

**Lettre d'information du GIME**

Contact : Sandrine Bec ([sandrine.bec@ec-lyon.fr](mailto:sandrine.bec@ec-lyon.fr)) ou Gérard Mauvoisin ([gerard.mauvoisin@univ-rennes1.fr](mailto:gerard.mauvoisin@univ-rennes1.fr))

**Editorial**

Empreinte continue en 2013 et nous réitérons, pour les prochaines parutions, notre appel à contributions, soit sous forme d'informations venant alimenter les rubriques existantes, soit sous forme d'articles originaux. Et si vous préférez, vous pouvez nous envoyer ces textes et informations au fil de l'eau (soutenances de thèses, publications, ...). Les suggestions de nouvelles rubriques sont aussi les bienvenues !

Voici donc le premier numéro de l'année, avec nos rubriques classiques complétées par un article sur la conférence « Indentation 2012 » dont nous présentons un bilan avec un zoom sur le prix de poster.

Sandrine Bec et Gérard Mauvoisin

**Vie des labos**

Le LTDS organise à l'École Centrale de Lyon du 29 au 31 mai 2013, les 25<sup>èmes</sup> Journées Internationales Francophones de Tribologie (JIFT 2013) sur le thème « La Tribologie : fondamentaux et applications complexes ». Les résumés peuvent être envoyés jusqu'au 19 mars 2013. Pour plus d'informations, voir le site web de la conférence à l'adresse <http://jift2013.sciencesconf.org/>

Le LGCGM de Rennes dispose d'un financement pour un post-doc sur la caractérisation mécanique des matériaux métalliques par indentation. Durée 1 an renouvelable. S'adresser à Gérard Mauvoisin ([gerard.mauvoisin@univ-rennes1.fr](mailto:gerard.mauvoisin@univ-rennes1.fr))

**Thèses soutenues**

- Charbel MOUSSA a soutenu sa thèse le 6 novembre 2012 à l'INSA de Rennes, elle s'intitule « Caractérisation mécanique par indentation Instrumentée d'aciers carbonitrurés: aspects numériques et expérimentaux ». Jury : Alain Iost, Pierre Montmitonnet, Philippe Pilvin, Salima Bouvier, Gérard Mauvoisin, Guillaume Delattre, Olivier Bartier et Xavier Hernot.
- Jacques BREUILS a soutenu sa thèse le 23 novembre 2012 à l'INSA de Toulouse, elle s'intitule « Caractérisation mécanique par nano indentation de surfaces métalliques fonctionnalisées ». Jury : Christian Gauthier, Vincent Keryvin, Gérard Mauvoisin, Maxence Bigerelle, Hervé Pelletier et Pierre Mille.
- Gaylord Guillonnet a soutenu sa thèse le 5 décembre 2012, intitulée « Nouvelles techniques de nano-indentation pour les conditions expérimentales difficiles : très faibles enfoncements, surfaces rugueuses, température ». Jury : Etienne Barthel, Alain Iost, Eric Le Bourhis, Johann Michler, Jean-Luc Loubet, Sandrine Bec, Guillaume Kermouche.

**Quelques publications récentes du groupe**

- J. Marteau, P.E. Mazeran, S. Bouvier, M. Bigerelle, "Zero-Point Correction Method for Nanoindentation Tests to Accurately Quantify Hardness and Indentation Size Effect", *Strain* 48(6):491-497 (2012)
- J. Marteau, M. Bigerelle, Y. Xia, P.E. Mazeran, S. Bouvier, "Quantification of first contact detection errors on hardness and indentation size effect measurements", *Tribol. Int.* 59(0):154-162 (2012)
- P. Brammer, O. Bartier, X. Hernot, G. Mauvoisin and S.-S. Sablin, "An alternative to the determination of the effective zero point in instrumented indentation: use of the slope of the indentation curve at indentation load values", *Materials and Design* 40, 356-363 (2012)

**Annonces de conférences, colloques, workshops**

La section ouest de la SF2M organise une journée le 4 avril à Lorient sur le thème « *Caractérisation des matériaux : méthodes et essais spécifiques* ». Des communications par affiche autour de la nanoindentation seront présentées à cette occasion.

<http://sf2m-ouest-2013.sciencesconf.org/>

International Conference on Metallurgical Coatings and Thin Films (ICMCTF), en particulier le Symposium E "Tribology & Mechanical Behavior of Coatings and Engineered Surfaces", 29 avril – 3 mai 2013, San Diego (CA, USA)

[http://www2.avs.org/conferences/icmctf/pages/symposium\\_e.html](http://www2.avs.org/conferences/icmctf/pages/symposium_e.html)

JIFT 2013 – 25<sup>èmes</sup> Journées Internationales Francophones de Tribologie, 29 au 31 mai 2013 à l'École Centrale de Lyon à Ecully. Date limite pour les résumés : 19 mars 2013. Informations et soumission des résumés en ligne sur le site <http://jift2013.sciencesconf.org/>

Tribo-Lyon 2013, 4 au 6 septembre 2013, Villeurbanne (Espace Tête d'Or), regroupe le 40th Leeds-Lyon Symposium on Tribology et Tribochemistry Forum 2013. Tribo-Lyon 2013 est une conférence satellite de WTC 2013 (5th World Tribology Congress, 8-13 septembre 2013, Turin). Date limite pour l'envoi des résumés : 1<sup>er</sup> avril 2013, <http://tribo-lyon2013.sciencesconf.org/>

Nano- and micromechanical testings in materials research and development IV, ECI Conference Series, 6-11 octobre 2013, Albufeira (Algarve), Portugal, dates limites pour l'envoi des résumés : 31 mars 2013 pour les présentations orales, 15 mai 2013 pour les posters, <http://www.engconfintl.org/13an.html>

**Lettre d'information du GIME**

Contact : Sandrine Bec ([sandrine.bec@ec-lyon.fr](mailto:sandrine.bec@ec-lyon.fr)) ou Gérard Mauvoisin ([gerard.mauvoisin@univ-rennes1.fr](mailto:gerard.mauvoisin@univ-rennes1.fr))

**Indentation 2012 : bilan et perspectives**

Organisée dans le cadre des activités de notre groupe, la conférence Indentation 2012 s'est déroulée à l'École Centrale de Lyon du 29 au 31 octobre, avec le soutien scientifique et financier du Labex Manutech SISE, de l'Institut Carnot Ingénierie@Lyon, de l'École Centrale de Lyon et du Laboratoire de Tribologie et Dynamiques des Systèmes, que les organisateurs tiennent à remercier.

Elle a donné lieu à de nombreux échanges et discussions, à l'occasion des présentations scientifiques mais aussi lors des moments plus conviviaux tels le dîner organisé dans un restaurant du Vieux Lyon.

Quelques chiffres : 68 participants inscrits, 4 conférences invitées, 30 exposés et une vingtaine de posters présentés au cours d'une soirée/buffet. Le prix du meilleur poster a été attribué à Mlle Imène LAHOUIJ, doctorante au LTDS. Un résumé des travaux est présenté en fin d'article.

Conférences invitées présentées pendant ces journées :

- Mohamed EL MANSORI (Laboratoire de Mécanique et Procédés de Fabrication, Arts et Métiers ParisTech, France), « L'usage abrasif des surfaces fonctionnelles et structurées par indentation dynamique multi-échelle »,
- Johann MICHLER (Laboratory of Mechanics of Materials and Nanostructures, EMPA, Suisse), « Essai nanomécanique in-situ en température pour l'exploration des mécanismes de fissuration et de plasticité dans les semi-conducteurs et les métaux »,
- Thomas PARDOEN (Institute of Mechanics, Materials and Civil Engineering & Research Center in Micro and Nanoscopic Materials and Electronic Devices, EPL-UCL, Belgique), « On chip testing of thin films »,
- Matthieu VANDAMME (Laboratoire Navier, Ecole des Ponts ParisTech, Université Paris-Est, France), « Caractérisation du fluage par nanoindentation et application aux matériaux cimentaires ».



**Lettre d'information du GIME**

Contact : Sandrine Bec ([sandrine.bec@ec-lyon.fr](mailto:sandrine.bec@ec-lyon.fr)) ou Gérard Mauvoisin ([gerard.mauvoisin@univ-rennes1.fr](mailto:gerard.mauvoisin@univ-rennes1.fr))

**Indentation 2012 : bilan et perspectives (suite)**

La conférence a également donné l'occasion à la section Sud-Est de la SF2M, représentée par Michelle SALVIA, de remettre le prix de master décerné tous les ans par la section aux étudiants de Master 2 qui se sont distingués au cours de leur stage réalisé dans le domaine des matériaux. Trois lauréates ont été récompensées pour 2010/2011, Marine BAYLE, Camille FLAMENT et Aurélie LOPES, qui ont présenté un résumé de leurs travaux devant l'ensemble des participants.

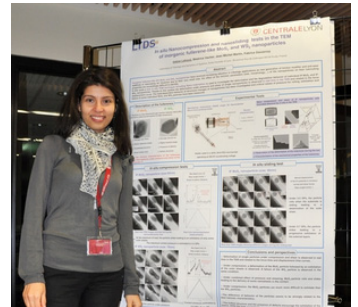
Une réunion du GIME, ouverte à tous les participants, s'est aussi tenue pendant la conférence, pour évoquer les projets du groupe et définir les futures actions, parmi lesquelles l'organisation du prochain colloque sur la thématique de l'indentation, qui devrait se tenir dans deux ans à Strasbourg (dates à préciser). Il a également été proposé de réfléchir à l'organisation d'une Ecole Thématique sur l'indentation.

**Résumé des travaux récompensés par le prix du meilleur poster**

**Nanocompression et nanocisaillement *in situ* dans un MET de nanoparticules d'IF-MeS<sub>2</sub>**

*I. Lahouij, B. Vacher et F. Dassenoy (LTDS, ECL, Ecully)*

Les fullerènes de bisulfure métallique de type (IF-MeS<sub>2</sub>, ou Me=Mo et W) rencontrent un intérêt croissant du fait de leurs pouvoirs anti usure et réducteur de frottement en régime de lubrification limite. Les mécanismes d'action de ces nanoparticules dans un contact lubrifié ont été explorés principalement avec des techniques de caractérisation post mortem de la zone de contact et il a été montré que les fullerènes subissent une exfoliation progressive et libèrent, sous l'effet combiné de la pression et du cisaillement, des feuillets dans la zone de contact formant un tribofilm qui contribue à la réduction du frottement<sup>1,2</sup>. Un autre processus pouvant contribuer à la réduction du frottement est le glissement/roulement des fullerènes dans le contact<sup>3</sup>.



Une meilleure compréhension de l'influence de ces deux mécanismes d'action dans le pouvoir réducteur de frottement des nanoparticules passe nécessairement par une visualisation *in situ* du comportement des particules dans le contact. Afin de répondre à cette problématique, nous avons adopté une nouvelle voie de compréhension et d'étude du comportement des nanoparticules lors d'une sollicitation mécanique. Cette approche consiste en un couplage de la technique de nanoindentation à une observation *in situ* dans un microscope électronique à transmission (MET).

Cette technique originale nous a permis de visualiser pour la toute première fois et en temps réel le comportement de nanoparticules individuelles d'IF-MeS<sub>2</sub> sollicitées en compression et/ou cisaillement dans un contact dynamique (Fig. 1). Ainsi nous avons montré que suivant les caractéristiques intrinsèques de la particule (taille, structure, morphologie), et les conditions de sollicitation, les particules pouvaient adopter des comportements très différents allant du glissement au roulement, en passant par une exfoliation de leurs feuillets externes<sup>4</sup>.

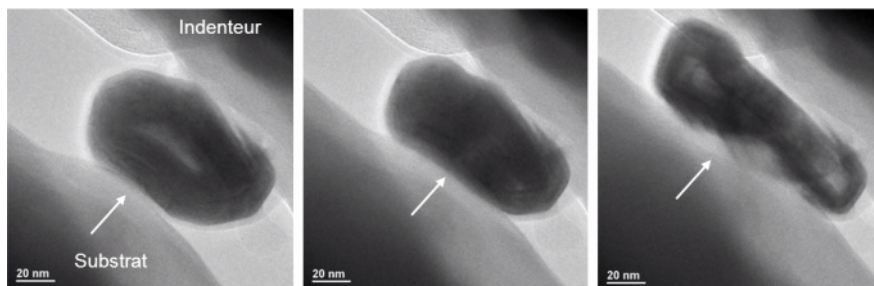


Fig. 1 : Captures d'image obtenues au cours d'un essai de nano-compression réalisé avec une particule d'IF-WS<sub>2</sub> d'une taille de 70 nm. La flèche indique le déplacement du substrat vers l'indenteur (déplacement imposé de 45 nm correspondant à une charge maximale appliquée de 3.6 µN).

**Références**

- <sup>1</sup>L. Cizaire, B. Vacher, T. Le Mogne, J.M. Martin, L. Rapoport, A. Margolin, R. Tenne (2002), Surface and Coatings Technology, 160, p.282.
- <sup>2</sup>I. Lahouij, B. Vacher, J.M. Martin, F. Dassenoy (2012), Wear, 296, p.558.
- <sup>3</sup>R. Rosentsveig, A. Gorodnev, N. Feuerstein, H. Friedman, A. Zak, N. Fleischer, J. Tannous, F. Dassenoy, R. Tenne (2009), Tribology Letters, 36, p.175.
- <sup>4</sup>I. Lahouij, F. Dassenoy, B. Vacher, J.M. Martin (2012), Tribology Letters, 45, p.131.