem. Fr. **11**, 4077 (1967).
- [2] A. Prodi *et al.*, Nature Mater. **3**, 48 (2004).
- [3] A. Prodi *et al.*, Phys. Rev. B **79**, 085105 (2009).
- [4] G. Zhang *et al.*, Phys. Rev. B **84**, 174413 (2011).
- [5] R.D. Johnson *et al.*, Phys. Rev. Lett. **108**, 067201 (2012).

Optimizing both spectral purity and tuning sensitivity in a spin-torque nano-oscillator

A. Hamadeh¹, G. de Loubens¹, V.V. Naletov², N. Locatelli³, R. Lebrun³, J. Grollier³, V. Cros³, and O. Klein¹.

¹*Service de Physique de l'État Condensé (CNRS URA 2464), CEA Saclay, 91191
Gif-sur-Yvette, France*

²*Institute of Physics, Kazan Federal University, Kazan 420008, Russian Federation*

³*Unité Mixte de Physique CNRS/Thales and Université Paris Sud 11, 1 av. Fresnel, 91767
Palaiseau, France*

Spin transfer torque can excite the gyrotropic mode of a magnetic vortex, resulting in microwave emission in the range 100MHz–2GHz characterized by a narrow linewidth (below 1 MHz) and large output power in the case of TMR devices. Recently, we have shown that spin transfer driven dynamics of two coupled vortices in a spin-valve nano-pillar (one in each ferromagnetic layer) leads to even more coherent signals ($\Delta f/f > 15000$) with linewidths under 50 kHz [1]. In this work, we first investigate the origin of this low linewidth, by analyzing the harmonic content of the spectrum. We demonstrate that the excited mode has an almost zero non-linear coefficient, therefore the severe non-linear broadening usually observed in STNOs does not exist. Still, the oscillation frequency can be widely tuned by the dc current ($df/dI > 6\text{MHz}/\text{mA}$) thanks to the Oersted field which acts on the coupled vortices. Then, we study the synchronization of this highly coherent mode to an external source. The uniform microwave field produced by an antenna is very efficient to phase-lock the oscillation, in contrast to the microwave current passing through the device, similarly to what was observed in the saturated state [2]. By monitoring the oscillation linewidth when the STNO is locked at twice its frequency (or 3f), we follow its decrease from about 100 kHz in the unlock regime down to 1 Hz (the limit of our resolution bandwidth) when locked to the external microwave field.

[1] N. Locatelli, V. V. Naletov, J. Grollier, G. de Loubens, V. Cros, C. Deranlot, C. Ulysse, G. Faini, O. Klein, A. Fert, *Appl. Phys. Lett.* 98, 062501 (2011).

[2] A. Hamadeh, G. de Loubens, V.V. Naletov, J. Grollier, C. Ulysse, V. Cros, and O. Klein, *Phys. Rev. B*, 85, 140408 (2012).

Field-Induced Fermi Surface Instability in YbRh_2Si_2

G. Knebel¹, A. Pourret¹, M. Boukahil¹, D. Aoki^{1,2}, G. Lapertot¹, T.D. Matsuda³, and J. Flouquet¹

¹ SPSMS, UMR-E CEA / UJF-Grenoble 1, INAC, Grenoble, F-38054, France

² IRM, Tohoku University, Oarai, Ibaraki 311-1313, Japan

³ Advanced Science Research Center, Japan Atomic Energy Agency, Tokai, Ibaraki, 319-1195, Japan

We report on thermoelectric, resistivity and de Haas van Alphen measurements in the anti-ferromagnetic heavy fermion compound YbRh_2Si_2 at low temperatures and under high magnetic field [1]. At low temperature, the thermoelectric power and the resistivity present several distinct anomalies as a function of field H [110]. A first anomaly appears at 3.5 T and a cascade of transitions above around $H_0 = 9.5$ T when the magnetic polarization reaches a critical value and the effective mass drops. The change of sign of the thermoelectric power from negative at low magnetic field to positive at high field ($H > H_0$) results from a Lifshitz-type topological transition of the Fermi surface. A logarithmic divergence of S/T to low temperatures has been observed for $H = 11.5$ T, just above H_0 and is quite comparable to the well-known divergence of S/T in a wide temperature range above the antiferromagnetic order at $T_N = 0.07$ K for $H = 0$ T in the proximity of the magnetic quantum criticality. The topological transition in YbRh_2Si_2 will be discussed in comparison to dHvA experiments. Furthermore it will be contrasted to the well characterized Fermi surface change in CeRu_2Si_2 at its pseudo-metamagnetic transition.

NMR study of electronic correlations in $\text{Ba}(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_2\text{As}_2$ and $\text{BaFe}_2(\text{As}_{1-x}\text{P}_x)_2$

D. LeBoeuf¹, Y. Texier¹, M. Boselli^{1,2}, A. Forget³, F. Rullier-Albenque³,
D. Colson³ and J. Bobroff¹

¹*Laboratoire de Physique des Solides, Univ. Paris-Sud, UMR8502, CNRS - F-91405 Orsay Cedex, France, EU*

²*Department of Physics A. Volta, University of Pavia-CNISM, I-27100 Pavia, Italy, EU*

³*Service de Physique de l'État Condensé, Orme des Merisiers, CEA Saclay (CNRS URA 2464), 91191 Gif sur Yvette Cedex, France, EU*

We probe the real space electronic response to a local magnetic impurity in 122 iron-based superconductors using Nuclear Magnetic Resonance (NMR), in order to determine the electronic correlation strength in this system. The local moments carried by Mn impurities doped into optimally-doped $\text{Ba}(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_2\text{As}_2$ (BaFeCoAs) and $\text{BaFe}_2(\text{As}_{1-x}\text{P}_x)_2$ (BaFeAsP) induce a spin polarization in the vicinity of the impurity. We study this polarisation using ^{75}As NMR in BaFeCoAs and both ^{75}As and ^{31}P NMR in BaFeAsP . The NMR spectra of Mn-doped materials is made of two essential features. First is a satellite line associated with nuclei located as nearest neighbor of Mn impurities. The analysis of the temperature dependence of the satellite line shift shows that Mn local moments behave as isolated Curie moments. The second feature is a temperature dependent broadening of the central line (which is proportionnal to Mn content). We show that the broadening of the central line follows the susceptibility of Mn local moments. This demonstrates that the spatial susceptibility $\chi'(r)$ of FeAs layers is only weakly temperature dependent. This behaviour is in contrast with that of strongly correlated materials such as underdoped cuprate high- T_c superconductors. The FeAs layer susceptibility is found very similar in both heterovalent doped and isovalent doped BaFe_2As_2 .

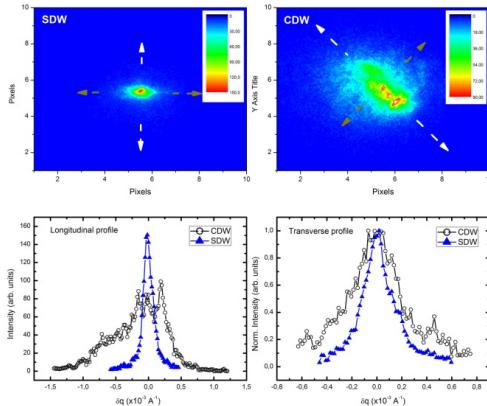
Charge and Spin Density Wave observed through their spatial fluctuations by simultaneous and coherent x-ray diffraction

E. Pinsolle¹, V.L.R. Jacques¹, S. Ravy², G. Abramovici¹ and David Le Bolloc'h¹

¹ Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris-Sud, CNRS, UMR 8502, F-91405 Orsay, France

² Synchrotron SOLEIL - L'Orme des Merisiers Saint-Aubin - 91192 GIF-sur-YVETTE CEDEX, France

Systems in which two phases co-exist are particularly interesting, not only to determine the nature of their coupling, but also to understand better the origin of each phase individually. As examples, the coexistence of superconducting and charge density wave states in cuprate, or in conventional superconductors and coexisting singlet and triplet superconductivity have recently been investigated. This paper is devoted to the study of coexisting Charge Density Wave (CDW) and Spin Density Wave (SDW). By which process a periodic modulation of charges is connected to a periodic modulation of spin ? The answer lies in the coupling between the two phases, which is observed here through their spatial fluctuations [1], and not their average behavior. For this purpose we have mixed two experimental techniques, coherent X-ray diffraction and simultaneous diffraction, to probe a model system of itinerant antiferromagnetism such as chromium.



Cationic distribution in the $\text{Ga}_x\text{Fe}_{2-x}\text{O}_3 : \text{M}$ compounds

Christophe Lefevre^{1,2,*}, Francois Roulland¹, Alexandre Thomasson¹, Christian Meny¹, and Nathalie Viart^{1,1} *Institut de Physique et Chimie des Matériaux de Strasbourg (UMR 7504*

CNRS-UDS), BP 43, 23, rue du Loess, 67034 Strasbourg Cedex 2, France

Department of Physics, Ewha Womans University, Seoul, 120-750, Korea

* E-mail : Christophe.lefevre@ipcms.unistra.fr

$\text{Ga}_{0.6}\text{Fe}_{1.4}\text{O}_3$ is predicted to be magnetoelectric with non zero magnetization at room temperature. High quality GFO thin films having similar magnetic properties to those of the bulk materials have been produced only recently. However their electric properties failed to be properly characterized until now because of important leakage currents originating from a hopping mechanism between Fe^{2+} and Fe^{3+} within the structure. Recently, we succeeded to strongly lower the leakage currents of these films by chemical doping. The determination of the cationic distribution within the structure is a key point for the knowledge of these phases, because it is at the origin of the evidenced magnetic and electrical properties of these materials. For the undoped bulk materials, the distribution has been determined by Rietveld refinement on neutron diffraction pattern. The results indicate clearly a preferential occupation site for iron. However, this method fails for the thin films samples because individual thin film is not sufficient to obtain adequate neutron diffraction signal which can be exploited. We present therefore original approaches which could be developed to determine the localization of the M doping element in the films. Preliminary results will be introduced showing as well as for the bulky materials a preferential occupation within the structure.

Synthèse et caractérisation des propriétés magnétiques des composés à chaînes de spins : $\text{Sr}_3\text{NiPtO}_6$ et $\text{Sr}_3\text{NiIrO}_6$.

Emilie Lefrançois^{1,2}, Laurent Chapon¹, Virginie Simonet², Pascal Lejay², Elsa Lhotel², Carley Paulsen², Abdul Muizz Pradipto³, Silvia Picozzi³, Rafik Ballou²

¹ *Institut Laue Langevin, Grenoble, France*

² *Institut Néel, C.N.R.S - Université Grenoble-Alpes, Grenoble, France.*

³ *Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-SPIN), L'Aquila, Italie*

La frustration géométrique et les effets de basse dimensionnalité dans les systèmes magnétiques continuent de susciter un grand intérêt, notamment grâce à la prédiction et à l'observation de phases magnétiques originales telles que les liquides de spin. Dans les composés $\text{Sr}_3\text{NiPtO}_6$ et $\text{Sr}_3\text{NiIrO}_6$, les ions Ni^{2+} ($S=1$) et $\text{Pt}^{4+}/\text{Ir}^{4+}$ ($S=0$ / $S=\frac{1}{2}$) alternent en formant des chaînes arrangeées sur un réseau triangulaire, ce sont ainsi des bons candidats pour étudier l'interaction entre frustration géométriques et basse dimensionnalité.

Des monocristaux de $\text{Sr}_3\text{NiPtO}_6$ et $\text{Sr}_3\text{NiIrO}_6$ ont été synthétisés en utilisant un flux de K_2CO_3 . Les mesures daimantation en fonction de la température montrent un comportement fortement anisotrope dans les deux cas.

$\text{Sr}_3\text{NiPtO}_6$ possède un plan facile daimantation (perpendiculaire à l'axe des chaînes) et ne semble pas présenter d'ordre magnétique jusqu'à 80 mK. Son comportement magnétique se décrit très bien par un modèle de dions magnétiques anisotropes sans interactions et la constante de magnétocristallinité extraite à laide de ce modèle est d'environ 90 K.

$\text{Sr}_3\text{NiIrO}_6$, à l'inverse de $\text{Sr}_3\text{NiPtO}_6$, possède un axe facile daimantation (parallèle à l'axe des chaînes) et une transition magnétique est observée autour de 17 K. Cependant la nature de l'ordre magnétique est encore inconnue.

Des calculs ab initio préliminaires de structure électroniques seront également présentés. Ceux-ci permettent de déterminer l'influence de la substitution Pt/Ir et du couplage spin-orbite sur l'existence et la nature des interactions dans ces composés, sur la différence de magnétocristallinité et sur les propriétés de transport non conventionnelles.

Etude de CaCo₂As₂ par photoémission résolue en angle

B. Mansart¹, D. Le Boeuf¹, D. Colson², A. Forget², A. Taleb-Ibrahimi³, F. Bertran³, P. Le Fèvre³, V. Brouet¹

¹ *1Laboratoire de Physique des Solides, UMR 8502 CNRS, Université Paris-Sud, 91504 Orsay, France*

² *Service de Physique de l'Etat Condensé, CEA Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette, France*

³ *Ligne CASSIOPEE, synchrotron SOLEIL, 91192 Gif-sur-Yvette, France*

La découverte des pnitures de fer supraconducteurs a apporté de nouvelles pistes à explorer pour comprendre la supraconductivité non conventionnelle. Dans ces composés, on trouve à la fois des phases magnétiques et supraconductrices. Ceci laisse présumer un lien entre les deux phénomènes. Dans la plupart des phases magnétiques, les moments s'alignent en formant des chaînes antiferromagnétiques. Nous nous intéressons à une nouvelle phase magnétique, apparaissant lorsque tous les Fe ont été remplacés par des Co, et caractérisée par un ordre ferromagnétique dans les plans.

Notre étude est basée sur le composé CaCo₂As₂ qui présente un tel ordre magnétique en-dessous de 70K. La photoémission résolue en angle (ARPES) nous a permis de mettre en exergue la structure électronique de ce composé. Nous avons pu observer notamment que plusieurs bandes croisent le niveau de Fermi à différents endroits de l'espace réciproque. La comparaison des dispersions avec le calcul de structure de bandes semble montrer que les corrélations électroniques sont plus faibles dans ce composé que dans les pnitures de fer au voisinage des phases supraconductrices.

Nous avons également étudié le caractère tridimensionnel de la structure électronique. La dispersion perpendiculaire aux plans est particulièrement forte, traduisant le fait que l'axe c est réduit par rapport au composé parent CaFe₂As₂. Ceci pourrait permettre de mieux comprendre l'impact des couplages entre plans.

Nous n'observons pas de changement évident dans la structure électronique lors du passage de la transition magnétique. Nous sommes amenés à penser que soit la transition est supprimée en surface, soit des fluctuations magnétiques suffisamment fortes pour reconstruire la structure électronique persistent jusqu'à 300K.

Magnetic domain-wall motion study under an electric field in a Finemet[®] thin film on flexible substrate

Ngo Thi Lan¹, Silvana Mercone^{1*}, Johan Moulin Anouar El Bahoui¹, Damien Faurie¹, Fatih Zighem¹, Mohamed Belmeguenai¹, Halim Haddadi¹
 *Corresponding author : silvana.mercone@univ-paris13.fr

¹ Laboratoire des Sciences des Procédés et des Matériaux, CNRS-Université Paris XIII, 93430 Villetteuse, FRANCE

IEF Institut d'Electronique Fondamentale, UMR 8622 Université Paris Sud / CNRS, Orsay, France

In situ Magnetic Force Microscopy (MFM) has been used to probe the influence of applied in-plane elastic strains on the static magnetic configuration of a 530 nm magnetostrictive Fe-CuNbSiB (Finemet[®]) thin film. The in-plane strains are induced via the application of a voltage to a piezoelectric actuator on which the film/substrate system was glued. A quantitative characterization of the voltage dependence of the induced-strain at the surface of the film was performed using a digital image correlation technique. MFM images at remanence ($H=0$ Oe and $U=0$ V) clearly reveal the presence of weak stripe domains. The effect of the voltage-induced strain shows the existence of a threshold value above, which the break of the stripe configuration set in. For a maximum strain of $\epsilon_{XX} \approx 0.5 \cdot 10^{-3}$ we succeed in destabilizing the stripes configuration helping the setting up of a complete homogeneous magnetic pattern.

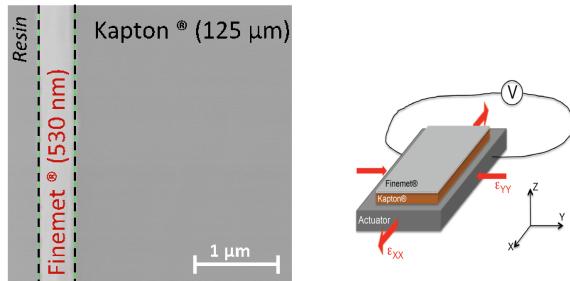


Figure 1 : (left) Cross-section of the Finemet/Kapton[®] system obtained by Scanning Electron Microscope (SEM) ; (right) Sketch of the artificial FeCuNbSiB/piezoelectric heterostructure

Impuretés magnétique à la surface d'un isolant topologique fort

Edmond Orignac¹, Sébastien Burdin²

¹*Laboratoire de Physique de l'ENS-Lyon CNRS UMR5672, Lyon, France*

²*Laboratoire Ondes et Matière d'Aquitaine, Université de Bordeaux-1, Talence, France*

Résumé en Français : Lorsqu'une impureté magnétique est déposée sur la surface d'un isolant topologique fort, ses degrés de liberté de spin se couplent aux modes de surface de l'isolant par une interaction d'échange. Nous réduisons ce problème bidimensionnel à un problème unidimensionnel, et nous obtenons la dépendance de la température Kondo en fonction du potentiel chimique. Au point de Dirac, la température Kondo s'annule sauf si le couplage Kondo dépasse une valeur critique. En dessous de la température de Kondo, la présence du nuage d'écrantage donne naissance à des oscillations de Friedel de la densité de porteurs autour de l'impureté. En utilisant une représentation du spin- $\frac{1}{2}$ de l'impureté au moyen de fermions d'Abrikosov, et une approximation de champ moyen, nous calculons la forme de ces oscillations.

[1] E. Orignac et S. Burdin, Phys. Rev. B **88**, 035411 (2013)

English abstract : We consider a magnetic impurity deposited on the surface of a strong topological insulator. The spin degree of freedom of the impurity are coupled with those of the electrons occupying the surface modes of the topological insulator by the exchange interaction. We derive a mapping of this two-dimensional model on an effective one-dimensional model and obtain the Kondo temperature as a function of chemical potential. At the Dirac point, the Kondo temperature vanishes unless the Kondo interaction exceeds a critical value. Below the Kondo temperature, the existence of a Kondo screening cloud results in Friedel oscillations of the electron density around the impurity. We calculate these oscillations within an Abrikosov fermion mean-field theory.

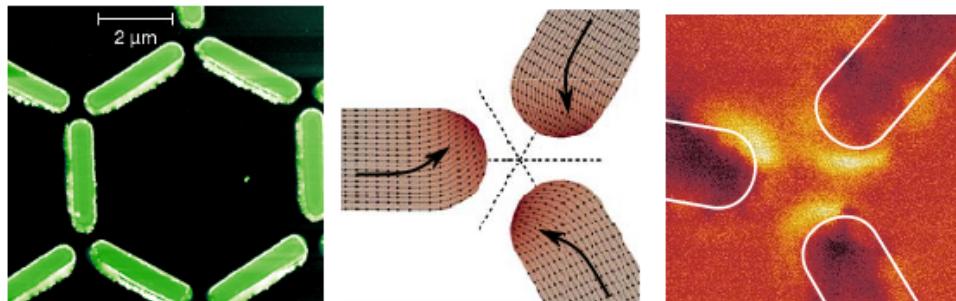
Monopôles magnétiques chiraux dans les glaces de spin artificielles

Y. Perrin¹, N. Rougemaille¹, F. Montaigne², B. Canals¹, M. Hehn², H. Riahi², D. Lacour², J.C. Toussaint¹, O. Fruchart¹ and E. Wagner¹

¹*Institut Néel, CNRS & Université Grenoble Alpes, Grenoble, France*

²*Institut Jean Lamour, Université de Lorraine & CNRS, Vandoeuvre lès Nancy, France*

Grâce aux techniques de fabrication empruntées à la microélectronique, les physiciens peuvent créer artificiellement des réseaux de nanoaimants bidimensionnels. Ces objets permettent entre autres d'étudier la physique de la frustration magnétique ainsi que de tester des prédictions faites par les modèles de spins. Les configurations micromagnétiques des ces réseaux artificiels présentent l'avantage d'être observables à température ambiante dans l'espace direct grâce à des techniques d'imagerie magnétique comme la microscopie à force magnétique (MFM), la microscopie Kerr ou Lorentz. Nous nous intéressons ici à la glace de spin artificielle kagomé (cf. figure à gauche). Dans ces systèmes, on sait préparer des configurations magnétiques locales qui s'apparentent à des paires de monopôle-antimonopôle magnétiques classiques. Sous l'action d'un champ magnétique, on sait également fractionnaliser ces paires monopôle-antimonopôle arrivant même dans certains cas à n'en laisser qu'un dans le réseau. Les monopôles s'y déplacent par un processus d'avalanche, qui correspond à un retournement de proche en proche de l'aimantation de certains nanoaimants. Nous montrerons dans cette contribution que les monopôles magnétiques des glaces de spin artificielles sont chiraux (cf. simulation au centre, image MFM à droite). Nous expliquerons pourquoi ce degré de liberté supplémentaire, qui n'est pas dans les modèles de spin, joue un rôle prépondérant dans leur propagation.



Spin dynamics and order by disorder in $\text{Er}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$

Sylvain Petit¹, Solène Guitteny¹, Julien Robert¹, Pierre Bonville², Isabelle Mirebeau¹

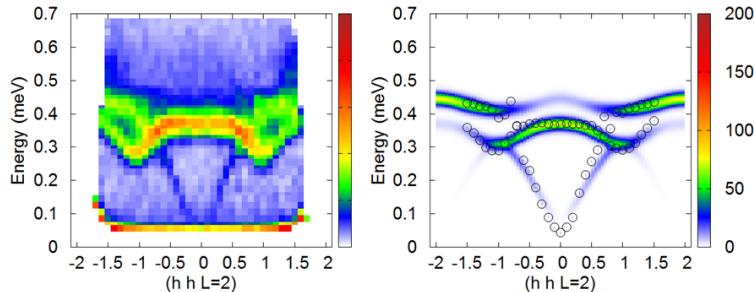
¹*Laboratoire Léon Brillouin, CEA Saclay, France*

²*SPEC, CEA Saclay, France*

Geometrical frustration has become a central challenge in contemporary condensed matter physics. It is the source of many exotic ground states which often originate from the strong degeneracy of the ground state classical manifold. Quantum or thermal fluctuations may also enter into play to select and stabilize a particular configuration (or a subset of configurations), a phenomenon called "order by disorder" mechanism [1,2]. In this context, the pyrochlore magnet $\text{Er}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ is of specific interest : it shows a strong XY-like anisotropy, combined with antiferromagnetic interactions leading to a model with an extensive classical degeneracy. It orders in an antiferromagnetic $k=0$ Néel phase below $T_N=1.2$ K described in detail by neutron polarimetry as a non-collinear antiferromagnetic structure, with magnetic moments, perpendicular to the local $<111>$ axes, and aligned along $<211>$ [3,4]. Recently, it has been proposed that this peculiar ordering is accounted for by a quantum order-by-disorder mechanism. A spin gap is inferred from these approaches [5,6].

We report neutron scattering data that indeed demonstrate the existence of such a spin gap ($\Delta \sim 40\mu\text{eV}$). RPA calculations based on a mean field model taking into account explicitly the CEF anisotropy (Figure 1) reproduce quite well the neutron data. In this approach, the spin gap is due to anisotropy rather than quantum effects [7,8]. This revives the issue of the physical origin of the Néel ordering in $\text{Er}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$.

- [1] C. Lacroix, Introduction to Frustrated Magnetism (Springer-Verlag, Berlin, 2011).
- [2] J. Villain, R. Bidaux, J.-P. Carton, R. Conte, J. Phys 41, 1263 (1980).
- [3] J. D. M. Champion et al Phys. Rev. B, 68, 020401 (R), (2003)
- [4] A. Poole et al JPCM 19, 452201, (2007).
- [5] M. E. Zhitomirsky et al, Phys. Rev. Lett. 109, 077204 (2012).
- [6] L. Savary et al Phys. Rev. Lett. 109, 167201 (2012).
- [7] P. A. McClarty et al, Journal of Physics : Conference Series 145, 012032 (2009).
- [8] S. Petit et al, in preparation.



Palmer-Chalker correlations in the XY pyrochlore antiferromagnet $\text{Er}_2\text{Sn}_2\text{O}_7$

Solene Guitteny¹, Sylvain Petit¹, Elsa Lhotel², Julien Robert¹, Pierre Bonville³, Anne Forget³, Isabelle Mirebeau¹

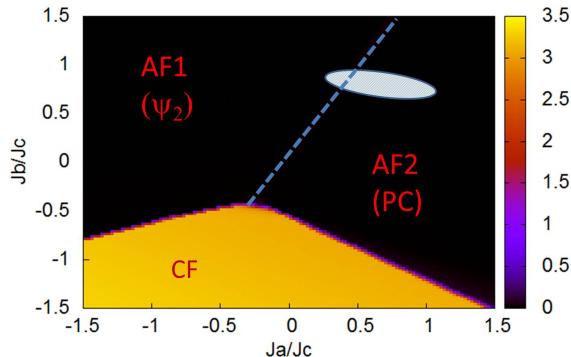
¹*Laboratoire Léon Brillouin, CEA Saclay, France*

² *Institut Néel, CNRS, 25 Av des martyrs, BP 25, 38042 Grenoble Cedex, France*

³ *CEA, Centre de Saclay, DSM/IRAMIS/ Service de Physique de l'Etat Condensé, F-91191 Gif-Sur-Yvette, France*

$\text{Er}_2\text{Sn}_2\text{O}_7$, is considered, together with $\text{Er}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$, as a realization of the XY antiferromagnet on the pyrochlore lattice. We present magnetization measurements confirming that $\text{Er}_2\text{Sn}_2\text{O}_7$ does not order down to 100 mK but exhibits a freezing below 200 mK. Our neutron scattering experiments evidence the strong XY character of the Er^{3+} moment and point out the existence of short range correlations in which the magnetic moments are in peculiar configurations, the Palmer-Chalker states, predicted theoretically for an XY pyrochlore antiferromagnet with dipolar interactions. Our estimation of the $\text{Er}_2\text{Sn}_2\text{O}_7$ parameters confirm the role of the latter interactions on top of relatively weak and isotropic exchange couplings.

[1] S. Guitteny et al, Phys. Rev. B 88, 134408 (2013)



Mean field phase diagram for $\text{Er}_2\text{Sn}_2\text{O}_7$. J_c and J_4 are fixed to 0.04 K and 0 respectively, while dipolar interaction is included. The AF1 phase resembles very much the ψ_2 state with the moments coordinates at the 4 sites (x,x,y) , $(-x,-x,y)$, $(-x,x,-y)$, $(x,-x,-y)$ and $y \approx 2x$ ($\text{Er}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$). The moments coordinates in the CF phase are (x,x,y) , $(-x,-x,y)$, $(x,-x,y)$, $(-x,x,y)$. The shaded area corresponds to the region that accounts for the $M(H)$ measurements at 500 mK in $\text{Er}_2\text{Sn}_2\text{O}_7$.

Optical Conductivity Measurements of GaTa_4Se_8 Under High Pressure : Evidence of a Bandwidth-Controlled Insulator-to-Metal Mott Transition

V. Ta Phuoc¹, C. Vaju², B. Corraze², R. Sopracase³, A. Perucchi⁴, C. Marini³, P. Postorino³, M. Chligui¹; S. Lupi³, E. Janod², and L. Cario²

¹ GREMAN, CNRS UMR 7347-CEA, Universite F. Rabelais, UFR Sciences, Parc de Grandmont, 37200 Tours, France

² Institut des Matériaux Jean Rouxel (IMN), Université de Nantes, CNRS, 2 rue de la Houssiniere, BP32229, 44322 Nantes cedex 3, France

³ CNR-IOM and Department of Physics, Sapienza University of Rome, P.le A. Moro 2, 00185 Rome, Italy

⁴ Sincrotrone Trieste S.C.p.A., Area Science Park, 34012 Basovizza, Trieste, Italy

The optical properties of a GaTa_4Se_8 single crystal are investigated under high pressure. At ambient pressure, the optical conductivity exhibits a charge gap of 0.12 eV and a broad midinfrared band at 0.55 eV. As pressure is increased, the low energy spectral weight is strongly enhanced and the optical gap is rapidly filled, pointing to an insulator to metal transition around 6 GPa. The overall evolution of the optical conductivity demonstrates that GaTa_4Se_8 is a Mott insulator which undergoes a bandwidth-controlled Mott metal-insulator transition under pressure, in remarkably good agreement with theory. With the use of our optical data and ab initio band structure calculations, our results were successfully compared to the ($U=D, T=D$) phase diagram predicted by dynamical mean field theory for strongly correlated systems.

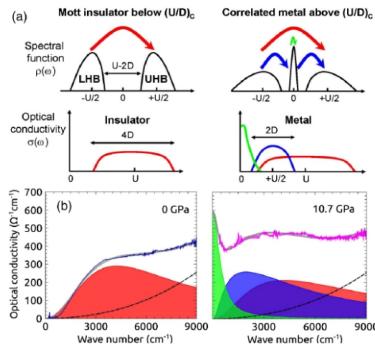


FIG. 2 (color online). (a) Schematic view of the evolution of the spectral function and of the optical conductivity in a Mott insulator and in a correlated metal on each side of a bandwidth-controlled metal-insulator transition. (b) Usual Drude-Lorentz fit of the optical conductivity at 0 and 10.7 GPa. The dashed line corresponds to the pressure-independent high-frequencies contributions. The red area represents the broad midinfrared band at 0 GPa. The Drude peak and the two mid-infrared features at $\approx U/2$ and $\approx U$ at 10.7 GPa are shown by green, blue, and red areas, respectively. The thick (gray) solid lines correspond to the fit of the optical conductivity spectra.

Details in : V. Ta Phuoc, C. Vaju, B. Corraze, R. Sopracase, A. Perucchi, C. Marini, P. Postorino, M. Chligui, S. Lupi, E. Janod, L. Cario, Physical Review Letters 110, 037401 (2013)

Mise en évidence expérimentale du rôle du champ dipolaire sur le comportement magnétique de nouvelles multicouches phthalocyanines / hydroxydes de métaux.

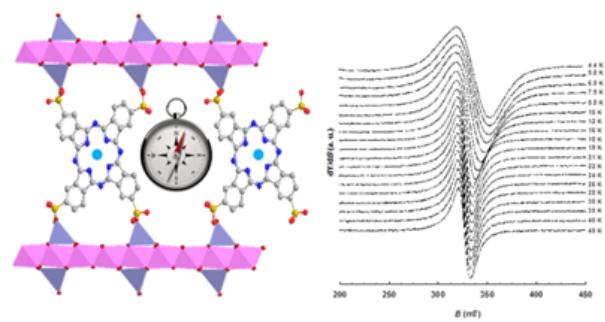
Riad Bourzami^{1,2}, Séraphin Eyele-Mezui¹, Emilie Delahaye^{1,3}, Marc Drillon^{1,3},
Pierre Rabu^{1,3}, Nathalie Parizel^{2,3}, Sylvie Choua^{2,3}, Philippe Turek^{2,3}, Guillaume Rogez^{1,3}

¹ Institut de Physique et Chimie des Matériaux de Strasbourg and Labex NIE, UMR 7504
CNRS - Université de Strasbourg and Labex NIE, 23 rue du Loess, BP 43, 67034 Strasbourg
cedex 2, France. E-mail : rabu@unistra.fr

² Institut de Chimie, UMR 7177 CNRS - Université de Strasbourg, 1 rue Blaise Pascal, BP
296 R8, 67008 Strasbourg cedex, France.

³ Fondation icFRC International Center for Frontier Research in Chemistry, 8, allée Gaspard
Monge F-67000 Strasbourg, France

Une série de nouveaux systèmes hybrides multicouches a été synthétisée par insertion-greffage de phthalocyanines tetrasulfonates (Pc) de métaux de transition (CuII, CoII, NiIII, ZnII) entre les feuillets dhydroxydes lamellaires simples de CuII ou de CoII. Les caractérisations structurales et spectroscopiques confirment la formation de nouveaux matériaux hybrides lamellaires dans lesquels les phthalocyanines agissent comme des piliers entre les couches inorganiques. Les mesures magnétiques effectuées montrent que tous les composés dérivés de lhydroxyde de cuivre se comportent de manière analogue. Ils présentent un comportement antiferromagnétique sur toute la gamme de température sans ordre à longue distance au-dessus de 1,8 K. En revanche, les composés à base dhydroxyde de cobalt sont ferrimagnétiques et sordonnent à 6 K quelle que soit la phthalocyanine métallée présente entre les feuillets inorganiques. Cette invariance indique la non-participation des complexes à l'ordre à longue distance et donc au couplage entre feuillets qui est ainsi strictement dû aux interactions dipolaires. L'amplitude du champ dipolaire interne a été évaluée quantitativement par spectroscopie RPE en bande X et en bande Q donnant une valeur de $B_{\text{dipolar}} \approx 30$ mT. Des effets danisotropie ont également pu être mis en évidence.



Dynamical properties of the classical kagomé AFM

M. Taillefumier¹, J. Robert², B. Canals³, C. Henley⁴, R. Moessner⁵

¹ *Theory of Quantum Matter Unit, Okinawa Institute of Science and Technology Graduate University, Okinawa 904-0495 Japan*

² *Laboratoire Léon Brillouin - CEA Saclay, bât. 563, F-91191 Gif-sur-Yvette cedex, France*

³ *Institut Néel - 25 avenue des Martyrs, bât. K, BP 166, 38042 Grenoble cedex 9, France*

⁴ *Laboratory of Atomic and Solid State Physics, Cornell University, Ithaca, New York 14853-2501, USA*

⁵ *Max Planck Institute for the Physics of Complex Systems, Noethnitzer Str. 38, 01187 Dresden*

We investigate the precessional dynamics of the classical kagome antiferromagnet through the calculation of the dynamical structure factor $S(Q, t)$ using a combination of Monte Carlo method and molecular dynamics. Recently, evidences for spin wave like excitations in the two distincts spin liquid ($T > T_0$) and coplanar ($T < T_0$) low temperature regimes whose temperature ranges are given by the entropically driven onset of spin plane coplanarity at $T_0/J = 5 \times 10^{-3}$ has been given [1,2]. However, only a little is known about the longer time scales describing the fluctuations around the ground-state manifold.

Here, to capture how such propagative excitations arise in spite of short-ranged static correlations, we give more insight about this relaxational dynamics and establish in particular the temperature and wave-vector dependence of the lifetime of locally ordered states [3]. We find that order from disorder induces a distribution of timescales in the cooperative paramagnetic regime (ie far above the transition toward coplanarity), as recently reported experimentally in the deuterium jarosite.

At lower temperature, when the octupolar order is well established, we show that the weathervane loop fluctuations control the system relaxation : the time distribution observed at higher temperatures splits into two distinct timescales associated with fluctuations in the plane and out of the plane of coplanarity. The temperature and wave vector dependences of these two components are qualitatively consistent with loops diffusing in the entropically induced potential well. Numerical results are discussed and compared within analytical models and recent experiments obtained in both classical and quantum realisations of the kagome lattice.

- [1] J. Robert, B. Canals, V. Simonet and R. Ballou, Phys. Rev. Lett. 101, 117207 (2008).
- [2] S. Schnabel and D. P. Landau, Phys. Rev. B 86, 014413 (2012).
- [3] M. Taillefumier, J. Robert, B. Canals, C. Henley, and R. Moessner, in preparation (2013).

Spin reorientation in YFeO_3 : emergence of self-exchange coupling in films

Joseph Scola¹, Philippe Boullay², Yves Dumont¹, Pascal Lejay³, Wafa Noun¹, Elena Popova¹, Niels Keller¹, Ilya Sheikin⁴, Bachir Ouladif⁵

¹*Groupe d'étude de la Matière Condensée (GEMaC), UMR 8635 du CNRS, UVSQ, 45 Avenue des États-Unis, 78035 Versailles Cedex, France*

²*CRISMAT, ENSICAEN, CNRS UMR 6508, 6 Bd Maréchal Juin, F-14050 Caen Cedex 4, France*

³*Institut Néel, CNRS and Université Joseph Fourier, Grenoble, France*

⁴*Grenoble High Magnetic Field Laboratory, UPR 3228 du CNRS, 38042 Grenoble Cedex 9, France*

Yttrium orthoferrite YFeO_3 (YFO) is an antiferromagnet canted by the antisymmetric Dzyaloshinsky-Moriya exchange interaction. The property of interest here is the field-induced spin-reorientation (SR) : as the magnetic field is applied along the antiferromagnetic axis, the net moment resulting from the canting follows a rotation from the *c*-axis (Γ_4 configuration) to the *a*-axis (Γ_2).

In order to identify the properties arising specifically in films, we preliminarily studied a single-crystal bulk sample. The static magnetization was observed by vibrating sample magnetometer (VSM), magnetic torque and neutron scattering. All three techniques showed that (i) the magnetisation is almost fully reversible and (ii) the SR is not properly described by an effective Hamiltonian acting upon a two or a four-macrospin system. The Γ_2 is never reached ; instead, the magnetisation remains 10° out of the crystallographic axis up to the highest applied field (28 T) [1].

Our films were epitaxially grown by pulsed laser deposition on (100)-SrTiO₃ substrate. They are monophasic. From high resolution transmission electron microscopy (HRTEM) experiments, the film can be divided into different growth regions : the first 50 nm exhibits 10-nm wide domains while the rest of the film consists in large columnar domains. The films' magnetic response cannot be described as a mere addition of the contributions of individual domains. The irreversibility of the magnetization in films (with a coercitive field of about 3 T) as in polycrystalline bulk samples curve clearly shows that inter-domain coupling intervenes. The magnetic properties in the nanodomain (bottom) region are completely different from that of bulk polycrystalline samples and arise from the perturbation of the magnetic order due at the grain boundaries [2].

- [1] J. Scola *et al.*, Phys. Rev. B 84, 104429 (2011).
- [2] J. Scola *et al.*, J. Appl. Phys. 110, 043928 (2011).

Effets de dilution sur les propriétés magnétiques du composé à topologie frustrée $\beta\text{-CaCr}_2\text{O}_4$

M. Songvilay¹, C. Martin², V. Hardy², G. André¹, S. Petit¹ et F. Damay¹

¹*Laboratoire Léon Brillouin, CEA Saclay, France*

²*Laboratoire CRISMAT, CNRS UMR 6508, 6 bd Maréchal Juin, 14050 Caen Cedex, France*

$\beta\text{-CaCr}_2\text{O}_4$ est un composé dans lequel les ions magnétiques de chrome ($S = 3/2$) forment des échelles triangulaires parallèles. Cet arrangement allie à la fois frustration magnétique, de par sa topologie en échelle zigzag, et basse dimensionnalité. Ainsi, pour $T < 150$ K, des excitations dues à la basse dimensionnalité sont observées en diffusion inélastique des neutrons [1] ; pour $T < 21$ K, le système s'ordonne, avec une structure incommensurable de vecteur de propagation $k = (0 \ 0 \ q)$ ($q=0.47$) [2]. Une série de composés substitués $\text{CaCr}_{2-x}\text{Sc}_x\text{O}_4$ ($0 \leq x \leq 1$) a été étudiée par diffusion de neutrons et mesures de magnétométrie, pour étudier l'impact de la dilution des échelles magnétiques sur l'ordre magnétique et leur caractère 1D. Jusqu'à $x = 0.3$, l'ordre magnétique est préservé, mais avec une longueur de corrélation et une température de mise en ordre diminuant graduellement avec x ; pour $x = 1$, le système est désordonné à basse température. Dans l'intervalle $0 \leq x \leq 0.3$, de manière inattendue, les excitations non-classiques caractéristiques de la basse dimensionnalité persistent au-delà de T_N . Le profil en énergie de ces excitations s'élargit nettement avec x . Comme pour $x = 0$, la fréquence caractéristique de ces excitations augmente en température, et cette évolution semble peu affectée par la dilution du réseau jusqu'à $x = 0.3$. Ce phénomène ressemble au "blue shift" observé dans d'autres systèmes quasi-1D [3].

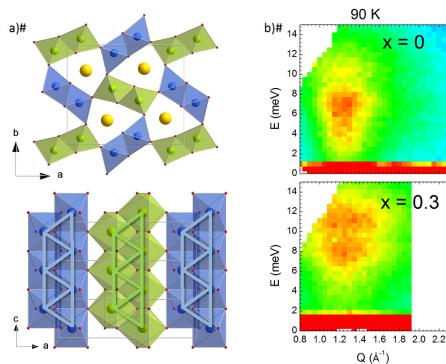


Fig.1 : a) Structure cristallographique de $\beta\text{-CaCr}_2\text{O}_4$: projection dans le plan ab (en haut) et vue projetée dans le plan ac des échelles zigzag (en bas). Les ions calcium sont représentés en jaune, les deux sites de chrome sont en vert et bleu et les ions oxygène sont en rouge. b) Spectre des excitations au dessus de T_N de $\beta\text{-CaCr}_2\text{O}_4$ (en haut) et de la phase substituée $\text{CaCr}_{2-x}\text{Sc}_x\text{O}_4$ pour $x = 0.3$ (en bas).

[1] F. Damay et al., Phys. Rev. B 84, 020402 (2011)

[2] F. Damay et al., Phys. Rev. B 81, 214405 (2010)

[3] I. A. Zaliznyak et al., Phys. Rev. B 55(21), 15824 (1994)

Microscopie magnétique à centre NV : application aux vortex magnétiques et aux parois de domaines dans des films ultramince

J.-P. Tetienne¹, T. Hingant¹, L. Rondin¹, S. Rohart², G. Gaudin³, D. Ravelosona⁴,
A. Thiaville², V. Jacques¹

¹*Laboratoire Aimé Cotton, CNRS, Université Paris-Sud et ENS Cachan, 91405 Orsay, France*

²*Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris-Sud et CNRS, 91405 Orsay, France*

³*SPINTEC, CEA/CNRS/UJF/GINP, INAC, 38054 Grenoble, France*

⁴*Institut d'Electronique Fondamentale, Université Paris-Sud et CNRS, 91405 Orsay, France*

Nous décrivons une nouvelle méthode de microscopie à sonde locale permettant de cartographier le champ magnétique de fuite au-dessus d'un échantillon avec une résolution spatiale nanométrique et une hauteur de vol de l'ordre de 100 nm. La sonde est un centre NV (*nitrogen-vacancy*) dans un nanocristal de diamant, qui est utilisé comme un magnétomètre capable de mesurer des champs allant de quelques μT à une dizaine de mT [1]. Nous avons utilisé ce microscope à centre NV pour étudier deux types d'objets magnétiques. D'une part, nous avons étudié des structures vortex dans des plots minces de Ni₈₀Fe₂₀. Les images révèlent le champ de fuite créé par le cœur du vortex, aimanté perpendiculairement au plan [2,3]. Nous avons également observé la contribution de l'aimantation planaire, qui varie selon la forme du plot et le champ magnétique appliqué. Les résultats sont en accord avec les simulations micromagnétiques. D'autre part, nous avons étudié des parois de domaines dans des films ferromagnétiques ultramince à anisotropie perpendiculaire, en particulier dans Pt/Co(0.6 nm)/AlO_x et Ta/CoFeB(1 nm)/MgO. Nous avons imaginé le champ de fuite de parois de domaines dans des films non structurés [4], ainsi que dans des pistes de largeur micrométrique. L'analyse quantitative des résultats permet de déterminer la valeur de M_s , l'aimantation à saturation, et la nature Bloch ou Néel des parois.

- [1] L. Rondin *et al.*, Appl. Phys. Lett. **100**, 153118 (2012).
- [2] L. Rondin *et al.*, Nat. Commun. **4**, 2279 (2013).
- [3] J.-P. Tetienne *et al.*, preprint arXiv :1309.2171 (2013).
- [4] J.-P. Tetienne *et al.*, preprint arXiv :1309.2415 (2013).

Pressure temperature phase diagram of the antiferromagnetic $\text{TlFe}_{1.6}\text{Se}_2$ selenide

P. Toulemonde^{1*}, J. Jeanneau¹, G. Garbarino², M. Núñez Regueiro¹, K. Marty¹, D. Santos-Cottin¹, P. Strobel¹, Ch. Lepoittevin¹, F. Morales³, D. Freitas¹, J.A. Rodríguez Velamazán⁴, Th. Hansen⁴

*Corresponding author : pierre.toulemonde@grenoble.cnrs.fr ¹ Institut Néel, CNRS and UJF,

F-38042 Grenoble, France

² ESRF, F-38043 Grenoble, France

³ IIM, Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F. 04510, México

⁴ ILL, 38042 Grenoble Cedex 9, France

Since the discovery of unconventional high Tc superconductivity in layered compounds based on iron in tetrahedral coordination, an extensive work has been performed to understand their superconductivity mechanism, with the ultimate goal to raise Tc of these pnictides and chalcogenides even further. Following the discovery of superconductivity in FeSe selenide at Tc = 8 K, increased at Tc = 14 K in $\text{Fe}_{1+\delta}(\text{Te}_{0.5}\text{Se}_{0.5})$ by isovalent substitution of Se by Te, superconductivity was discovered in a new selenide with Tc values around 30 K : $\text{AFe}_{2-x}\text{Se}_2$ (with A=K [1], Rb, Cs or with a mixed site Tl/Rb, Tl/Cs, Tl/K). A related compound is the iron-deficient $\text{TlFe}_{2-x}\text{Se}_2$ compound, synthesized for the first time more than 25 years ago [2]. For x=0.4, i.e. in $\text{TlFe}_{1.6}\text{Se}_2$, when the sample is correctly prepared, the iron vacancies are ordered below TS = 450 K [3] in the same type of superstructure than the one observed in analogous alkaline based $\text{AFe}_{2-x}\text{Se}_2$ selenides. This ordered form of $\text{TlFe}_{1.6}\text{Se}_2$ is antiferromagnetic (AFM) below a Néel temperature around TN = 450K. Recently, we have reported that this AFM is weakened in the sulfur substituted $\text{TlFe}_{2-z}(\text{Se}_{1-x}\text{S}_x)_2$ series and that superconductivity does not occur down to 4 K for any x(S) sulfur composition [4]. We have also studied the pure $\text{TlFe}_{1.6}\text{Se}_2$ selenide under high pressure, by neutron (up to 9 GPa) and x-ray diffraction (up to 20 GPa) combined with transport measurement in the 4-300K range. No bulk superconductivity was found in the transport measurements down to 4.2K and up to 22 GPa. At room temperature, and under pressure, the AFM ordered iron vacancies system undergoes a phase transition around 6 GPa towards a metallic state accompanied by the loss of its long range magnetic order. This transition is also accompanied by the loss of iron vacancies order with possible phase coexistence. Further XRD studies under HP at different temperatures up to 390 K have permitted to construct the full P, T phase diagram of $\text{TlFe}_{1.6}\text{Se}_2$.

- [1] J. Guo et al., Phy. Rev. B 82, 180520(R) (2010)
- [2] L. Häggström, H.R. Varma, B. Bjarman, R. Wäppling, R. Berger, J. Sol. St. Chem. 63, 401-408 (1986).
- [3] B.C. Sales, M.A. McGuire, A.F. May, H. Cao, B.C. Chakoumakos, A.S. Sefat, Phys. Rev. B 83, 224510 (2011).
- [4] P. Toulemonde, D. Santos-Cottin, Ch. Lepoittevin, P. Strobel, J. Marcus, J. Phys. : Condens. Matter 25 075703 (2013).

Probing electric fields in bismuth-doped iron garnet magneto-optical indicators by single molecule spectroscopy

Ivan Veshchunov, J.-B. Trebbia, Philippe Tamarat, and Brahim Lounis

Université de Bordeaux, LP2N, 351 cours de la Libération, F-33405 Talence, France

Institut d'Optique Graduate School and CNRS, LP2N, F-33405 Talence, France

The electrostatic field that appears outside multiferroic materials can be very small and extremely difficult to detect [1]. To get full information on both the electric and magnetic field distributions on the surface of multiferroics we developed a new technique that combines two methods : single molecule spectroscopy and magneto-optical (MO) imaging. The sample is composed of a superconducting layer to create local inhomogeneous magnetization in bismuthdoped iron garnet indicator, a thin crystal doped with fluorescent molecules and a MO indicator. MO imaging based on the Faraday effect in MO indicators with in-plane magnetization is used for visualization of the magnetic flux structure in superconducting thin films. Local electric fields created near S/N boundaries in the intermediate state in type I superconductor are investigated by single molecule spectroscopy. Diamagnetic single molecules in well-chosen matrices have strong linear Stark effect with high enough sensitivity to probe small local electric fields at low temperatures [2,3]. Our preliminary results suggest that the oscillation of local magnetic field at the moving S/N boundary induced by alternative magnetic field in type I superconductor can be a source of electric polarization oscillation in MO indicator with strong magneto-electric coupling [4]. Fluorescence intensity fluctuations caused by molecular resonance shifts at the magnetic field modulation frequency were detected when the molecule was located near the moving S/N interface.

- [1] D. Khomskii, Physics, 2, 20 (2009).
- [2] Tamarat Ph., Maali A., Lounis B. and Orrit M., J. Phys. Chem. A, Vol. 104 (2000) No 1.
- [3] Brunel C., Tamarat Ph., Lounis B., Woehl J. C. and Orrit M., J. Phys. Chem. A, 103 (1999) 2429.
- [4] A. S. Logginov, G. A. Meshkov, A. V. Nikolaev, E. P. Nikolaeva, A. P. Pyatakov, and A. K. Zvezdin, Appl. Phys. Lett. 93, 182510 (2008).

Chapitre 5

Liste des participants

Nom	Prénom	Laboratoire	E-mail
ALET Fabien		LPT Toulouse	alet@irsamc.ups-tlse.fr
BAUDELET François		Synchrotron-SOLEIL, Saint-Aubin	francois.baudelet@synchrotron-soleil.fr
BERRET François	Jean-	Matière et Système Complexes, Université Paris 7	jean-francois.berret@univ-paris-diderot.fr
BERT Fabrice		Laboratoire de Physique des Solides Orsay	fabrice.bert@u-psud.fr
BIERI Samuel		LPTMC, Université Pierre et Marie Curie	sbieri@lptmc.jussieu.fr
BLON Thomas		Laboratoire de Physique et Chimie des Nano-Objets (LPCNO),Toulouse	thomas.blon@insa-toulouse.fr
BOCHER Laura		Laboratoire de Physique des Solides Orsay	laura.bocher@u-psud.fr
BONVILLE Pierre		SPEC CEA Saclay	pierre.bonville@cea.fr
BOUKAHIL Mounir		SPSMS, INAC, CEA Grenoble	mounir.boukahil@cea.fr
BROUET Véronique		Laboratoire de Physique des Solides Orsay	veronique.brouet@u-psud.fr
BUHOT Jonathan		MPQ Université Paris Diderot	jonathan.buhot@univ-paris-diderot.fr
CANNUCCIA Elena		ILL Grenoble	elena.cannuccia@ill.fr
CHABOSSANT Grégoire		Laboratoire Léon Brillouin UMR12 (CNRS/CEA)	gregory.chaboussant@cea.fr
CHAIX Laura		ILL Grenoble	chaixl@ill.fr

Nom Prénom	Laboratoire	E-mail
CHAUDRET Bruno	LPCNO Toulouse	chaudret@insa-toulouse.fr
CHIOAR Ioan-Augustin	Institut Néel Grenoble	ioan.chioar@neel.cnrs.fr
COLIN Claire	Institut Néel Grenoble	claire.colin@neel.cnrs.fr
DAMAY Françoise	Laboratoire Léon Brillouin UMR12 (CNRS/CEA)	francoise.damay@cea.fr
D'ASTUTO Matteo	IMPMC UMR7590 CNRS-UPMC Paris	matteo.dastuto@impmc.upmc.fr
DECORSE Claudia	ICMMO Orsay	claudia.decorse@u-psud.fr
DEUTSCH Maxime	Laboratoire Léon Brillouin UMR12 (CNRS/CEA)	Maxime.deutsch@cea.fr
DUC Fabienne	Laboratoire National des Champs Magnétiques Intenses Toulouse	fabienne.duc@lncmi.cnrs.fr
FABREGES Xavier	Laboratoire Léon Brillouin UMR12 (CNRS/CEA)	xavier.fabreges@gmail.com
FERREIRA José Luiz	Institut Néel Grenoble	jose-luiz.ferreira@neel.cnrs.fr
FLOREA Ovidiu	Institut Néel Grenoble	ovidiu.florea@neel.cnrs.fr
FOURY Pascale	Laboratoire de Physique des Solides Orsay	pascale.foury@u-psud.fr
GALÉRA Rose-Marie	Institut Néel Grenoble	rose-marie.galera@neel.cnrs.fr
GAUZZI Andrea	IMPMC UMR7590 CNRS-UPMC Paris	andrea.gauzzi@upmc.fr
GILLON Béatrice	Laboratoire Léon Brillouin UMR12 (CNRS/CEA)	beatrice.gillon@cea.fr
GINGRAS Michel	University of Waterloo, Department of Physics and Astronomy	gingras@uwaterloo.ca
GOUKASSOV Arsene	Laboratoire Léon Brillouin UMR12 (CNRS/CEA)	arsen.goukassov@cea.fr
GUITTENY Solène	Laboratoire Léon Brillouin UMR12 (CNRS/CEA)	solene.guitteny@cea.fr
HAHN Christian	CEA SPEC Orme des Merisiers	christian.hahn@cea.fr
HAMADEH Abbass	CEA SPEC Orme des Merisiers	abbass.hamadeh@cea.fr
HINGANT Thomas	LAC - Laboratoire Aimé Cotton (UPR 3321) Orsay	thomas.hingant@ens-cachan.fr
HOLDSWORTH Peter	Laboratoire de Physique, Ecole Normale Supérieure de Lyon	peter.holdsworth@ens-lyon.fr
JACQUES Vincent	Laboratoire de Physique des Solides Orsay	vincent.jacques@u-psud.fr

Nom Prénom	Laboratoire	E-mail
JANOD Etienne	IMN - Institut des Materiaux de Nantes - UMR6502	etienne.janod@cnrs-imn.fr
JAUBERT Ludovic	OIST, Okinawa, Japon	ludovic.jaubert@oist.jp
KLEIN Yannick	IMPMC UMR7590 CNRS-UPMC Paris	yannick.klein@impmc.upmc.fr
KNEBEL Georg	SPSMS, INAC, CEA Grenoble	georg.knebel@cea.fr
LACROIX Claudine	Institut Néel Grenoble	claudine.lacroix@neel.cnrs.fr
LE BOLLOC'H David	Laboratoire de Physique des Solides Orsay	lebolloch@lps.u-psud.fr
LEBOEUF David	Laboratoire de Physique des Solides Orsay	david.le-boeuf@u-psud.fr
LEFEVRE Christophe	IPCMS - Institut de Physique et Chimie des Matériaux de Strasbourg	Christophe.lefeuvre@ipcms.unistra.fr
LEFRANÇOIS Emilie	ILL Grenoble	lefrancois@ill.fr
LEPETIT Marie-Bernadette	Institut Néel Grenoble	Marie-Bernadette.Lepetit@neel.cnrs.fr
LHOTEL Elsa	Institut Néel Grenoble	elsa.lhotel@neel.cnrs.fr
LHUILLIER Claire	Laboratoire de Physique Théorique de la matière condensée UMR 7600 Paris	claire.lhuillier@upmc.fr
LUNEAU Dominique	Laboratoire des Multimatériaux et Interfaces (UMR 5615) Lyon	dominique.luneau@univ-lyon1.fr
LUNING Jan	LCPMR - UPMC Paris	jan.luning@upmc.fr
MALLAH Talal	ICMMO Orsay	talal.mallah@u-psud.fr
MANSART Barbara	Laboratoire de Physique des Solides Orsay	
MENDELS Philippe	Laboratoire de Physique des Solides Orsay	philippe.mendels@u-psud.fr
MENTRÉ Olivier	UCCS, UMR CNRS 8181 Lille	olivier.mentre@ensc-lille.fr
MERCONE Silvana	LSPM (UPR 3407) Paris-XIII	silvana.mercone@gmail.com
MESSIO Laura	LPTMC (UPMC) Paris	messio@lptmc.jussieu.fr
MIGNOT Jean-Michel	Laboratoire Léon Brillouin UMR12 (CNRS/CEA)	jean-michel.mignot@cea.fr
MIREBEAU Isabelle	Laboratoire Léon Brillouin UMR12 (CNRS/CEA)	isabelle.mirebeau@cea.fr
MISGUICH Grégoire	Institut de Physique Théorique, CEA Orme des Merisiers	gregoire.misguich@cea.fr
NEASCA Daniela Maria	GREMAN Tours	daniela.neasca@univ-tours.fr
ORAIN Jean-Christophe	Laboratoire de Physique des Solides Orsay	jean-christophe.orain@u-psud.fr

Nom Prénom	Laboratoire	E-mail
ORIGNAC Edmond	Laboratoire de Physique, Ecole Normale Supérieure de Lyon	Edmond.Orignac@ens-lyon.fr
OTT Frédéric	Laboratoire Léon Brillouin UMR12 (CNRS/CEA)	Frederic.Ott@cea.fr
PALACIO MORALES Alexandra	SPSMS, INAC, CEA Grenoble	alexandra.palaciomorales@cea.fr
PARCOLLET Olivier	Institut de Physique Théorique, CEA Orme des Merisiers	olivier.parcollet@cea.fr
PAUTRAT Alain	CRISMAT Caen	alain.pautrat@ensicaen.fr
PAYEN Christophe	IMN - Institut des Matériaux de Nantes - UMR6502	christophe.payen@cnrs-imn.fr
PERRIN Yann	Institut Néel Grenoble	yann.perrin@neel.cnrs.fr
PETIT Sylvain	Laboratoire Léon Brillouin UMR12 (CNRS/CEA)	sylvain.petit@cea.fr
PETIT Sébastien	CRISMAT Caen	sebastien.petit@ensicaen.fr
PFEUTY Pierre	Laboratoire Léon Brillouin UMR12 (CNRS/CEA)	pierre.pfeuty@cea.fr
PINSARD-GAUDART Loreynne	ICMMO Orsay	loreynne.pinsard-gaudart@u-psud.fr
RABU Pierre	IPCMS - Institut de Physique et Chimie des Matériaux de Strasbourg	pierre.rabu@ipcms.unistra.fr
RAYMOND Stéphane	SPSMS, INAC, CEA Grenoble	raymond@ill.fr
RIDIER Karl	Laboratoire Léon Brillouin UMR12 (CNRS/CEA)	karl.ridier@cea.fr
ROBERT Julien	Laboratoire Léon Brillouin UMR12 (CNRS/CEA)	julien.robert@cea.fr
ROUGEMAILLE Nicolas	Institut Néel Grenoble	nicolas.rougemaille@neel.cnrs.fr
ROUX Guillaume	LPTMS, Université Paris-Sud XI, CNRS	guillaume.roux@u-psud.fr
ROVILLAIN Pauline	Laboratoire de Physique des Matériaux, ESPCI Paris	pauline.rovillain@espci.fr
RUEFF Jean-Pascal	Synchrotron-SOLEIL, Saint-Aubin	jean-pascal.rueff@synchrotron-soleil.fr
SCOLA Joseph	GEMAC Versailles	joseph.scola@uvsq.fr
SEYFARTH Gabriel	LNCMI Grenoble	gabriel.seyfarth@neel.cnrs.fr
SIDIS Yvan	Laboratoire Léon Brillouin UMR12 (CNRS/CEA)	yvan.sidis@cea.fr
SONGVILAY Manila	Laboratoire Léon Brillouin UMR12 (CNRS/CEA)	msongvilay@gmail.com

Nom Prénom	Laboratoire	E-mail
TA PHUOC Vinh	GREMAN Tours	taphuoc@univ-tours.fr
TETIENNE Jean-Philippe	LAC - Laboratoire Aimé Cotton (UPR 3321) Orsay	jtetienn@ens-cachan.fr
TOULEMONDE Olivier	Institut de Chimie de la Matière Condensée de Bordeaux	toulemon@icmcb-bordeaux.cnrs.fr
TOULEMONDE Pierre	Institut Néel Grenoble	pierre.toulemonde@neel.cnrs.fr
VESHCHUNOV Ivan	LP2N - Le Laboratoire Photonique, Numérique et Nanosciences, Bordeaux	ivan.veshchunov@u-bordeaux1.fr
VODUNGBO Boris	Laboratoire de Chimie Physique Matière et Rayonnement Paris	boris.vodungbo@upmc.fr
ZHITOMIRSKY Mike	SPSMS, INAC, CEA Grenoble	mike.zhitomirsky@cea.fr

