

mars - avril 2012



NEWSLETTER 46

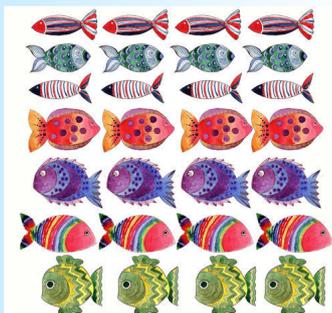


CENTRE DES MATERIAUX  
P.M.FOUR

La Newsletter du CdM - Mines ParisTech



- 1 Editorial, poème
- 1 Faits marquants
- 2 Soutenances de thèses
- 3-4 Le point Presse
- 4 Séminaire CdM
- 4 Arrivées
- 4 Disparition
- 5 Conférence DYFP 2012



juniorcity.net

## Editorial

Un poisson d'avril  
Est venu me raconter  
Qu'on lui avait pris  
Sa jolie corde à sauter

C'était un cheval  
Qui l'emportait sur son coeur  
Le long du canal  
Où valsaient les remorqueurs

Et alors un serpent  
S'est offert comme remplaçant  
Le poisson très content  
Est parti à travers champs

Il saute si haut  
Qu'il s'est envolé dans l'air  
Il saute si haut  
Qu'il est retombé dans l'eau.

Boris Vian

Bonne lecture

Françoise Di Rienzo



### Faits marquants de mars - avril

- **22/03/2012** : présentation officielle de la nouvelle direction du Centre des Matériaux par M. R. SOUBEYRAN
- **28/03/2012** : soutenance de thèse de Y. DING "Analyse morphologique de la microstructure 3D de réfractaires électrofondus à très haute teneur en zircon : relations avec les propriétés mécaniques, chimiques et le comportement pendant la transformation quadratique-monoclinique."
- **29/03/2012** : soutenance de thèse de A. BENOIT A LA GUILLAUME "Prédiction de la durée de vie de structures mécanosoudées soumises à des chargements thermiques anisothermes : Application aux collecteurs d'échappement en tôle."
- **30/03/2012** : séminaire "La corrosion sous contrainte des aciers inoxydables dans l'industrie nucléaire"

### Faits marquants de mai - juin

- **04/05/2012** : soutenance de thèse de Lingtao SUN "Etude numérique de l'amorçage et de la propagation de fissures de fretting"
- **04/05/2012** : séminaire "Comportement et rupture de gaines en alliages de zirconium utilisées dans les réacteurs à eau pressurisée en situation accidentelle d'injection de réactivité"

## Soutenances de thèses

### Analyse morphologique de la microstructure 3D de réfractaires électrofondus à très haute teneur en zircon : relations avec les propriétés mécaniques, chimiques et le comportement pendant la transformation quadratique-monoclinique

Yang DING  
le 28 mars 2012

Les THTZ (réfractaires électrofondus à Très Haute Teneur en Zircon) sont des matériaux utilisés pour la construction de fours verriers. Ils sont composés d'un squelette dendritique de zircon imprégné de phase vitreuse. Cette étude, qui fait partie du programme national de recherche NOREV (Nouveaux Réfractaires Verriers), financé par l'ANR (Agence Nationale pour la Recherche), vise à étudier les influences de la morphologie tridimensionnelle de la microstructure et des propriétés des phases sur le comportement mécanique du THTZ, en particulier pendant la transformation quadratique-monoclinique qui intervient lors du refroidissement post-coulée. Les microstructures 3D de différents matériaux ont été investiguées par tomographie X à l'ESRF (synchrotron de Grenoble). Les images 3D segmentées ont donné lieu à des analyses d'images permettant de caractériser la topologie microstructurale des matériaux, à travers de mesures de covariance, de tortuosité et de percolation. Une relation entre la vitesse d'attaque par l'acide fluorhydrique (HF) et la densité de surface du squelette de zircon a été identifiée. En segmentant le squelette de zircon par la méthode des bassins versants (watershed), nous avons pu comparer le niveau de connectivité du réseau de zircon des différents matériaux. Les résultats sont corrélés avec les calculs numériques de la rigidité microstructurale du squelette des matériaux. Après attaque acide et à haute température, un phénomène de flexibilité a été observé sur des éprouvettes minces et a pu être mis en

relation avec la connectivité des matériaux. Les mesures de dilatation lors de cycles thermiques ont mis en évidence les effets induits par l'ajout d'yttrine. La phase vitreuse joue un rôle important pendant la transformation de quadratique à monoclinique, en limitant l'endommagement microstructural des matériaux. Le THTZ dopé par l'ajout de 7% d'yttrine présente des propriétés très différentes des autres matériaux : il est plus rigide et ne subit plus la transformation martensitique. Des calculs par éléments finis tridimensionnels, réalisées à partir de volumes élémentaires de la microstructure réelle, ont permis d'estimer l'influence des propriétés des phases constituantes, de leur morphologie et des conditions aux limites sur la contrainte interne responsable de l'endommagement microstructural.

### Prédiction de la durée de vie de structures mécanosoudées soumises à des chargements thermiques anisothermes : application aux collecteurs d'échappement en tôle

Aurélien BENOIT A LA GUILLAUME  
Jeudi 29 Mars 2012

Traditionnellement, les collecteurs d'échappement sont fabriqués en fonte, d'un seul tenant. En raison de l'augmentation des performances des moteurs, des tôles d'acier mécanosoudées sont maintenant utilisées pour améliorer la tenue mécanique du collecteur à haute température. Cette technologie permet de réduire la masse du collecteur et de répondre ainsi favorablement aux normes de dépollution les plus sévères. L'objectif de la thèse est de proposer un modèle numérique de soudure et un critère de ruine associé permettant de prédire la durée de vie de ces structures mécanosoudées soumises à des chargements thermiques anisothermes. La procédure de dimensionnement consiste à simuler plusieurs cycles de chargements et à évaluer le critère de fatigue sur le dernier cycle simulé, considéré comme

stabilisé. Dans un premier temps, une étude théorique est menée sur la caractérisation des différents états asymptotiques (adaptation, accommodation et rochet). Elle permet d'une part de vérifier que l'état stabilisé est effectivement atteint et éventuellement d'estimer le nombre de cycles nécessaires pour l'atteindre, d'autre part de déterminer la nature de l'état limite. Dans un second temps, des essais de durée de vie isothermes, réalisés sur des éprouvettes en tôle, en tôle soudée et en tôle soudée arasée (abrasion du cordon puis polissage de la zone utile) mettent en évidence l'influence de la géométrie et de la microstructure au niveau de la soudure sur la durée de vie de ces structures. Enfin, des essais de durée de vie anisothermes, inspirés de chargements effectivement observés sur le collecteur, ont été réalisés sur des éprouvettes en tôle et en tôle soudée. La rigidité du cordon de soudure est modélisée à l'aide d'éléments coques dimensionnés de sorte à reproduire la déformée des éprouvettes en tôle soudée observée expérimentalement. Différents critères de ruine sont mis au point sur le matériau de base pour caractériser l'endommagement induit par des chargements anisothermes puis sont adaptés à la zone soudée. Enfin, la simulation d'un essai de choc thermique sur un collecteur d'échappement permet de valider le modèle de soudure proposé et de tester la pertinence des critères vis-à-vis de l'application industrielle.

**Sources :** les doctorants concernés.

## Revue, congrès ... le point de février - mars - avril

### Revue à comités de lecture

- MAUREL Vincent, HELFEN L., N'GUYEN Franck, KOSTER Alain, DI MICHEL M., BAUMBACH T., MORGENEYER Thilo, Three dimensional investigation of thermal barrier coatings by synchrotron-radiation computed laminography, Scripta materialia, 2012, 66, p. 471-474
- DYNYS F.W., BERGER Marie Hélène, SEHIRLIOGLU A., Thermoelectric properties of undoped and doped (Ti<sub>0.75</sub>Sn<sub>0.25</sub>)O<sub>2</sub>, Journal of the American ceramic society, 2012, 95, p. 619-626
- ROUSSELIER Gilles, LUO Meng, MOHR D., Macroscopic plasticity modeling of anisotropic aluminium extrusions using a reduced text methodology, International journal of plasticity, 2012, 30-31, p. 144-165
- HELFEN L., MORGENEYER Thilo, XU Feng, MAVROGORDATO M.N., SINCLAIR I., SCHILLINGER B., BAUMBACH T., Synchrotron and neutron laminography for three dimensional imaging of devices and flat materials specimens, International journal of materials research, 2012, 103, p. 170-173
- THOREL Alain, Réflexions sur la science des matériaux, Matériaux et techniques, 2011, p. 606-610
- AMSELLEM Olivier, BORIT François, JEULIN Dominique, JEANDIN Michel, BOLLER E., PAUCHET F., Three dimensional simulation of porosity in plasma-sprayed alumina using microtomography and electrochemical impedance spectrometry for finite element modeling of properties, Journal of thermal spray technology, 2012, 21, p. 193-201
- PROUDHON Henry, MOFFAT A., SINCLAIR I., BUFFIERE J.Y., Three-dimensional characterisation and modelling of small fatigue corner cracks in high strength Al-alloys, Comptes rendus Physique, 2012, 13, p. 316-327
- MAIRE E., MORGENEYER Thilo, LANDRON C., ADRIEN J., HELFEN L., Bulk evaluation of ductile damage development using high resolution tomography and laminography, Comptes rendus Physique, 2012, 13, p. 328-336
- ARLAZAROV A., GOUNE M., BOUAZIZ Olivier, HAZOTTE A., PETITGAND G., BARGES P., Evolution of microstructure and mechanical properties of medium Mn steels during double annealing, Materials science and engineering A, 2012, 542, p. 31-39
- WANG Y., CHESNAUD Anthony, BEVILLON E., DEZANNEAU G., Properties of Y-doped BaSnO<sub>3</sub> proton conductors, Solid state ionics, 2012, 214, p. 45-55
- JAUZEIN Vincent, BUNSELL Anthony, Bio-composite aspects of silk : the sericin sheath acting as a matrix, Journal of materials science, 2012, 47, p. 3082-3088
- RECHE Delphine, BESSON Jacques, STUREL T., LEMOINE X., GOURGUES LORENZON Anne Françoise, Analysis of the air bending test using finite element simulation : application to steel sheets, International journal of mechanical sciences, 2012, 57, p. 43-53
- RYCKELYNCK David, VINCENT Florence, CANTOURNET Sabine, Multidimensional a priori hyper-reduction of mechanical models involving internal variables, Computer methods in applied mechanics and engineering, 2012, 225-228, p. 28-43
- SHINOHARA Yasuhiro, BESSON Jacques, MADI Yazid, Anisotropic damage behaviour in high strength line pipe steels, International journal of offshore and polar engineering, 2012, 22, p. 83-89
- COTTURA M., LE BOUAR Y., FINEL A., APPOLAIRE B., AMMAR Kais, FOREST Samuel, A phase field model incorporating strain gradient viscoplasticity : application to rafting in Ni-base superalloys, Journal of the mechanics and physics of solids, 2012, 60, p. 1243-1256
- POUILLIER Edouard, GOURGUES Anne Françoise, TANGUY D., BUSSO Esteban, A study of intergranular fracture in an aluminium alloy due to hydrogen embrittlement, International journal of plasticity, 2012, 34, p. 139-153
- PIEZEL Benoit, MERCATORIS B.C.N., TRABELSI Wassim, LAIARINANDRASANA Lucien, THIONNET Alain, MASSART T.J., Bending effect on the risk for delamination at the reinforcement/matrix interface of 3D woven fabric composite using a shell like RVE, Composite structures, 2012, 94, p. 2343-2357
- ALLAIN S., BOUAZIZ Olivier, TAKAHASHI M., Toward a new interpretation of the mechanical behaviour of as-quenched low alloyed martensitic steels, ISIS International, 2012, 52, p. 717-722
- ARSLAN Melis, BOYCE M.C., A micromechanically based anisotropic constitutive model for the microtubule wall, Journal of applied mechanics, 2012, 79, 021002, 7 p.

### Articles

MINGAULT Lynh Thy, La microscopie électronique – micro analyse au regard des normes, Traitement & matériaux, 2012, 415, p. 25-29

### Chapitres de livres

FOREST Samuel, AMMAR Kais, APPOLAIRE Benoit, Micromorphic vs. phase-field approaches for gradient viscoplasticity and phase transformations, in : Advances in

## Revue, congrès ... le point (fin)

extended & multifield theories for continua, ed. B. Markert, Lecture Notes in Applied and Computational Mechanics 59, Springer, p. 69-88, 2011

FOREST Samuel, BERTRAM A., Formulations of strain gradient plasticity, in : Mechanics of generalized continua, ed. H. Altenbach, G.A. Maugin, V. Erofeev, Advanced Structured Materials 7, Springer, p. 137-149, 2011

GRILLON François, L'art du polissage, in : Préparation des échantillons pour MEB et microanalyses, ed. P. Jonnard, F. Brisset, EDP Sciences, 2011, p. 69-86

CHRISTOULIS Dimitris, JEANDIN Michel, IRISSOU E., LEGOUX J.G., KNAPP W., Laser-assisted cold spray (LACS), in : Nd YAG laser, ed. D.C. Dumitras, InTech, mars 2012, p. 59-96

### Livres

FRANCOIS D., PINEAU André, ZAOUÏ A., Mechanical behaviour of materials, vol 1 : micro- and macroscopic constitutive behaviour, Springer, 2012

### Actes de congrès

GUERRE C., DUHAMEL Cécilie, SENNOUR Mohamed, CREPIN Jérôme, LE CALVAR M., SCC crack growth rate of alloy 82 in PWR primary water conditions – effect of a thermal treatment, in : 15<sup>th</sup> international conference on environmental degradation, ed. J.T. Busby, G. Ilevbare, P.L. Andresen, TMS, 2011, p. 1127-1139

LE MILLIER Morgane, CALONNE O., CREPIN Jérôme, DUHAMEL Cécilie, GASLAIN Fabrice, HERIPRE E., TOADER O., VIDALENC Y., Irradiation assisted stress corrosion cracking of stainless steels in a PWR environment (a combined approach), in : 15<sup>th</sup> international conference on environmental degradation, ed. J.T. Busby, G. Ilevbare, P.L. Andresen,

TMS, 2011, p. 1293-1307

GUERRE C., LAGHOUTARIS P., CHENE J., MARCHETTI L., MOLINS Régine, DUHAMEL Cécilie, SENNOUR Mohamed, Stress corrosion cracking of alloy 600 in PWR primary water : influence of chromium, hydrogen and oxygen diffusion, in : 15<sup>th</sup> international conference on environmental degradation, ed. J.T. Busby, G. Ilevbare, P.L. Andresen, TMS, 2011, p. 1477-1488

ANDRIEU Antoine, PINEAU André, RYCKELYNCK David, BOUAZIZ Olivier, Extension of Beremin model to bi-modal brittle fatigue, in : 20<sup>ème</sup> congrès français de mécanique, Besançon, 29 aout-2 septembre 2011, 6 p.

ZOUAGHI A., BELLET M., BIENVENU Yves, PERRIN G., CEDAT D., BERNACKI M., Modélisation de la phase de compaction du procédé CIC à l'échelle mésoscopique, in : 20<sup>ème</sup> congrès français de mécanique, Besançon, 29 aout-2 septembre 2011, 6 p.

MAZIERE Matthieu, FOREST Samuel, Le calcul de structures en présence de vieillissement statique ou/et dynamique d'alliages métalliques, in : 20<sup>ème</sup> congrès français de mécanique, Besançon, 29 aout-2 septembre 2011, 3 p.

BOUAZIZ Olivier, Potentiel des matériaux à gradient de propriétés pour applications nucléaires, in : 20<sup>ème</sup> congrès français de mécanique, Besançon, 29 aout-2 septembre 2011, 6 p.

## Vidéo

Le site de la Banque des Savoirs de l'Essonne met la science à portée de grand public. De nombreux articles s'y côtoient, abordant des sujets aussi variés que la vie en conditions extrêmes, les enjeux liés au financement de la Recherche en France, dans les dossiers Science du futur président, la protection de la nappe phréatique la plus grande d'Europe, celle de la Beauce, ou encore une présentation de l'Institut africain des sciences mathématiques, partenaire de l'université Paris-Sud.

Et parmi les différents supports mis à disposition, on trouve, au rayon vidéos, sous le titre « un centre dédié aux matériaux », une prestation de J. D. BARTOUT expliquant le principe de la fabrication de pièces à géométrie complexe par les procédés additifs (<http://www.savoirs.essonne.fr/sections/r-essources/videos/resource/un-centre-dedie-aux-materiaux/>)

Source : F. DI RIENZO

## Pollens



Le printemps est arrivé, et avec lui les pollens. Nécessaires à la vie végétale, certes, ils sont aussi sources de désagréments pour certains animaux tel l'être humain.

L'échelle du Réseau national de surveillance aérobiologique classe ces pollens de 0 (pas allergisants) à 5. On compte parmi ces derniers le pollen du bouleau (photo ci-dessus), véritable ennemi des allergiques, il est très abondant dans la moitié de la France et la production atteint son pic en mars-avril.

Source : <http://www.sciencesetavenir.fr/galeries-photos>

## Séminaire CdM

30/03/2012

R&D

### La corrosion sous contrainte des aciers inoxydables dans l'industrie nucléaire

- Introduction, C. Duhamel, CDM
- « Contrainte des aciers inoxydables austénitiques dans l'industrie nucléaire », F. Vaillant, EDF R&D- Les Renardières
- « Amorçage des fissures de corrosion sous contrainte dans les aciers inoxydables austénitiques écrouis exposés au milieu primaire simulé », P. Huguenin, Doctorante CDM – EDF

- “TEM analysis of pure Iron and FeCr Model Alloys Ion Irradiated within the JANNuS platform (in and ex-situ mode)”, B. Décamps, CSNSM/ IN2P3 - CNRS, Université Paris Sud

- « Corrosion sous contrainte assistée par l'irradiation des aciers inoxydables austénitiques en milieu REP », M. Le Millier, Doctorante CDM – Chaire Areva

**Source :** [semteam@mat.ensmp.fr](mailto:semteam@mat.ensmp.fr)

## Arrivées

**Abderrahmen Kaabi** a soutenu sa thèse au Centre, il y a un an sur des matériaux pour l'électronique de puissance pour voiture électrique ou hybride. Il s'agissait de matériaux architecturés pour substrat de semi-conducteur en silicium ou brasure sans plomb et à dilatation modérée.

Après un séjour au CNRT Caen (EnsiCaen) ou il a travaillé sur des assemblages électroniques par colle conductrice, Abderrahmen revient travailler au Centre, à nouveau sur des matériaux architecturés pour des mousses métalliques produites par fonderie ou par fusion sélective laser (projet ANR Foam) et aussi sur des laminés aluminium-acier à propriétés physiques intéressantes et légers (projet ANR émergence Aluarmé).

**Vladislav YASTREBOV** a commencé un post-doctorat, depuis le 2 Avril, dans le groupe COCAS sous la direction de Georges CAILLETAUD sur le sujet de couplage de la Dynamique des Dislocations Discrètes et les Eléments Finis pour les applications de fatigue à l'échelle microscopique.

Il vient de terminer un an de post-

doctorat à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (Suisse) avec Jean-François MOLINARI après avoir soutenu, il y a un an, sa thèse sur le contact numérique à l'Ecole des Mines de Paris, préparée dans notre laboratoire sous la direction de Georges CAILLETAUD et Frédéric FEYEL.

**Arina Marchenko**, depuis le 1er Mars, a rejoint les équipes MM et COCAS. Elle débutera officiellement sa thèse en octobre mais travaille déjà sur la rupture des Titans non alliés dans le cadre du projet ANR Fluti (collaboration avec le LMS et ICMPE).

**Sources :** Y. BIENVENU, M. MAZIERE

## Disparition

Notre ancienne doctorante, Bivi MOUHAMATH est décédée le 5 Mars 2012, à l'âge de 48 ans, à Paris.

Elle était Ingénieur de l'Université Paris 13, DESS de l'IAE. Son premier poste au sortir de sa thèse, sur la qualification de réservoirs en composites avec le CEA et le Centre, sous la direction de Anthony BUNSELL (voir figure ci-dessous), en mai 1992, était basé au Japon.

Elle a ensuite alterné des responsabilités dans l'industrie automobile (Renault, Goodyear, chez des équipementiers) et des missions dans le monde académique (directeur de l'ISAT à Nevers, professeur invité à Tsing Hua).

Bivi a toujours été attachée au Centre et elle nous rendait visite fréquemment. Son dynamisme était toujours le même ainsi que son dévouement à la solidarité internationale. Elle avait fondé une association « Education, Développement et solidarité internationale » et préparait une thèse en Sciences de gestion sur la Responsabilité sociétale des entreprises dans un contexte de globalisation.

Nous vous invitons à lire les quelques lignes de dédicace de son mémoire de thèse.

**Source :** Y. BIENVENU, C. COLIN



Figure VII.1 : Réservoir après éclatement.

Réservoir éclaté par  
essai sous pression

## Conférence DYFP 2012

La 15e Conférence sur la Déformation, l'Écoulement et la Rupture des Polymères (Deformation, Yield and Fracture of Polymers (DYFP)) a eu lieu en Hollande du 1 au 5 Avril 2012.

Cette conférence, initiée il y a 42 ans au Churchill College à Cambridge, et connue à l'époque comme étant « la fameuse conférence de Cambridge », se perpétue tous les trois ans mais est hébergée depuis 2006 par le Rolduc Abbey à Kerkrade (The Netherlands).

Considérée comme une des conférences importantes se déroulant en Europe, elle a rassemblé 180 participants dont 38 industriels et 40 étudiants parmi les 142 "académiques". En termes d'effectif, les fortes délégations ont été appréciées et saluées : Pays-bas (62), France (42), Etats-Unis (21), Allemagne (12) et Italie (11). Viennent ensuite le Royaume Uni (4), la Suisse (4), l'Autriche (3), la Norvège (3), Israël (3), le Japon (2), l'Irlande (1), l'Espagne (1), la Grèce (1), le Canada (1), l'Australie (1) et la République Tchèque (1).

Le Centre des Matériaux a été représenté avec 3 communications :

1. F. MAES, D. MONTARNAL (ESPCI), S. CANTOURNET, F. TOURNILHAC (ESPCI), L. CORTÉ, L. LEIBLER (ESPCI): "Activation and deactivation of self-healing in

supramolecular rubbers"

2. L. LAIARINANDRASANA, H.A. CAYZAC, T.F. MORGENEYER, H. PROUDHON : "Modelling of damage distribution and orientation assessed by X-ray tomography technique on semi-crystalline polymers"

3. L. LAIARINANDRASANA, Y. NZIAKOU (ESPCI), J.L. HALARY (ESPCI) : "Fracture behavior of amorphous and semi-crystalline blends of poly(vinylidene fluoride) and poly(methyl methacrylate)"

Fait marquant, Yannick NZIAKOU, co-encadré par L. LAIARINANDRASANA et J.L. HALARY et futur thésard à l'ESPCI a reçu le prix "First Poster Prize" (photo ci-contre) signé par des noms comme KAUSCH, KRAMER et STROBL.

Notons également que R. SÉGUÉLA (INSA Lyon) a fait une présentation le jour de son 60e anniversaire.

Par ailleurs, le comité scientifique a vu l'entrée de 7 nouveaux membres dont deux qu'on connaît bien: Julie DIANI de Arts et Métiers ParisTech et Sylvie CASTAGNET de l'Institut Prime de Poitiers.

La 16e conférence aura lieu en Avril 2015. L'organisatrice principale est J.P. GONG, professeur à Hokkaido University. La participation à cette

conférence intéressante est vivement encouragée pour les thésards du Centre impliqués dans les études sur les polymères.

Source : L. LAIARINANDRASANA



### La Newsletter du Centre des Matériaux

Mines Paristech - Centre des Matériaux P.M. FOURS  
ARMINES - UMR CNRS 7633  
B.P. 87  
91003 Evry cedex  
<http://www.mat.ensmp.fr>  
Téléphone : (+ 33) 1 60 76 31 40  
Télécopie : (+33) 1 60 76 31 50  
Messagerie : francoise.di\_rienzo@mines-paristech.fr

### Equipe rédactionnelle

Rédactrice en Chef : Françoise DI RIENZO  
Responsable de production : Jacques BESSON  
La Page du CdM...Le Point ! : Odile ADAM  
Photographies : Maria BEDBEDER (sauf mention contraire)  
Comité de relecture : Françoise DI RIENZO, Yves BIENVENU



<http://www.mat.ensmp.fr>

**Envie de publier un article sur un sujet qui vous passionne, envie de présenter un point de votre thématique de recherche, d'informer, de vulgariser ?**  
**Le CdM Tribune est là pour ça et vous écoute ! N'hésitez plus, écrivez.**