

NEWSLETTER 58



CENTRE DES MATERIAUX
P.M.FOURT



1	Editorial
1	Faits marquants
1	Les polymères à l'honneur
2-3	Le kiosque
3	Les stagiaires
3	Le club Z-set
4-9	Les soutenances des doctorants de 1 ^{ère} année
9	Naissance
9	Thèse
10	Les Douze'Heures

Editorial

Ce sont 25 exposés de doctorants en première année que le jury a dû auditionner cette année, dont 19 en juin, pour ceux arrivés en octobre, et 6 en septembre, puisqu' arrivés plus tard. 17 d'entre eux ont communiqué leurs résumés à notre Newsletter, et vous pourrez les découvrir dans ces pages.

thème, « La plage », la météo favorable a contribué au succès de l'entreprise. Quelques photos souvenirs illustrent notre dernière page. Mais surtout ne ratez pas la bande annonce !

Nos rubriques habituelles sont à consommer sans modération.

L'autre temps fort de juin, c'est, depuis plus de 20 ans maintenant, les Douze'Heures. L'équipe des organisateurs a mobilisé son énergie pour réussir ce nouveau rendez-vous qui avait pour

Bonne lecture
F. DI RIENZO

FAITS MARQUANTS DE JUIN - JUILLET

- **03/06/2014** : Club Z-set
- **06/06/2014** : Les Douze's Heures
- **17/06/2014** : Soutenance de thèse de Damien GUIRAUD
- **23-24/06/2014 puis 15/09/2014** : Soutenances des doctorants de 1^{ère} année
- **09/07/2014** : Visite de M. Pascal IRIS, directeur d'ARMINES

FAITS MARQUANTS DE SEPTEMBRE

- **09/09/2014** : soutenance de thèse de Henry-Alexandre CAYZAC
- **23/09/2014** : soutenance de thèse de Frédéric ROYER

Les polymères à l'honneur

Le séminaire de l'Institut CARNOT M.I.N.E.S, les 7 et 8 Juillet 2014, a rassemblé à MINES ParisTech, 85 participants, venant des 8 écoles de l'Institut. Parmi eux, 20 chercheurs appartenant au département Sciences et Génie des matériaux de notre école d'ingénieurs, dont 9 du Centre des Matériaux.

Le séminaire, qui se tient tous les deux ans environ, est l'occasion d'informations sur le fonctionnement de notre institut, l'un des plus actifs de l'association et le premier « académique ». Il s'agit d'informations sur les actions en cours, sur celles en perspectives, comme la structuration des instituts Carnot, et autres institutions en « filières de demande économique » tournées vers

les PME et ETI.

A côté des exposés sur les projets et actions de ressourcement, une présentation par poster innovait et l'affiche de Sabine CANTOURNET « Simulation multi-échelle des polymères nano-renforcés » a reçu le premier prix du jury pour le caractère exemplaire et l'effet d'entraînement produit par ces actions de ressourcement.

Le poster est visible sur le site du Centre des matériaux, rubrique ACTUALITES

Source : Y. BIENVENU

Revue, congrès ... le point de juin - juillet - août

Revue à comités de lecture

MENEZES DE OLIVEIRA M., FERNANDES M.M., GARDENIA FONSECA M., CAVALCANTI DA SILVA FILHO E., COUVEIA DE SOUZA A., GASLAIN Fabrice, JABER M., Direct grafting of ethylene sulfide onto silicic acid magadiite, Microporous and mesoporous materials, 2014, 196, p. 292-299

TALEB L., CAILLETAUD Georges, SAI Kacem, Experimental and numerical analysis about the cyclic behavior of the 304L and 316L stainless steels at 350°C, International journal of plasticity, 2014, 61, p. 32-48

MACDONALD Vincent, LE BOULCH D., HELLOUIN DE MENIBUS A., BESSON Jacques, AUZOUX Q., CREPIN Jérôme, LE JOLU T. Fracture of zircaloy 4 fuel cladding tubes with hydride blisters, Procedia materials science, 2014, 3, p. 233-238

ANDRIEU Antoine, PINEAU André, JOLY Pierre, ROCH F., RYCKELYNCK David, Influence of P and C intergranular segregation during manufacturing and ageing on the fracture toughness of nuclear pressure vessel steels, Procedia materials science, 2014, 3, p. 655-660

TANKOUA Franck, CREPIN Jerome, THIBAUD P., COOREMAN S., GOURGUES LORENZON Anne Françoise, Quantitative investigation of brittle out of plane fracture in X70 pipeline steel, Procedia materials science, 2014, 3, p. 1149-1154

LAIARINANDRASANA Lucien, DEVILLIERS Clémence, GAUDICHET MAURIN E., BROSSARD J.M., LUCATELLI J.M., Fracture mechanics of creeping solids applied to pre-cracked NOL ring specimens to predict residual lifetime of high density polyethylene pipes, Procedia materials science, 2014, 3, p.

1418-1422

UEDA T., HELFEN L., MORGENEYER Thilo F., In situ laminography study of three dimensional individual void shape evolution at crack initiation and comparison with Gurson-Tvergaard-Needleman-type simulations, Acta materialia, 2014, 78, p. 254-270

THIONNET Alain, CHOU H.Y., BUNSELL Anthony, Fibre break processes in unidirectional composites, Composites part A, 2014, 65, p. 148-160

CHOUMAN M., GAUBERT A., CHABOCHE J.L., KANOUTE P., CAILLETAUD Georges, QUILICI Stéphane, Elastic viscoplastic notch correction methods, International journal of solids and structures, 2014, 51, p. 3025-3041

GEERS M.G.D., COTTURA M., APPOLAIRE B., BUSO Esteban, FOREST Samuel, VILLANI Aurélien, Coupled glide-climb diffusion-enhanced crystal plasticity, Journal of the mechanics and physics of solids, 2014, 70, p. 136-153

LIU Ming, PROUDHON Henry, Finite element analysis of frictionless contact between a sinusoidal asperity and a rigid plane : elastic and initially plastic deformations, Mechanics of materials, 2014, 77, p. 125-141

Chapitres de livres

MAIRE E., FOREST Samuel, Calcul de microstructures, in : Imagerie 3D en mécanique des matériaux, dir. J.Y. Buffière, E. Maire, Lavoisier-Hermès, 2014, p. 267-282

FOREST Samuel, AMMAR Kais, APPOLAIRE B., CORDERO Nicolas, GAUBERT A., Micromorphic approach to crystal plasticity and phase transformation, in : Plasticity and beyond, ed. J. Schroder, K. Hackl, Springer, 2014, p. 131-198

Actes de congrès

NIZERY Erembert, BUFFIERE J.Y., PROUDHON Henry, DANIELOU A., FOREST Samuel, Influence of intermetallic particles on short fatigue crack initiation in AA2050-T8 and AA7050-T7451, in : MATEC Web of conferences, 2014, 12, 07003, 2 p. (FDMDII JIP 2014, Fatigue design & material defects, Paris, 11-13 juin 2014)

BURGAUD Guillaume, BATISSE R., HERTZ CLEMENS S., CAILLETAUD Georges, MADI Yazid, ROUSSELIER G., In service life estimation of damaged gas pipelines : full scale experiments and finite element analyses, in : MATEC Web of conferences, 2014, 12, 06007, 3 p. (FDMDII JIP 2014, Fatigue design & material defects, Paris, 11-13 juin 2014)

GUILHEM Yoann, BASSEVILLE Stéphanie, PROUDHON Henry, CAILLETAUD Georges, Effects of surface roughness on plastic strain localization in polycrystalline aggregates, in : MATEC Web of conferences, 2014, 12, 06009, 3 p. (FDMDII JIP 2014, Fatigue design & material defects, Paris, 11-13 juin 2014)

BLOCHET Quentin, DELLORO Francesco, N'GUYEN Franck, BORIT François, JEANDIN Michel, Influence of spray angle on cold spray with Al for the repair of aircraft components, in : ITSC 2014, Barcelone, 21-23 mai 2014, DVS, 2014, p. 69-74

DELLORO Francesco, FAESSEL M., PROUDHON Henry, JEULIN D., JEANDIN Michel, MEILLOT E., BIANCHI L., A morphological approach to the modeling of the cold spray process, in : ITSC 2014, Barcelone, 21-23 mai 2014, DVS, 2014, p. 221-226

GUINARD Caroline, GUIPONT Vincent, JEANDIN Michel, MONTAY G., Study of the residual stress distribution of thermally sprayed TBCs

Revue ... (fin)

involving various interfaces and laser drilling, in : [ITSC 2014](#), Barcelone, 21-23 mai 2014, DVS, 2014, p. 500-505

DELLORO Francesco, FAESSEL M., PROUDHON Henry, JEULIN D., JEANDIN Michel, MEILLOT E., BIANCHI L., X ray micro-tomography and modeling of cold sprayed coated powders, in : [ITSC 2014](#), Barcelone, 21-23 mai 2014, DVS, 2014, p. 886-891

ZERALLI Yassine, ROLLAND Gilles, JEANDIN Michel, BOURDA C., RAMBAUD F., Novel in-situ gradient heat treatment during cold spray, in : [ITSC 2014](#), Barcelone, 21-23 mai 2014, DVS, 2014, p. 923-928

Brevets

BILHE P., BEGUE-DUTHU Geoffrey, GUIPONT Vincent, Procédé de marquage en surface d'une pièce de moteur à turbine à gaz par une représentation graphique prédéfinie, [Brevet](#) 2 996 487 du 08.10.2012

BILHE P., BEGUE-DUTHU Geoffrey, GUIPONT Vincent, Method for surface marking a mechanical part with a predefined graphic representation visible to the naked eye, [Brevet](#) WO 2014-057195 du 17.04.2014

Source : O. ADAM

Stagiaires

Ariana FARGASOVA, du 25 juin au 27 juillet 2014, dans l'équipe SIP avec Alain THOREL, sur le sujet "Analyse microstructurale de nanoparticules de semi-conducteurs".

Juan Manuel GARCIA, du 30 juin au 19 décembre 2014, dans l'équipe M2 avec Yazid MADI, sur le sujet "Mécanismes physiques d'endommagement de l'acier X100, en traction et en ténacité".

source : V. DIAMANTINO

CLUB Z-set

Le biannuel CluB Z-set a eu lieu le mardi 3 juin 2014, au Centre des Matériaux. Le thème de cette session portait sur les outils numériques de traitement du contact, avec en illustration des exemples traités avec ceux mis en place dans la suite logicielle Z-set.

Le programme ci-dessous, enrichi de résumés, vous permettra d'en prendre la mesure.

Pour assister aux prochaines réunions, envoyez un message à l'adresse zval@mat.mines-paristech.fr

Méthodes numériques pour la mécanique de contact

Vladislav Yastrebov, Centre des Matériaux - MINES ParisTech

Résumé : Dans cet exposé la formulation mathématique des problèmes du contact mécanique ainsi que les méthodes numériques associées sont présentées. Les notions de la physique du contact et du frottement (tribologie) seront également discutées. L'état de l'art des méthodes et des techniques implémentées dans Z-set sera présenté.

Microstructural simulations of the initiation and propagation of short fretting cracks in a Ti-6Al-4V contact

Henry Proudhon, Centre des Matériaux - MINES ParisTech

Abstract : Fretting-fatigue contact has been identified as a serious actor in damaging plane vengines turbine discs. It has been the subject of many studies but remains partly misunderstood especially within the initiation and growth of short cracks in the Ti-6Al-4V microstructure. Although there is microstructural effect due to the existence of grain orientations and boundaries these cracking processes are generally not modeled. In this study, a two dimensional numerical model of fretting contact based on the finite elements method is developed to simulate and reproduce the crack growth within a real Ti-6Al-4V microstructure observed by Electron Back Scattered Diffraction. This model, using constitutive relations such as

crystal plasticity, is able to assess the cracking speed corresponding to the crack growth crossing the very first grains. This study brings up a new scale in the fretting life time description taking into account a real Ti-6Al-4V complex metallic microstructure.

Modélisation du phénomène de fretting: Application au contact aube-disque chez SNECMA

Julien Leroux et Juan-A. Ruiz-Sabariago, SNECMA groupe Safran

Résumé : Une grosse partie des turbomachines aéronautiques est composée d'une succession de contacts soumis à des sollicitations oscillatoires de type fretting. Un premier bilan sur les observations et actions menées en support, en service à ce sujet, sera présenté afin d'en faire ressortir les besoins en conception. Les travaux menés sur la problématique de fretting en pied d'aube seront tout particulièrement abordés. Dans une deuxième phase seront présentés les différents outils numériques et méthodologies mis en place à SNECMA pour y répondre : modèles, solveurs numériques, implémentation de lois d'usure, projet de plateforme outils

La dernière partie de cet exposé sera consacrée aux besoins et attentes à moyen terme en recherche et développement pour la simulation numérique des problèmes de contact et d'usure des composants Sn.

Quelques exemples de problèmes de contact traités avec Z-set

Vladislav Yastrebov, Centre des Matériaux - MINES ParisTech

Source : F. AZZOZ

Soutenance des doctorants de 1^{ère} année

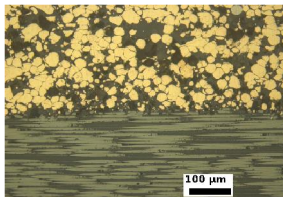
BORTOLUSSI Vincent

Dir. de thèse : M. JEANDIN

Part. Indus. : Dassault aviations

Projection dynamique par gaz froid (« cold spray ») pour le revêtement de pièces aéronautiques

Cette étude s'inscrit dans le projet FUI C.O. MET, initié par l'industrie aéronautique avec pour objectif le développement de nouvelles méthodes de métallisation pour les matériaux composites à matrice organique. Les travaux menés dans cette thèse visent à développer des revêtements métalliques électriquement conducteurs à partir du procédé cold spray. La solution retenue est la projection cold spray de dépôts de mélanges de poudres métalliques et polymères. Le polymère favorisant l'adhérence du dépôt sur le substrat composite et le métal assurant la conductivité électrique.



Vue en coupe d'un dépôt de mélange sur un substrat composite

Afin d'obtenir les résultats visés, on étudiera la projection des dépôts et l'analyse de leur microstructure relativement à leur composition. Ensuite le comportement électrique du dépôt sera caractérisé, modélisé et simulé. Enfin les interactions lors de la projection entre le métal et le polymère seront étudiées à travers la simulation de l'impact d'une particule métallique sur un substrat polymère.

CABOCHE Juline

Dir. de thèse : Y. BIENVENU

Maîtres de thèse : C. COLIN

Part. Indus. : SCT

Développement de liaisons céramique – métal à haute tenue en température dans un environnement agressif

Cette thèse s'inscrit dans la course aux hautes températures dans le secteur de l'aéronautique. En effet, la nécessité d'améliorer le rendement des turbines

implique des augmentations de leurs températures de fonctionnement. Ainsi, les assemblages proches de cet environnement doivent également suivre cette progression et sont donc amenés à travailler à des températures de plus en plus élevées.

L'objectif principal de cette étude est axé sur l'assemblage d'une céramique et d'un substrat métallique qui doit, après élaboration, pouvoir fonctionner à des températures de plus de 1100°C sous air et avec une durée de vie en adéquation avec celle du secteur de l'aéronautique. Malgré la température et les vibrations dont l'assemblage fera l'objet, la liaison entre les deux matériaux doit conserver son herméticité ainsi que son intégrité mécanique. Le substrat métallique doit être bon conducteur électrique tandis que la céramique doit rester isolante même à haute température.

COLOMBO Davide

Dir. de thèse : S. CANTOURNET

Maîtres de thèse : F. LEQUEUX et H.

MONTES (SIMM)

Part. Indus. : Total/Chaire ESPCI

Mécanique non-linéaire et interactions polymère/charges dans les silicones renforcés silice

Grâce à leurs propriétés et variétés, les silicones renforcés présentent de nombreuses applications à haute valeur ajoutée. La complexité de leur réponse mécanique pose pourtant une limite à l'utilisation de techniques numériques pour la conception des pièces. Dans notre travail, issue d'une collaboration entre le Centre des Matériaux des Mines, l'ESPCI et Hutchinson, nous implémentons les relations constitutives existantes en introduisant des modèles physiques à l'échelle nanoscopique. L'homogénéisation des comportements microscopiques permet de reproduire macroscopiquement le résultat d'influences multiples et d'obtenir par éléments finis (Zset) la modélisation de pièces antivibratoires pour l'aéronautique.

COUDON Florent

Dir. de thèse : G. CAILLETAUD

Maîtres de thèse : J. ORMIER

(ENSMA), A. KOSTER (CHT)

Part. Indus. : Snecma

(Mechanical behavior of directionally solidified superalloy DS200 at high temperature)

Aeronautical turbines are faced with constant improvement, challenged on one side by the airlines interested by low fuel consumption and, on the other side by governments to reduce impact of air traffic on the environment. For that purpose, the directionally solidified nickel-base superalloy DS200 has been selected by Snecma for low pressure turbine blades.

This material has a columnar microstructure, where the axes of the cylindrical grains correspond to the crystallographic $\langle 001 \rangle$ direction, generating a strong elastic and plastic anisotropy.

The main objective of this thesis is to develop an elasto-viscoplastic model able to describe the mechanical behavior of this kind of polycrystalline aggregate and to be used for industrial applications as well.

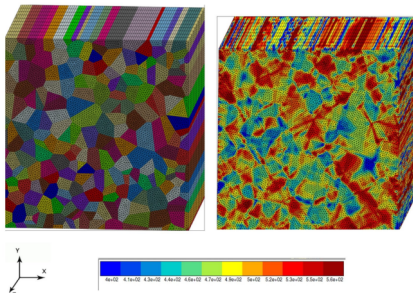
Different levels of the material description can be introduced:

- "Level 1" purely macroscopic models consider a transverse isotropic symmetry, which suppose a large number of grains;
- "Level 2" approach (known also as "mean-field" models) introduces local stress/strain tensor estimations, expressed as a function of macroscopic ones and accommodation terms;
- "Level 3" full field models solved by finite element method introduce realistic/synthetic grain distribution and the crystallographic orientations.

One dimensional tensile, creep and LCF tests will be performed on single crystal MARM-200 (single-crystal version of DS200) and DS200 samples with various primary orientation. Biaxial tensile tests will complete experimental

Soutenance des doctorants de 1^{ère} année (suite)

data in order to calibrate the EVP model with multi-axial loadings.



Synthetic aggregate generated by Voronoi tessellation with 256 columnar grains and periodic conditions a. Mesh, b. Full field simulation: Stress field σ_{12} (for a shear load: $\epsilon_{12} = 0.01$)

COUSSA Fabien

Dir de thèse : J. RENARD
Part. Indus. : PSA

Modélisation du comportement au choc jusqu'à rupture de composites thermoplastiques à fibres continues

GELPI Thibault

Dir de thèse : Y. BIENVENU
Maître de thèse : C. COLIN
Part. Indus. : SNECMA

Développement des technologies de fabrication additive pour la réparation de composants de turbines aéronautiques de nouvelles génération

GEOFFROY Thomas

Dir de thèse : Y. BIENVENU, J. RENARD
Part. Indus. : SAGEM

Électroniques en environnements extrêmes pour applications aéronautiques

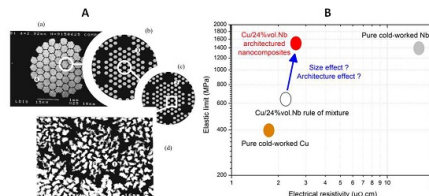
GU Tang

Dir. de thèse : S. FOREST, O. CASTELNEAU

Maître de thèse : H. PROUDHON
Multiscale modeling of the elasto-plastic and electrical behaviour of nano-composite Cu/Nb wires

Les fils composites nanostructurés et architecturés cuivre-niobium (Cu-Nb)

sont de bons candidats pour le bobinage des électroaimants pour la génération de champs magnétiques intenses; en effet, ces fils allient une limite élastique élevée et une excellente conductivité électrique. Ces fils cuivre-niobium sont fabriqués par déformation plastique sévère.



fils de Cu - Nb

Ils ont une microstructure très compliquée, donc il est très intéressant de prévoir leur conductivité électrique et comportement mécanique (élasticité et surtout elasto-plasticité) pour l'optimisation du procédé d'élaboration, du traitement thermique, etc. Les facteurs principaux suivants doivent être considérés : taille et morphologie des grains, texture, joint de grains/interface biphasé, compositions et architecture de la nanostructure. Les points difficiles dans la thèse sont : grandes déformations, simulation de procédés et contraintes résiduelles. Les problèmes analytiques et numériques seront résolus par les méthodes d'homogénéisation, plasticité cristalline et plasticité à gradient.

GUENINCHAULT Nicolas

Dir. de thèse : S. FOREST ,
W. LUDWIG (Directeur CNRS - Labo Mateis INSA LYON)
Maîtres de thèse : H. PROUDHON,
V. YASTREBOV
Part. Indus. : Carnot - bourse open
Observation 3D in situ et simulation par couplage FEM-DDD de la naissance d'une fissure dans un matériau polycristallin

HERMANT Alexandre
Dir. de thèse : AF GOURGUES
Part. Indus. : CEA
Étude multi expérimentale des paramètres influençant les propriétés mécaniques d'un acier inoxydable austénitique stabilisé au niobium.

La problématique industrielle liée au sujet de la thèse réside dans l'observation d'un comportement mécanique de l'acier inoxydable austénitique AISI 316 Nb légèrement variable, d'une part, sur une même pièce et pour différentes pièces forgées à chaud d'autre part.

L'influence observée est à ce jour difficilement corrélable à un phénomène univoque : effet de texture, effet d'une densité de carbonitrides de niobium plus ou moins importante, effet de la présence potentielle d'une phase à caractéristiques mécaniques intrinsèques supérieures à la matrice austénitique, présence d'écrouissage résiduel, recristallisations perturbées, etc.

Les travaux de la thèse doivent permettre de consolider et de compléter les connaissances sur le matériau 316 Nb. L'influence des paramètres du procédé sur l'état de la recristallisation du matériau, au cours et après les opérations de forgeage, seront étudiés à partir d'essais de torsion à chaud. Par suite, des essais de forgeage expérimentaux permettront d'associer l'impact des différents chemins thermomécaniques aux différentes caractéristiques mécaniques de l'acier 316 Nb.



Manipulation d'une virole au cours du forgeage (document Areva Creusot Forge)

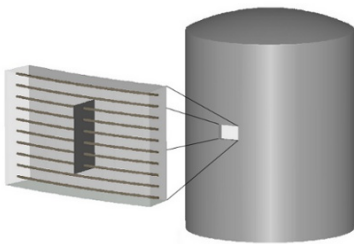
Soutenance des doctorants de 1^{ère} année (suite)

LEFEBVRE Eric

Dir. de thèse : F. FEYEL
Part. Indus. : EDF, ONERA

Stratégie de modélisation pour suivre des fissures existantes dans une structure en béton précontraint

Dans toute structure en béton, des fissures apparaissent au jeune âge sous l'effet du phénomène de retrait gêné. Ces fissures n'ont aucun impact sur la tenue de la structure mais elles peuvent en avoir sur l'étanchéité de celle-ci. L'enjeu de la thèse est d'étudier le comportement des fissures créées au jeune âge dans une structure en béton précontraint au cours des dizaines d'années d'exploitation de la structure dont l'état de précontrainte évolue sous l'effet des déformations différées du béton.



On se propose dans la thèse de contourner cette difficulté en introduisant directement les fissures observées sur des structures réelles pour modéliser leur évolution avec des éléments cohésives. On développera également une méthode de définition d'un état « initial » fissuré équilibré et d'étudier les interactions avec les phénomènes de vieillissement du béton.

LIMOUSIN Maxime

Dir. de thèse : Y. BIENVENU
Maître de thèse : C. COLIN
Part. Indus. : Schneider Electric (filiale T2C) ENISE

Compréhension de l'interaction laser matière pour d'élaboration de moules à hautes résistances à l'abrasion par Fusion Selective Laser sur la base de poudres amorphes à base Fer

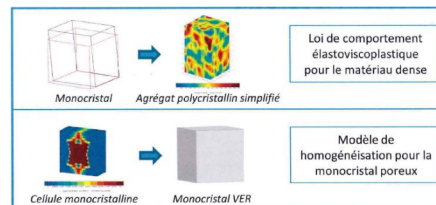
LING Chao

Dir. de thèse : J. BESSON, S. FOREST
Maîtres de thèse : N. RUPIN,
B. TANGUY
Part. Indus. : CEA, EDF R&D

Rupture ductile des aciers irradiés : plasticité cristalline à gradient et fluage

A la fin de la durée de vie des réacteurs à eau pressurisée (REP), une possibilité de gonflement dans les structures internes de cuve, induit par des cavités nanométriques formées au cours de l'irradiation, donne des problématiques de rupture ductile.

L'objectif de la thèse est de modéliser et simuler par l'approche multi-échelle la rupture ductile des aciers irradiés sous conditions de REP. En particulier, l'effet de l'irradiation sur la croissance et la coalescence des cavités sera étudié à l'échelle du cristal ; l'effet de taille de pores sur la croissance de cavité sera introduit dans notre modèle à l'aide de la plasticité cristalline à gradient.



La phase finale de la thèse sera consacrée à l'étude de la propagation d'une fissure dans un monocristal poreux.

MARCOS Daniel

Dir. de thèse : Y. BIENVENU
Maître de thèse : C. COLIN
Part. Indus. : CEMA

Fabrication laser de moules de plasturgie avec des matériaux innovants

Le projet MOULINNOV propose de développer des moules d'injection à haute performance fabriqués par SLM (Selective Laser Melting)

- Développement de moules à haute conductivité thermique à base de cuivre renforcé de particules dures pour lui conférer une haute dureté et une haute

résistance à la compression pour répondre à des rythmes élevés

- Développement de moules à haute résistance à l'usure abrasive et à la corrosion chimique à base de fer
L'innovation dans la fabrication des moules passe principalement par la maîtrise de matériaux ou des traitements innovants qui permettront de repousser les limites physiques des composants et contribueront à une meilleure efficacité du système. Ces matériaux devront être adaptés au procédé de mise en forme par fusion laser et répondre aux attentes des moulistes, à savoir : augmentation de la durée de vie des moules, qualités des pièces injectées, fabrication de formes plus complexes, augmentation des cadences de fabrication, possibilité de travailler sur les nouveaux biopolymères (Green).

NGUEJIO NGUIMATSIA Josiane

Dir. de thèse : J. CREPIN
Maître de thèse : C. GUERRE (CEA),
C. DUHAMEL
Part. Indus. : CEA

Mécanismes de la corrosion sous contrainte de l'alliage 600 en milieu primaire REP

PONTE FELGUEIRAS Olivier

Dir. de thèse : J. RENARD
Part. Indus. : PSA PEUGEOT
CITROEN

Diagnosticabilité de l'état de santé d'une structure véhicule en composite soumise à des sollicitations dynamiques

Au regard de l'intérêt porté aux matériaux composites (performance et réduction de masse), il est un domaine peu exploré où ces gains peuvent être considérables : les éléments de Liaison Au Sol (train AV et AR, éléments de suspension et de direction, ...) qui sont encore actuellement volumineux et massifs. Conscient que la nouveauté génère inévitablement un sentiment de méfiance et qu'il serait désastreux

Soutenance des doctorants de 1^{ère} année (suite)

d'intégrer ces évolutions sur des éléments de « sécurité » sans qu'elles ne soient parfaitement maîtrisées, il est absolument nécessaire d'apporter des garanties sur leur fiabilité et leur robustesse. Pour cela, nous devons être capables de diagnostiquer, tout au long de la vie de l'organe, son état de santé à travers notre réseau de concessionnaires. Nous nous devons de rendre ces structures « intelligentes ».

L'objectif est ambitieux et complexe car tous les Métiers sont concernés : de la conception, puisqu'il faut élaborer une méthodologie expérimentale pour permettre aux Métiers Numériques de valider les calculs, à la validation, en définissant des critères d'arrêt pertinents pour les essais de fatigue sur structures véhicule menés par le Métier Matériaux, jusqu'au suivi en concession, afin de prédire l'état de santé de la structure au cours de sa durée de vie. Pour ce faire, nous allons développer une méthode de mesure qui s'appuie essentiellement sur des techniques de mesures optiques telles que la Thermographie InfraRouge (TIR), la Stéréo-Corrélation d'Images (SCI), la Vibrométrie Laser 3D (VL-3D) mais aussi sur une méthode orientée « ultrasons » comme l'émission acoustique (EA).

Pour mener à terme ce projet, il nous faudra successivement identifier chaque type d'endommagement en fonction de son ordre d'apparition (E.A.), établir des critères de concordance entre l'Emission Acoustique (modes ultrasonores) et la Vibrométrie Laser-3D (modes de structure) pour chaque type d'endommagement, caractériser leurs interactions sur l'évolution du comportement modal de la structure (VL-3D), localiser les lieux à fort risque d'endommagement (VL-3D, TIR, SCI) pour enfin aboutir au développement et à l'implantation de capteurs spécifiques (FBG, PZT, MEMS, ...). A l'issue de ces 5 années de travaux, nous espérons être en mesure de fournir, aux Métiers concernés, des outils pour l'optimisation des règles de conception, des critères d'arrêts d'essais fiables pour la validation de nos prototypes et de proposer, à nos partenaires, un

indicateur de santé du produit qui soit simple et robuste.

POULET Pierre-Alexis

Dir. de thèse :

L. LAIARINANDRASANA

Maître de thèse : S. JOANNES

Part. Indus. : ARKEMA

Modélisation multi-échelle du comportement et de la durabilité de composites éco-conçus à matrice thermoplastique et renforts continus à base de fibres de lin technique

Les composites sont de plus en plus utilisés dans l'industrie. L'intérêt croissant pour le recyclage et le développement durable pousse les industriels à se tourner vers des matériaux respectueux de l'environnement.

Les fibres de lin sont les premières fibres végétales en termes de caractéristiques mécaniques et peuvent rivaliser avec les fibres de verre compte-tenu de leur faible densité. De plus, la France est le premier producteur mondial de lin technique (par opposition au lin textile, de moins bonne qualité).

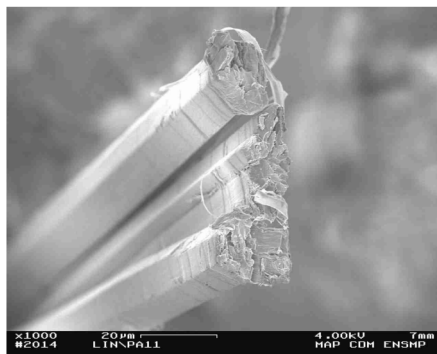


Image MEB de fibres de lin

Combiné au Rilsan PA11 d'ARKEMA, qui est un polymère biosourcé, le composite est alors 100% biosourcé et recyclable. Le sujet de thèse s'inscrit dans un consortium (constitué de 15 partenaires académiques et industriels) nommé Fiabilin qui a pour ambition d'industrialiser des composites thermoplastiques biosourcés hautes performances à renfort en fibres de lin technique. Ce PSPC collaboratif est

piloté par ARKEMA et financé en partie par la BPIFrance.

Légende figure : Observation MEB de fibres de lin

RASSELET François

Dir. de thèse : J. RENARD

Part. Indus. : SAFRAN

Analyse et modélisation du comportement thermomécanique de composites renforcés de fibres de carbone, soumis à des chargements complexes

ROIRAND Quentin

Dir. de thèse :

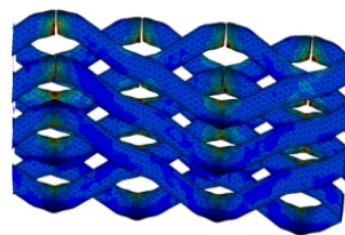
L. LAIARINANDRASANA ,

A. THIONNET

Part. Indus. : COBRA

Optimisation d'architecture de composite tissé 3D avec une approche fiabiliste de rupture

Dans une démarche d'optimisation, de conception et de recherche de solutions techniques novatrices pour ces bandes transporteuses, le groupe Cobra Europe a lancé une recherche basée sur l'approche micro-macro. Dans ce cadre, deux thèses ont déjà été réalisées (B. Piezel [2010] et W. Trabelsi [2013]). Les travaux de cette thèse s'appuieront sur les résultats des deux précédentes thèses avec, pour objectif principal, l'optimisation assistée par le numérique (Éléments Finis) de la conception de bandes transporteuses ainsi que leurs caractérisations.



Les critères d'optimisation envisagés sont l'efficacité (augmentation de la charge à rupture), la résistance à l'impact, la tenue de l'agrafage des bandes, la mise en auge ainsi que les

Soutenance des doctorants de 1^{ère} année (suite)

allongements élastique et permanent. Tous ces critères seront traduits en termes de grandeurs scientifiques reliant l'évolution de la microstructure aux variables mécaniques prenant en compte les mécanismes d'endommagement.

SALMON LEGAGNEUR Hubert

Dir. de thèse : AF GOURGUES,
E. ANDRIEU (ENSIACET Toulouse)
Part. Indus. : CEA

Caractérisation et modélisation de l'endommagement à haute température d'aciers ferritiques renforcés par dispersion de nano-oxydes (ODS)

Cette thèse s'inscrit dans le cadre du développement de matériaux pour le gainage du combustible dans les réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium. Les matériaux de gainage utilisés dans ces réacteurs sont soumis à un taux de dommage par irradiation plus important, avec une durée d'utilisation plus longue et à une température plus haute que les matériaux présents dans les réacteurs actuellement en fonctionnement en France.



Gonflement d'acier 316 hypertempéré -
Assemblage Rapsodie - D'après J.L. Seran

L'utilisation d'aciers ferritiques permet d'obtenir une très bonne résistance au gonflement sous irradiation. Le renforcement par dispersion de nano-oxydes permet d'améliorer les propriétés mécaniques du matériau et d'assurer une bonne tenue en fluage.

Les aciers ODS ferritiques sont ainsi de bons candidats au remplacement des aciers austénitiques utilisés précédemment.

Cependant, le comportement en rupture de ces matériaux est encore mal compris et son étude est nécessaire afin de pouvoir garantir la non-rupture des gaines en utilisation et donc la sûreté des installations.

SAPARDANIS Hélène

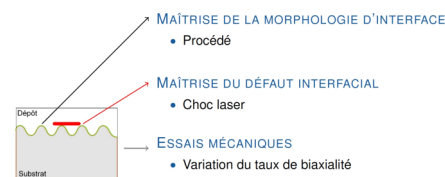
Dir. de thèse : V. GUIPONT ,
V. MAUREL

Maître de thèse : A. KOSTER

Fissuration en sollicitations multiaxiales statique et dynamique dans les revêtements céramique/métal

Les systèmes revêtus type barrière thermique subissent des chargements multiaxiaux qui conduisent à leur fissuration. L'objectif de la thèse d'étudier l'influence de la rugosité d'interface ainsi que du chargement sur la propagation de la fissuration d'un système revêtu. Pour ce faire, une méthodologie visant à maîtriser les différentes étapes d'élaboration et de sollicitation du matériau a été mise en place :

- Maîtrise de la morphologie d'interface : structuration de la surface du substrat puis dépôt de céramique sans sous-couche.
- Maîtrise du défaut interfacial grâce à la technique de choc laser.
- Sollicitation multiaxiale grâce à une machine de fatigue biaxiale coplanaire.



Une analyse par éléments finis de la conception de l'essai et de la modélisation du phénomène de délaminage en s'appuyant sur les

techniques de zones cohésives sera aussi effectuée.

TRAGANGOON Arruck

Dir. de thèse : J. RENARD
Part. Indus. : FAURECIA

DEMOS : Dimensionnement de sièges automobiles en matériaux composites

En raison de la limitation des gaz à effet de serre des véhicules, une approche multi-matériaux semble être une voie prometteuse. Dans cette perspective d'allègement, l'entreprise Faurecia a décidé de remplacer quelques pièces métalliques par leur homologue en composites verre/ PA6. Ce matériau possède une densité plus faible et des propriétés mécaniques meilleures. Par contre, la capacité d'assemblage de ce composite avec d'autres matériaux doit être étudiée.

Les méthodes d'assemblage envisagées dans ce travail sont :

- 1) l'assemblage mécanique qui nous offre des possibilités de démontage mais un trou pratiqué pour le passage de vis affaiblit le composite en raison des concentrations de contraintes élevées au bord du trou,
- 2) l'assemblage par collage qui évite ces écueils au sens où cette méthode d'assemblage n'affaiblit pas les pièces,
- 3) la fixation par insert qui nous permet aussi le démontage grâce à son taraudage de l'insert qui est noyée dans le composite.

TRUANT Xavier

Dir. de thèse : G. CAILLETAUD
Part. Indus. : ONERA

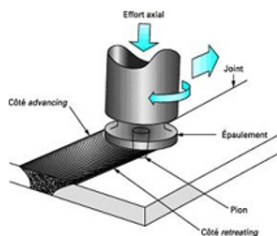
Étude et modélisation du comportement mécanique de panneaux de structure soudés par friction-malaxage (FSW)

Dans le secteur aéronautique, la tendance est à la diminution de la consommation des aéronefs. Les industriels réfléchissent sur l'utilisation de nouveaux matériaux et à redéfinir les structures ou la façon de les assembler

Soutenance des doctorants de 1^{ère} année

pour réduire la masse des avions. Afin de répondre à cet objectif, l'ONERA travaille sur l'utilisation d'un nouvel alliage d'aluminium Al-Cu-Li 2198 dont la spécificité réside dans l'ajout de lithium qui confère au matériau de très bonnes propriétés mécaniques et permet une diminution de la masse de la structure.

Aujourd'hui, la quasi-totalité des assemblages est réalisée à l'aide de rivets dont la masse totale représente un pourcentage non négligeable de la structure. Le soudage est envisagé afin de remplacer l'utilisation de ces rivets. L'étude porte sur l'utilisation du Friction Stir Welding (FSW), un procédé de soudage sans apport de matière, très bien adapté pour des tôles en aluminium. Depuis 10 ans, l'ONERA travaille sur l'influence du procédé FSW sur la microstructure et le comportement mécanique en traction des joints soudés.



L'objectif de cette nouvelle étude, est de développer un modèle de comportement mécanique à gradient pour des joints soudés testés sous sollicitations complexes multiaxiales.

ZHANG Yang



Dir. de thèse : M. BOUSSUGE ,
D. RYCKELYNCK


Etude des conséquences mécaniques de la transformation de phase dans des réfracteurs électrofondus à très haute teneur en zircon

Ce travail, qui s'insère dans le programme ANR ASZTech, avec comme partenaire industriel principal Saint Gobain, concerne les réfractaires électrofondus à Très Haute Teneur en Zircon (THTZ), utilisés dans la

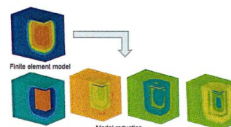
fabrication de verres de haute qualité. Traditionnellement, ces réfractaires ne sont pas stabilisés et subissent donc, lors du refroidissement qui suit leur coulée, la transformation de phase de la zircon qui opère autour de 1000°C. Des études précédentes ont prouvé que cette transformation, qui se traduit entre autres par une augmentation de volume de 4%, a des conséquences importantes sur la capacité de réalisation et la qualité finale des produits. Un modèle numérique, permettant le calcul par éléments finis des contraintes dans un maillage 3D d'un bloc, pendant et après le refroidissement, va être développé dans cette thèse.

La transformation de phase et ses conséquences mécaniques seront caractérisées expérimentalement pour en proposer un modèle implémentable dans un code de calcul par éléments finis. Nous proposons de développer des modèles d'ordre réduit 3D pour faciliter l'identification des paramètres de conditions aux limites, ainsi que des études de sensibilité des contraintes résiduelles aux paramètres matériaux.

 Study of the mechanical effects of phase transformation in high zirconia fused cast refractories -HZ

PhD student: Yang ZHANG Directors: Michel BOUSSUGE and David RYCKELYNCK
Thesis period: 2013 - 2016


> Development of a finite element thermo-mechanical model for the simulation of the cooling process of the refractory.
> Experimental and numerical analyses of the T-M phase transformation during the cooling process.
> Application of model reduction methods for the identification of the parameters of the laws and the simulation conditions of the numerical models.





Sources : les doctorants concernés

Naissance

le 10 juin 2014

naissance de Tiphaine,
fille de Cédric TOUSSAINT

Source : le papa

Thèse

Etude des composantes mécanique et métallurgique dans la liaison revêtement-substrat obtenue par projection dynamique par gaz froid pour les systèmes « Aluminium/Polyamide6,6 » et «Titane/TA6V

Damien GUIRAUD

le 17 juin 2014

La projection thermique cold spray consiste en l'envol de poudres à haute vitesse sur une cible : le substrat. Leur adhérence et leur accumulation mène à des revêtements plus ou moins denses, utilisés dans le domaine automobile, biomédical, etc. La première étape de construction du dépôt passe par un contact entre la poudre et le substrat. Il est admis que la liaison créée est mécanique et, si la nature des matériaux le permet, métallurgique. Cette étude permet de statuer sur ces deux composantes. Pour cela, deux systèmes privilégiant l'une ou l'autre, sont choisis. L'ancrage mécanique est vu au travers de la métallisation de polymère avec l'emploi d'aluminium projeté sur polyamide 6,6. La liaison métallurgique est abordée avec l'emploi de titane sur un substrat plus rigide en TA6V.

La suite sur :

<http://www.mat.mines-paristech.fr/Actualites/Agenda/Soutenance-de-these-de-Damien-Guiraud/1448/>

Source : K. SAR

Les Douze heures

le 6 juin 2014, le Centre des Matériaux s'invente LA PLAGE ! L'aventure des Douze heures commence.

Imaginez : vous êtes conviés à la plage afin de passer un bon moment avec vos collègues et/ou amis du Centre. C'est alors que débarquent quelques-unes des plus grandes figures de la piraterie.

Ces flibustiers vont vous embarquer dans une aventure sans précédent au Cdm. Une chasse au trésor pleine d'énigmes, d'activités et de surprises, qui vous mènera peut-être, à un trésor caché dans le labo !

Pas convaincus ? Allez-donc jeter un coup d'œil à cette vidéo : <http://youtu.be/vG-s0e3LOaM>

Au programme :

- Déjeuner sur la pelouse. Révélation des énigmes qui ponctueront la journée.
- Chaque équipe participe à l'ensemble des activités afin de gagner des points ; le classique ventrigrisse, le concours de château de sable, la bataille navale géante, le combat de frites au-dessus de l'eau, le volley et l'extraordinaire élastique géant . Des énigmes sont proposées par nos illustres pirates et permettent, peut-être d'accéder au fameux trésor !

- fin des activités vers 18h . bilan de la journée et remise des prix à la meilleure équipe.

- Concert jazz avec L. CORTE et son Tentet.

- Pour la suite de la soirée, c'est DJ Greg qui entre en scène pour danser jusqu'au bout de la nuit, enfin, de la journée : minuit !

Sources : F. RASSELET et V. BORTOLUSSI



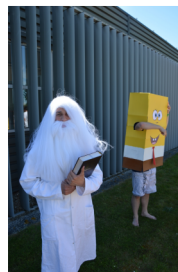
Rendez-vous sous les arbres, puis

Tous à table, sur des nappes bleues de mer

Chapeaux et lunettes de soleil conseillés



C'est pour le concours de châteaux.



Nos deux juges internationaux spécialisés l'un dans les questions pièges, l'autre dans les fonds marins.

Les pirates arrivent ... les jeux vont commencer



Bataille navale géante et bombes à eau



Rameurs en plein effort



Qui dit plage ... dit baignade

Qui accrochera son éponge le plus loin avant que l'élastique ne se détende?



Tonnerre de Brest! Ils ont encore fait fort cette année!

La Newsletter du Centre des Matériaux

Mines Paristech - Centre des Matériaux P.M. FORT

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 BETBEDER (sauf mention contraire)

Comité de relecture : Odile ADAM, Yves BIENVENU



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.

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