

Lettre d'information du GIME n° 15 – Décembre 2022

Editorial

Une année qui se termine et bientôt une nouvelle qui commence. Avant l'arrivée des fêtes, nous vous proposons ce nouveau numéro d'empreinte. Au programme : retour sur le webinaire Indentation 2022 (on-line), annonce du prochain colloque Indentation 2023 et du prix de thèse, avancée du projet d'outil de post-traitement d'indentation et bien sûr annonces de stage, de thèse et de publications récentes.

Nous vous souhaitons une bonne lecture !

Julie Marteau, Francine Roudet, Alex Montagne

Table des matières

La vie au GIME.....	2
Retour sur le webinaire Indentation 2022 (on-line).....	2
Colloque Indentation 2023.....	3
Prix de thèse « Empreinte »	3
Projet d'outil de post-traitement d'indentation.....	3
La vie des labos.....	4
Offres de stage.....	4
Publications récentes du groupe	5
Soutenances de thèses	6
Projets en cours	6
Contacts.....	6

La vie au GIME

Retour sur le webinaire Indentation 2022 (on-line)

Organisé pour la deuxième fois cette année, le webinaire Indentation a rencontré un franc succès. Initié en 2020 alors que les déplacements et les rassemblements étaient fortement limités, il nous avait permis de nous retrouver pour écouter de jeunes chercheurs (doctorants en fin de thèse ou tout juste diplômés) et d'échanger autour de nos pratiques, nos travaux... Ce format est donc maintenant reconduit tous les deux ans et organisé par le Bureau du GIME.

En novembre 2022 nous avons pu écouter les travaux de six doctorants, répartis en deux sessions (*Couches Minces* et *Matériaux Massifs*) sur un après-midi. Une centaine d'inscriptions uniques ont été enregistrées pour cette session.

Indentation 2022

Le 10 novembre 2022



WEBINAIRE
Ouvert à tous – gratuitement sur inscription



Lien d'accès :

<https://us02web.zoom.us/join/zoom/register/tZ1sdu-tqDwtHNLNc2JEQhaeu8fVRN-tns9v>

Programme

13h30 – 13h45 : G. Mauvoisin – Introduction de la demi-journée

Session 1 - Couches minces

13h45 – 14h15 : Victor Clavier-Burgue (Mines Paris – CEMEF - ArcelorMittal) – Micro-indentation d'aciers bas carbone oxydés pour évaluer les propriétés plastiques et à rupture d'oxydes de fer.

13h45 – 14h15 : Vincent Fauvel (UBFC-FEMTO) – Numerical and experimental crossed-analysis of bio-inspired superhydrophobic antireflective nanostructure coated by alumina thin films through nanoindentation and microcompression.

14h15 – 14h45 : Morgan Rusinowicz (INP-SiMaP) – Propriétés mécaniques et électriques de couches minces diélectriques : expériences de nanoindentation-électrique et simulations numériques.

15h15 – 15h30 - Pause

Session 2 - Bulk

15h30 – 16h00 : Ala Albayda (Rennes 1 - LGCGM) – Identification de propriétés mécaniques de matériaux métalliques selon une approche numérique de l'indentation sphérique et des définitions de déformations représentatives.

16h00 – 16h15 : Alexandre Bourceret (UBFC - FEMTO) – Enhancing the information-richness of Berkovich nanoindentation testing to extract slip systems interaction parameters on FCC crystal using inverse method.

16h30 – 17h00 : Gabrielle Tiphène (Centrale Lyon - LTDS) – High-temperature scanning indentation, une nouvelle méthode pour caractériser les changements microstructuraux pendant des essais in-situ anisothermes.

17h00 – 17h15 : Bureau du GIME – Conclusion du webinaire

Contacts du groupe : Etienne Barthel <etienne.barthel@saintgobain.com>, Stéphane Benayoun <stephane.benayoun@ec-lyon.fr>, Didier Chicot <didier.chicot@univ-lille1.fr>, Guillaume Kermouche <kermouche@enscm.fr>, Eric Le Bouhès <eric.le.bouhes@univpoitiers.fr>, Jean-Luc Loubet <jean-luc.loubet@ec-lyon.fr>, Gérard Mauvoisin <gerard.mauvoisin@univ-rennes1.fr>, Hervé Pelletier <hervé.pelletier@insa-strasbourg.fr>, Vincent Keryvin <vincent.keryvin@univ-ubs.fr>, Jean-Pierre Guin <jean-pierre.guin@univ-rennes1.fr>, Julie Marteau <julie.marteau@utc.fr>, Alex Montagne <Alex.MONTAGNE@enscm.eu>, Francine Roudet <francine.roudet@univ-lille.fr>

Colloque Indentation 2023



Le prochain colloque Indentation du GIME est annoncé ! Il se tiendra à **Tours**, du **5 au 7 juillet 2023**. Il sera organisé par le Laboratoire Gabriel Lamé (LaMé) et l'institut Pprime à École Polytechnique de l'Université de Tours (Polytech Tours).

Une journée de formation sur la technique de l'indentation instrumentée aura lieu en amont sur deux demi-journées les 4 et 5 juillet 2023.



La date limite de soumission des résumés est fixée au 6 janvier 2023.

Pour plus de renseignements, visitez le site de l'évènement :

<https://indentation2023.sciencesconf.org/>

Prix de thèse « Empreinte »

Le prix de thèse « Empreinte » sera décerné au prochain colloque Indentation à Tours. Ce prix, financé par la SF2M, vient récompenser les travaux de thèse remarquables dans le domaine de l'indentation.

Un appel à candidature sera publié prochainement pour les thèses soutenues entre avril 2021 et mars 2023, n'hésitez pas à commencer à en parler à vos doctorants. Pour information, l'an dernier, les dossiers de candidature étaient constitués de :

1. Résumé de la thèse (1 page avec 1 figure)
2. CV étendu du doctorant (3 pages max) dont liste de publications (en faisant apparaître en surbrillance les publications durant la thèse et le lien avec les essais d'indentation ou essais dérivés – 2 lignes/référence, le cas échéant indiquer la date de soumission si l'article n'est pas encore accepté)
3. Rapport des rapporteurs de thèse
4. Rapport de soutenance
5. Le mémoire de thèse

Le Jury est composé de l'ensemble des membres du Conseil Scientifique du GIME ainsi que des membres du Bureau du GIME, à l'exception de ceux présentant un conflit d'intérêt avec les candidats.

Projet d'outil de post-traitement d'indentation

(par L. Charleux)

Les essais d'indentation demandent un post-traitement important pour être interprétés correctement. Il peut s'agir de corriger la raideur de la machine, de prendre en compte la forme réelle de la pointe utilisée ou encore d'appliquer une procédure destinée à extraire des paramètres matériaux. La communauté "Indentation", française comme mondiale, ne

dispose pas aujourd'hui d'un outil ouvert et Open-Source pour traiter les essais de manière reproductible et qui ne soit pas liée à un constructeur de machine donné. Dans une communauté proche, on peut citer l'outil Gwyddion qui permet de traiter des images de microscopie à force atomique et remplit un rôle similaire.

Notre projet est donc de développer un outil de traitement des essais d'indentation qui soit à la fois suffisamment ouvert pour un usage de recherche mais aussi très simple à utiliser pour aider les expérimentateurs dans leur quotidien. Un groupe de travail a été formé pour fédérer des chercheurs intéressés par le développement du code mais aussi des expérimentateurs avec des pratiques et des équipements variés. L'outil s'appuiera sur le langage Python et l'environnement de travail Jupyter.

Le but est de disposer d'un prototype dans l'année 2023 qui serait présenté au congrès Indentation 2023.

La vie des labos

Offres de stage

► Les laboratoires **Lillois LGCgE, IEMN et MSMP** sont à la recherche d'un ou d'une candidat/candidate pour un stage de master recherche. Le sujet, porté par la Fédération Lilloise de Mécanique, a pour intitulé « *Caractérisation mécanique par indentation de structures épitaxiées : impact des méthodes d'étalonnage, étude de la répétabilité et de la reproductibilité inter-instrument* ». Pour plus de renseignements n'hésitez pas à contacter les porteurs : francine.roudet@univ-lille.fr, thierry.coorevits@ensam.eu et katir.ziouché@univ-lille.fr.

► Le **LTDS de Lyon** est à la recherche d'un ou d'une candidat/candidate pour un stage de master recherche. Le sujet proposé est "*Compréhension des mesures harmoniques en température à nano-échelle sur les polymères*". Ce travail sera réalisé au LTDS avec possibilité de collaborations internationales, d'écriture d'article et de poursuite en thèse. Le profil recherché est de formation science des matériaux et/ou mécanique. Pour tous renseignements vous pouvez entrer en contact avec : gaylord.guilloné@ec-lyon.fr, gabrielle.tiphène@ec-lyon.fr et jean-luc.loubet@ec-lyon.fr.

► L'institut **FEMTO-ST de Besançon** offre trois sujets de stage pour étudiants en master 2 ou ingénieurs de dernière année :

- "*Intérêt de la désorientation du cristal induite par l'indentation pour l'identification des interactions entre les systèmes de glissement*" ; profil recherché : physique/mécanique des matériaux, simulation numérique, méthodes inverses ; contact et renseignements : fabrice.richard@univ-fcomte.fr, <https://www.femto-st.fr/fr/offres-emploi-stage-these/stages>.
- "*Simulation de la nucléation de bandes de cisaillement sous indentation de revêtement multicouche composite*" ; profil recherché : physique/mécanique des matériaux, simulation numérique, endommagement ; contact et renseignements : fabrice.richard@univ-fcomte.fr, <https://www.femto-st.fr/fr/offres-emploi-stage-these/stages>.

- "Effet super-réseau dans les revêtements multicouches : vers la détermination de propriétés mécaniques d'interface par approche éléments finis et atomistique (DFT)" ; profil recherché : physique/mécanique des matériaux, simulation numérique, méthodes inverses ; contact et renseignements : yves.gaillard@univ-fcomte.fr, <https://www.femto-st.fr/fr/offres-emploi-stage-these/stages>.

Publications récentes du groupe

R. Henry, N. Leroux, I. Zacharie-Aubrun, JM Gatt, T. Douillard, C. Langlois, S. Meille, "Influence of the local microstructure on indentation cracking in cubic zirconia", **Material Science and Engineering part A** (2022), doi : 10.1016/j.msea.2022.144261

M. Rusinowicz, G. Parry, F. Volpi, D. Mercier, S. Eve, U. Lüders, F. Lallemand, M. Choquet, M. Braccini, C. Boujrouf, E. Hug, R. Coq Germanicus, M. Verdier, "Failure of a brittle layer on a ductile substrate: Nanoindentation experiments and FEM simulations", **J. Mech. Phys. Solids** 163 (2022) 104859, doi : 10.1016/j.jmps.2022.104859

M. Rusinowicz, F. Volpi, G. Parry, M. Braccini, C. Boujrouf, M. Verdier, "Evidence of Plasticity-Driven Conductivity Drop in an Ultra-Low-k Dielectric Organosilicate Glass", **Adv. Funct. Mater.** (2022), 2207354, doi: 10.1002/adfm.202207354

S. Lu, F. Roudet, A. Montagne, T. Coorevits, G. Guilbert, A. Mouftiez, D. Betrancourt, D. Chicot, "Vickers hardness of NiW coating as a potential replacement for Cr-VI: A methodology to consider size effect and tip defect in classical microindentation", **Surface and Coatings Technology** (2022), doi : 10.1016/j.surfcoat.2022.128812

D. Chicot, A. Mejias, F. Roudet, A. Montagne, D. Betrancourt, T. Coorevits, "Self-calibration in compliance and indenter tip defect for instrumented indentation", **Journal of Materials Research** (2022), doi : 10.1557/s43578-022-00668-1

Y.Y. Santana, M.A. Sowb, C. Nouvellon, C. Cordier, F. Beclin, M. Touzin, A. Tromont, X. Noirfalise, L. Boilet, J.F. Trelcat, M. Dubar, H. Morvan, M. Bigerelle, "Influence of powder mixing method on properties of high entropy alloys of FeCrMnAlMo thin coatings obtained by magnetron sputtering", **Surface & Coatings Technology** (2022), doi : 10.1016/j.surfcoat.2022.128744

G. Guillonneau, S. Sao Joao, B. Adogou, S. Breumier, G. Kermouche, "Plastic Flow Under Shear-Compression at the Micron Scale-Application on Amorphous Silica at High Strain Rate", **JOM** (2022), doi : 10.1007/s11837-021-05142-7

R.N. Vidmer, A. Groetsch, G. Kermouche, A. Diaz, G. Pillonel, M. Jain, R. Ramachandramoorthy, L. Pethö, J. Schwiedrzik J. Michler, "Temperature-dependent dynamic plasticity of micro-scale fused silica", **Materials & Design** (2022), doi : 10.1016/j.matdes.2022.110503

M. Idriss, O. Bartier, D. Guines, L. Leotoing, G. Mauvoisin, and X. Hernot, "Instrumented indentation for determining stress and strain levels of pre-strained DC01 sheets", **International Journal of Mechanical Sciences** (2023), doi : 10.1016/j.ijmecsci.2022.107833

Soutenances de thèses

- 15/12/2022 : Soutenance de thèse - **Corentin Penfornis** (UTC, Roberval) – « *Effet de la microstructure d'un acier dual phase sur le frottement et l'usure abrasive à l'échelle d'un contact microscopique* ».
- 13/12/2022 : Soutenance de thèse - **Alaa ALBAYDA** (LGCGM, Rennes) – « *Nouvelles méthodologies basées sur le concept de déformation représentative pour la caractérisation mécanique par indentation de matériaux métalliques* ».
- 05/12/2022 : Soutenance de thèse - **Siyang Lu** (Université de Lille, LGCgE) - « *Research on NiW coatings as a promising replacement for Cr-VI: indentation and X-ray diffraction investigations* ».

Projets en cours

Le **Lamih de Valenciennes** a ouvert une Chaire de Professeur Junior dans le cadre du projet Mesurufo (*comportement MEcanique par indentation instrumentée multi-échelles des SURfaces RUgueuses FONctionnelles*). L'objectif de cette chaire, sur trois ans, est d'établir un protocole permettant l'évaluation des propriétés mécaniques des surfaces rugueuses fonctionnelles. Une approche à la fois par mesure des topographies de surfaces ainsi que de leur comportement sous indentation sera menée.

La principale orientation de ce projet est de tenir compte des aspérités de surface, et non de s'en affranchir comme il peut être classiquement fait en indentation (indentation à fortes charges, polissage...). La genèse de ces aspérités peut être liée à des phénomènes extrêmes, conduisant ainsi à des comportements différents du matériau massif. L'étude morphologique des surfaces avant et après indentation devrait permettre de mettre en évidence l'interaction entre les aspérités et l'indenteur. Les essais expérimentaux seront couplés à des études numériques (éléments finis). Compte tenu de la très forte dispersion qui sera vraisemblablement observée, une approche statistique des essais expérimentaux sera également considérée. De plus, et ce afin de découpler les effets, des essais en températures (haute et basse) seront également menés.

Contacts

Bureau du GIME

Président :	Gérard Mauvoisin (gerard.mauvoisin@univ-rennes1.fr)
Président adjoint :	Guillaume Kermouche (kermouche@emse.fr)
Webmaster :	Vincent Keryvin
Secrétaires :	Julie Marteau Francine Roudet Alex Montagne



Une info ? Une nouvelle à partager avec tout le groupe ? Une seule adresse : gime@listes.asso.univ-rennes1.fr.

Allez voir le site du GIME hébergé par la SF2M ! Pour le consulter c'est par [ici](#).