

Lettre d'information du GIME

Contact : Gérard Mauvoisin (gerard.mauvoisin@univ-rennes1.fr) ou Guillaume Kermouche (kermouche@emse.fr)

Editorial

Ce numéro a tardé à paraître ... il n'était pas judicieux de le proposer avant le colloque Indentation 2014, et juste après il ne se justifiait plus puisque les infos avaient été diffusées à l'occasion de cette rencontre. Dans cette édition apparaissent les références d'articles récents proposés par les membres du groupe, un retour sur le colloque Indentation 2014 à Strasbourg, l'annonce de quelques conférences ayant un lien avec l'indentation, des informations sur le prochain colloque Indentation 2016 à Lille et le compte rendu de la réunion du groupe GIME. Comme d'habitude, cette lettre ne contient que les informations qui nous ont été transmises ...

Gérard Mauvoisin et Guillaume Kermouche

Vie du groupe

• Thèse soutenue

- Déborah Staub a soutenu sa thèse le 29 septembre 2014 à l'IFPEN Vernaison sur « Propriétés mécaniques des céramiques en alumine de forte porosité pour les supports de catalyseurs », Thèse CIFRE IFPEN - MATEIS INSA Lyon.

• Thèse qui débute

- La thèse de KOSSMAN Stephania a été lancée en janv. 2015 au LML sur « Propriétés mécaniques par indentation d'une garniture de frein ». *Codirection D. Chicot du LML et A. Iost de ENSAM de Lille*

Quelques publications récentes du groupe

- Chicot D, Ageorges H, Voda M, Louis G, Ben Dhia MA, Palacio CC, Kossman S. Mechanical properties by indentation of thermal sprayed coatings: Relevance of the scale of measurement. *Surface and Coatings Technology*, Volume 268, Pages 173-179, April 2015.
- Yetna N'jock M, Chicot D, Ndjaka JM, Lesage J, Decoopman X, Roudet F, Mejias A. A criterion to identify sinking-in and piling-up in indentation of materials. *International Journal of Mechanical Sciences*, Volume 90, Pages 145-150, January 2015.
- Kossman S, Chicot D, Decoopman X, Iost A, Van Gorp A, Meillot E, Puchi-Cabrera ES, Santana YY, Staia MH. Sliding wear response of nanostructured USZ suspension plasma sprayed coating. *Journal of Thermal Spray Technology*, Volume 23, Issue 8, Pages 1350-1361, 25 November 2014.
- Bandini A, Berry P, Bemporad E, Sebastiani M, Chicot D. Role of grain boundaries and micro-defects on the mechanical response of a crystalline rock at multiple scales. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, Volume 71, Pages 429-441, October 2014.
- La Barbera-Sosa JG, Santana YY, Caro J, Chicot D, Lesage J, Staia MH, Puchi-Cabrera ES. Mechanical properties of WC coatings evaluated using instrumented indentation technique. *Surface Engineering*, Volume 30, Issue 7, Pages 498-510, July 2014.
- F. Mammeri, J. Teyssandier, C. Darce-Dugaret, S. Debacker, E. Le Bourhis, M. M. Chehimi. "Mechanical Properties of Hybrid Coatings Made from PMMA and Carbon Nanotubes Modified using Diazonium Salt Chemistry". *Journal of Colloid and Interface Science*, 433, 115 (2014)
- C. Lopes, C. Gonçalves, J. Borges, T. Polcar, M.S. Rodrigues, N.P. Barradas, E. Alves, E. Le Bourhis, F. Macedo, C. Fonseca, F. Vaz. "Evolution of the functional properties of titanium-silver thin films for biomedical applications: influence of in-vacuum annealing". *Surface and Coatings Technology*, 261, 262 (2015)
- A. Bouterf, S. Roux, F. Hild, J. Adrien, E. Maire, S. Meille, Digital volume correlation applied to X-ray tomography images from spherical indentation tests on lightweight gypsum, *Strain*, vol 50, n°5, pp. 444-453, 2014
- P. Juran, P.J. Liotier, C. Maurice, F. Valiorgue, G. Kermouche, "Investigation of indentation, impact and scratch-induced Mechanically Affected Zone of a copper single crystal", *C.R. Mécanique*; 343, 2015, pp 344-353.

Quelques publications récentes du groupe (suite)

- Liva Rabemananjara, Xavier Hernot, Gérard Mauvoisin, Adinel Gavrus, Jean-Marc Collin. Formulation of a representative plastic strain and representative plastic strain rate by using a conical indentation on a rigid visco-plastic material. *Materials & Design*, Volume 68, 5 March 2015, Pages 207-214
- X. Hernot, O. Bartier, G. Mauvoisin, J.-M. Collin. A universal formulation for indentation whatever the indenter geometry. *Mechanics of Materials*, Volume 81, February 2015, Pages 101-109
- Charbel Moussa, Olivier Bartier, Gérard Mauvoisin, Xavier Hernot, Jean-Marc Collin, Guillaume Delattre. Experimental and numerical investigation on carbonitrided steel characterization with spherical indentation. *Surface and Coatings Technology*, Volume 258, 15 November 2014, Pages 782-789
- H. Al Baida, G Kermouche, C. Langlade, Development of an improved method for identifying material stress-strain curve using repeated micro-impact testing, *Mechanics of Materials*, 86, 2015, pp 11-20
- D. Tumbajoy-Spinel, G. Kermouche, S. Descartes, J.-M. Bergheau, V. Lacaille, G. Guillonneau, J. Michler, Identification des propriétés mécaniques des surfaces tribologiquement transformées (TTS) à partir d'essais de nano-indentation et micro-compression de piliers, *Matériaux et Techniques*, 103, 2015, DOI: 10.1051/mattech/2015020
- G. Guillonneau, G. Kermouche, J. Teisseire, E. Barthel, S. Bec, J.-L. Loubet, "Is the second harmonic method applicable for thin films mechanical properties characterization by nanoindentation?", *Phil Mag A*, 95, 2015, DOI: 10.1080/14786435.2015.1013517
- D. Mercier, C. Zambaldi and T. R. Bieler. "A Matlab toolbox to analyze slip transfer through grain boundaries ». 17th International Conference on Textures of Materials (ICOTOM 17). *Materials Science and Engineering* 82 (2015) 012090. <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/82/1/012090>

Par ailleurs, D. Mercier et al ont développé et mis en ligne une boîte à outils Matlab pour la modélisation CPFEM de l'essai d'indentation dans un monocristal et dans un bicristal.

Le code source est hébergé sur le site GitHub et une documentation est donnée avec.

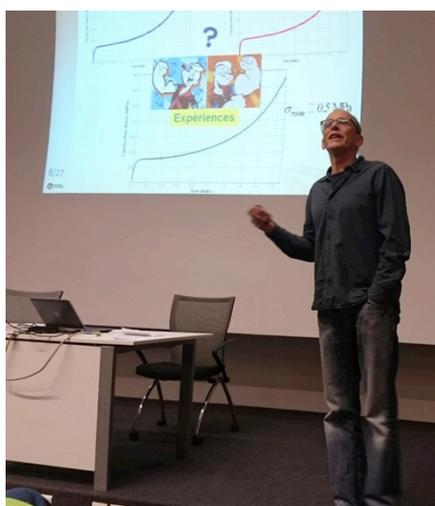
Code : <https://github.com/stabix> - Documentation : <http://stabix.readthedocs.org/en/latest/#>

Colloque Indentation 2014

Le dernier colloque Indentation s'est déroulé à Strasbourg du 10 au 14 décembre 2014. Nos hôtes ont organisé un colloque extrêmement intéressant avec des conférences invitées suffisamment transversales pour intéresser le plus grand nombre. L'accueil a été excellent, généreux et les spécialités locales ont été très appréciées, qui plus est en pleine période de marché de Noël. Merci aux organisateurs !

Le programme des conférences est encore consultable sur le site du colloque : <http://www.ics-cnrs.unistra.fr/indentation2014/>. Le colloque a été clôturé par la dernière conférence, remarquable, de Patrick Delobelle avant son départ en retraite prévu pour janvier 2015. Patrick est un des fidèles des colloques indentation qui nous a apporté son expertise dans le domaine de la physique des matériaux. Nous espérons que l'activité sera poursuivie au sein du FEMTO-ST ...

Une sélection des travaux présentés à l'occasion de ce colloque sera diffusée dans un numéro spécial de la revue *Matériaux et Techniques*. Les articles sont à envoyer dès que possible à Eric Le Bourhis et/ou à Hervé Pelletier .



Indentation 2016 à Lille

La 5^{ème} édition du congrès indentation aura lieu dans le Nord en 2016 (*dates encore à préciser entre mi-octobre et mi-novembre*). Ce sera l'occasion d'échanger sur les récentes innovations de l'indentation, que ce soit en termes de développement de l'essai ou de ses nombreuses et diverses applications. Pour cela, le comité d'organisation régional (Universités de Lille 1 et de Valenciennes, Ecole d'Arts et Métiers de Lille et Ecole des Mines de Douai) propose les sessions suivantes :

Session I : *Les aspects fondamentaux de l'indentation.*

Session II : *Simulation et modélisation.*

Session III : *Propriétés dérivées et applications diverses de l'indentation (Mécanique de la rupture, lois de comportement, plasticité, fatigue, fluage, ...).*

Session IV : *Matériaux hétérogènes (Bétons, céramiques, matériaux de freinage, ...).*

Session V : *Dépôt/revêtement et matériaux à gradients de propriétés (déformation plastique, grenailage, traitement thermo-chimique, rayages, ...).*

Si vous avez des remarques et/ou des suggestions sur ce programme provisoire, nous nous ferons un plaisir de les étudier.

Pour cette édition et sous l'impulsion de Stéphane BENAYOUN et d'Alain IOST, une journée de formation sera proposée avant le congrès. Elle sera principalement à destination des doctorants et des industriels mais aussi ouverte à tous ceux intéressés par cette technique. Nous prévoyons la formation sur 2 demi-journées et des interventions de 45 min. La formation s'appuierait sur 10 cours dont voici une proposition :

| N° Cours | Titre du cours | Intervenants |
|--|---|--------------|
| 1 | « De l'indentation classique à l'indentation instrumentée » Toutes les questions que vous vous posez sans jamais oser les poser et auxquelles nous répondrons | S. Benayoun |
| Session : Calibration et méthodologie expérimentale | | |
| 2 | Rigidité de l'instrument, défaut de pointe, dérive thermique, Notions de h_0 et F_0 , rugosité des échantillons | |
| 3 | Modes de déformation (Modèles de Loubet, d'Oliver et Pharr) Effet de taille ... | D. Chicot |
| Session : Propriétés dérivées | | |
| 4 | Lois de comportement et méthodes inverses | |
| 5 | Ténacité des matériaux fragiles et ductiles | A. Iost |
| 6 | Fatigue, fluage par indentation | |
| Session : Matériaux hétérogènes, revêtus et/ou à gradient de propriétés | | |
| 7 | Film et revêtement : Modèles de dureté et du module d'élasticité. | |
| 8 | Matériaux hétérogènes et poreux | |
| Session : Simulation numérique et modélisation | | |
| 9 | Codes de calcul, Données d'entrée, Bases d'un calcul pertinent, ... | |
| 10 | Fiabilité - sensibilité – identification : les clefs pour les méthodes inverses | |
| Questions - Réponses avec l'équipe pédagogique | | |

Là encore, avant d'être diffusés, les items peuvent être modifiés. Vous remarquerez aussi qu'il manque des noms pour les interventions, nous vous invitons à vous inscrire même là où il y a déjà un nom donné à titre indicatif.

N'hésitez pas à déclarer votre intention auprès d'Alain Iost (Alain.IOST@ENSAM.EU) et de Didier Chicot (didier.chicot@univ-lille1.fr) en **précisant les modules** que vous voudriez animer.

Le comité d'organisation :

Betrancourt D, Chicot D, Decoopman X, Hervas I, Iost A, Louis G, Montagne A, Roudet F, Tricoteaux A, Vangorp A.

Réunion du GIME

Une réunion du groupe GIME s'est tenue le jeudi 11 décembre 2014 à l'issue des présentations de la 2eme journée du Colloque Indentation 2014 à Strasbourg. Voici, en quelques points, le compte rendu de la réunion.

- le bulletin « *Empreinte* » paraît en moyenne 2 à 3 fois par an, c'est moins que ce qui était prévu initialement. Néanmoins, il permet de diffuser quelques informations en lien avec la thématique Indentation sur les soutenance de thèses et HDR, les offres de thèses ou post-doc, les articles récents de notre groupe, les annonces de congrès, etc ... Aucune grande suggestion d'amélioration n'étant proposée, la diffusion se poursuivra sous cette forme, en espérant une densification des informations à faire passer.
- Il est envisagé la mise en commun de ressources afin de vulgariser et faciliter l'entrée « des nouveaux » dans le « monde de l'indentation ». Pour plus d'efficacité, certains chapitres de biblio de thèse « très bien faits » pourraient être recyclés pour servir de base.
- Notre groupe GIME fonctionne bien, la liste de diffusion comporte une centaine de membres et les rencontres bisannuelles sont très appréciées. Néanmoins, notre communauté est très peu visible à l'international, notamment en raison d'une trop faible participation dans les congrès à l'étranger sur l'indentation. On ne peut qu'encourager la participation au congrès ECI du Portugal du 4 au 9 oct 2015 ainsi qu'à IIW5 du 2 au 5 nov 2015 à Dallas.
- A l'échelle internationale, des discussions sont actuellement menées dans le but de mettre en place des normes sur l'indentation (nano indentation, fluage, indentation en température, ...) . La communauté française s'intéressant à l'indentation est loin d'être négligeable mais, sous-représentée à l'international, elle n'est pas consultée pour participer aux réflexions.
- De la discussion, se dégage nettement la volonté de mettre davantage en commun les travaux réalisés sur l'indentation afin que tous bénéficient des avancées en s'appuyant sur les études antérieures. Il y a l'idée de compléter le wikipédia sur l'indentation, de compléter le site web de notre groupe (quasi-inexploité) en donnant accès à des synthèses sur différents aspects de l'indentation (mise en œuvre de l'indentation aux différentes échelles, modélisation numérique de l'indentation, indentation de films minces, ...), d'écrire un article de synthèse en complétant l'article de SF2M info, Il y a ceux qui pensent que tout est à faire en anglais afin d'être plus visibles et ceux qui pensent que compte tenu de la faible disponibilité de chacun, il faut faire simple et rapide, c'est à dire en français dans un premier temps. C'est une œuvre commune qui nécessite de l'organisation et de l'investissement... les volontaires peuvent se manifester.

G. Mauvoisin

Conférences à venir

- Séminaire au LTDS : organisé le 23 juillet 2015 par Emmanuel Paris (Brucker) en partenariat avec Jean-Luc Loubet.
- Nanomechanical Testing in Materials Research and Development V, ECI Conference Series, October 4-9, 2015, Grande Real Santa Eulalia Hotel, Albufeira, Portugal - www.engconfintl.org/15an
- Fifth International Indentation Workshop (IIW5) , DALLAS (USA), November 1-5, 2015
- Conférence EUROMECH-Colloquium 570 co-organisée par Grenoble Institute of Technology et belgian IAP. <http://570.euromech.org/>
- Congrès indentation à Lille (6^{ème} édition) dernier trimestre 2016 : A inscrire déjà sur vos agendas...

Contacts du groupe : Etienne Barthel <Etienne.Barthel@saint-gobain.com>, Stéphane Benayoun <Stephane.Benayoun@ec-lyon.fr>, Didier Chicot <Didier.Chicot@univ-lille1.fr>, Guillaume Kermouche <guillaume.kermouche@mines-stetienne.fr>, Eric Le Bourhis <Eric.le.bourhis@univ-poitiers.fr>, Jean-Luc Loubet <jean-luc.loubet@ec-lyon.fr>, Gérard Mauvoisin <gerard.mauvoisin@univ-rennes1.fr>, Hervé Pelletier <herve.pelletier@insa-strasbourg.fr>, Vincent Keryvin <vincent.keryvin@univ-ubs.fr>, Jean-Pierre Guin <jean-pierre.guin@univ-rennes1.fr>