

LA LETTRE DU LLB



Laboratoire national de diffusion neutronique UMR12 (CEA-CNRS) <http://www-llb.cea.fr/>

Prochaine date limite des propositions d'expériences : 1er avril 2008

Point science : les multiferroïques

Diffusion neutronique et systèmes multiferroïques

Les « multiferroïques » sont des composés présentant simultanément plusieurs ordres ferroïques (ou antiferroïques) parmi ferroélectrique, (anti)ferromagnétique et ferroélastique avec des paramètres d'ordre étroitement couplés : un champ électrique est de nature à modifier l'ordre magnétique. Ces composés sont étudiés intensément par diffusion neutronique au LLB, avec des problématiques tant fondamentales qu'appliquées.

Un premier type d'étude est consacré aux propriétés dynamiques. Il a été montré sur le composé YMnO_3 (ainsi que HoMnO_3 et certains dérivés dopés au calcium) qu'un mode de phonon correspondant à une vibration des atomes le long du vecteur polarisation électrique est de fait un mode mixte, résultat de l'hybridation avec les ondes de spin [1]. D'autres expériences du même type menées sur TbMnO_3 avancent également cette idée d'une hybridation entre excitations élémentaires [2]. Ces expériences menées sur les instruments de diffusion inélastique 3 axes ouvrent la voie à une série d'études portant sur le couplage entre mouvements atomiques et fluctuations de spin au sein de ces matériaux.

Un second type d'étude concerne les propriétés statiques. Des mesures de diffraction très précises, réalisées sur le spectromètre 6T2, ont ainsi permis aux physiciens du SPEC (URA CEA-CNRS 2464) de mettre en évidence le couplage entre les deux paramètres d'ordre : en appliquant un champ électrique externe, ils ont en effet pu modifier les

populations des différents domaines ferroélectriques et magnétiques [3].

Ces matériaux ont aussi été étudiés sous forme de films minces par une équipe du laboratoire CNRS-Thalès (UMR 137) en vue d'applications dans le domaine de la « spintronique ». L'objectif est de créer des dispositifs dont l'état magnétique soit contrôlé par un champ électrique, moins consommateur d'énergie qu'un champ magnétique. L'étude a porté sur une hétérostructure CoFeB/BiFeO_3 , constituée d'une couche ferromagnétique de CoFeB et d'une couche multiferroïque de BiFeO_3 epitaxiée sur un substrat de SrTiO_3 . Elle a permis de montrer que le champ d'échange à l'interface CoFeB/BiFeO_3 est fonction de la taille des domaines ferroélectriques/antiferromagnétiques dans la couche de BiFeO_3 . Cette étude a permis en outre à l'équipe de Thalès de proposer différentes stratégies pour agir sur l'aimantation de la couche ferromagnétique via un champ électrique [4].

Contact : sylvain.petit@cea.fr

[1] *Spin phonon coupling in hexagonal multiferroic YMnO_3* , S. Petit, F. Moussa, M. Hennion, S. Pailhès, L. Pinsard-Gaudart, and A. Ivanov., Phys Rev Lett 99, 266604 (2007)

[2] *Magnetic Excitations in Multiferroic TbMnO_3 : Evidence for a Hybridized Soft Mode*, D. Senff, P. Link, K. Hradil, A. Hiess, L.P. Regnault, Y. Sidis, N. Aliouane, D.N. Argyriou, and M. Braden, Phys Rev Lett 98 137206 (2007)

[3] *Electric-field-induced spin-flop in BiFeO_3 single crystals at room-temperature*, D. Lebeugle, D. Colson, A. Forget, M. Viret, A. M. Bataille, A. Gukasov, Condensed Matter arXiv : 0802.2915

[4] *Mechanisms of exchange bias with multiferroic BiFeO_3 epitaxial thin films*, H. Béa, M. Bibes, F. Ott, B. Dupé, X.-H. Zhu, S. Petit, S. Fusil, C. Deranlot, K. Bouzehouane and A. Barthélémy, Phys Rev Lett 100, 017204 (2008)

A l'honneur ...

Hakima MENDIL qui a soutenu sa thèse au LLB, le 29 septembre 2006, sous la direction de Laurence NOIREZ reçoit des mains de Madame Valérie PECRESSE, Ministre de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur, le Prix Irène Joliot-Curie de la jeune chercheuse 2007.



Passage de relais au LLB et journées scientifiques

A l'occasion de plusieurs départs à la retraite, le LLB organise deux « journées scientifiques » où l'on parlera de bilan, de travaux actuels et de projets scientifiques.

11 juin 2008 : Journée « Neutrons et Matériaux de structure » (Charles-Henri de NOVION)

23 et 24 juin : Journée « Diffusion Inélastique de Neutrons—spectrométrie 3 axes » (Martine HENNION, Bernard HENNION, Fernande MOUSSA et Marguerite QUILICHINI)

Les programmes seront communiqués prochainement sur notre site.

Retenez ces dates !!

LLB et SOLEIL unissent leurs efforts

Grands instruments sur le plateau de Saclay, LLB et Soleil unissent leurs efforts d'animation scientifique et de développements.

Notez deux manifestations prochaines :

La tenue de la 6^{ème} rencontre de Saint Aubin LLB/SOLEIL consacrée à l'étude de la matière molle 18 et 19 mars 2008

<http://www-llb.cea.fr/SOLEIL-LLB/MatMol08/>

L'« International Conference on Surface X-ray and Neutron Scattering » (SXNS10) organisée conjointement par LLB et SOLEIL (2-5 juillet 2008)

<http://www.synchrotron-soleil.fr/Workshops/2008/SXNS10/>



Développement instrumental : TPA

Spectromètre Très Petit Angles (TPA)

Les problématiques soulevées par les polymères ramifiés, les systèmes moléculaires organisés (vésicules par exemple), les caoutchoucs renforcés, les membranes cellulaires en biologie, les argiles, les ciments, les systèmes poreux ou des microstructures d'alliages en métallurgie, etc... requièrent la détermination de la conformation d'objets de plus en plus gros inaccessible avec les diffractomètres de diffusion aux petits angles classiques. C'est un domaine dans lequel la diffusion neutronique s'avère être un outil particulièrement puissant par les effets de contraste, le marquage isotopique et la diffusion magnétique.

L'instrument TPA en cours de montage au LLB, repoussera la limite inférieure de vecteur de diffusion aux petits angles à $2.10^{-4} \text{ \AA}^{-1}$, ce qui permettra de décrire la conformation d'objet atteignant 10000 Å. Cette résolution sera atteinte grâce à une collimation millimétrique à multifaisceaux très fins focalisant sur un détecteur bidimensionnel de type « Image Plate » avec une résolution de 150 µm.

Les premiers tests [2] sont très positifs et le recouvrement des données avec ceux des spectromètres petits angles classiques est satisfaisant.

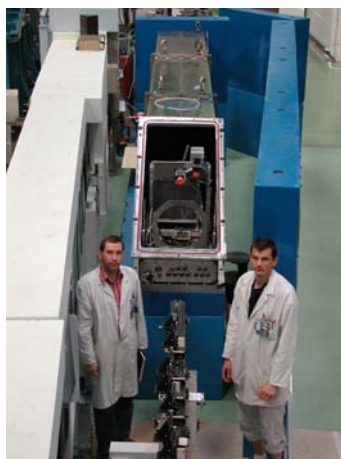
TPA devrait être ouvert aux propositions d'expériences fin 2009. Il peut déjà être utilisé en

configuration prototype par des utilisateurs qui aimeraient pratiquer des premiers tests et mesures.

Contact : sylvain.desert@cea.fr

Remerciements à la région Aquitaine qui a participé au financement de TPA.

- [1] *The new-very-small-angle neutron scattering spectrometer at Laboratoire Léon Brillouin*, S. Désert, V. Thévenot, J. Oberdisse and A. Brûlet, *J.Appl. Cryst.* (2007) 40, s471-s473
[2] *Toward a new lower limit for the minimum scattering vector on the very small angle neutron scattering spectrometer at Laboratoire Léon Brillouin*, A. Brûlet, V. Thévenot, D. Lairez, S. Lecommandoux, W. Agut, S. P. Armes, J. Du and S. Désert, *J.Appl. Cryst.* (2008) 41, 161-166



Hommage



Igor GONCHARENKO a disparu le 4 novembre dernier en Mer Rouge, au cours d'une plongée sous-marine de grande profondeur.

Né en 1965 à Novosibirsk (Sibérie) Igor a passé son doctorat en 1991 et travaillé à l'Institut Kurchatov. En 2000, il a intégré le CNRS comme ingénieur de recherche.

Il a implanté au LLB la technique des très hautes pressions. Le spectromètre G61-Micro, qu'il avait entièrement transformé, a permis au LLB de détenir le record mondial des pressions pour les mesures de neutrons (52 GPa), un record inégalé depuis plusieurs années.

Il a développé des sujets de recherche fondamentale très en pointe dans la physique des hautes pressions. On peut citer le magnétisme de l'oxygène solide, la structure cristalline de l'hydrogène (H et D), les systèmes magnétiques frustrés. Il a publié dans les revues les plus réputées et était invité dans les plus prestigieuses conférences. Nous nous souviendrons de cet ami généreux qui a marqué la physique des hautes pressions.

Le LLB en région

Pour être au plus près des utilisateurs et de leurs attentes, le LLB organise des rencontres régionales.

On y présente les potentialités de la diffusion neutronique, des travaux effectués par les chercheurs de la région,

..... Mais on envisage aussi des projets d'expériences, des projets d'ANR communs, de thèses cofinancées région, de développement instrumental spécifique, d'accueil au LLB en année sabbatique, de visites d'étudiants, etc.

Après Strasbourg et Rennes, les prochaines rencontres régionales seront celles des régions Pays de la Loire à Nantes et Languedoc Roussillon à Montpellier.



jean-paul.doulez@nantes.inra.fr



martin.in@lcvn.univ-montp2.fr

Une école et des rencontres à ne pas manquer.

Chaque année, la Société Française de la Neutronique organise les journées de la diffusion neutronique où se succèdent une école thématique et les rencontres ROSSAT-MIGNOD. Elles auront lieu cette année respectivement du 23 au 28 mai et du 28 mai au 30 mai 2008, à Albé en Alsace.



<http://www.sfn.asso.fr/>

Un rendez-vous exceptionnel pour présenter vos travaux, rencontrer les spécialistes avec lesquels vous pourrez envisager des expériences de diffusion neutronique ou tout simplement apprendre la technique.

L'école thématique peut être prise en charge par les services de formation continue de vos établissements et son contenu est validé par la plupart des écoles doctorales. Elle est consacrée cette année à la diffusion inélastique des neutrons pour l'étude des excitations (vibrationnelles et magnétiques) dans la matière condensée.

Quelques parutions récentes :

Hidden degrees of freedom in aperiodic materials. Toudic B. et al. *Science* **319** (2008) 69

Spin dynamic in the pseudogap stage of a high-temperature superconductor. Hinkov V. et al. *Nature Physics* **3** (2007) 780-785

Fast multiresponsive micellar gels from a smart ABC triblock copolymer. Willet N. et al. *Angewandte Chemie-International Edition* **46** (2007) 7988-7992

Counterions release from electrostatic complexes of polyelectrolytes and proteins of opposite charge : a direct measurement. Gummel J. et al. *Journal of American Chemical Society (comm.)* **129** (2007) 5806-5807

Both water-and organo-soluble supramolecular polymer stabilized by hydrogen-bonding and hydrophobic interactions. Obert E. et al. *Journal of American Chemical Society* **129** (2007) 15601-15603



Pour vous aider dans vos projets d'expériences de diffusion neutronique, n'hésitez pas à contacter les chercheurs du LLB.