



NEWSLETTER 49

CENTRE DES MATERIAUX  
P.M.FOURT

## Editorial



C'était la rentrée : 21 doctorants, 10 Mastères COMADIS, la relève est assurée!

La variété des sujets associés à ces études montre que si les thèmes traditionnels, (endommagement ductile, fatigue, influence de la microstructure, etc) sont toujours présents, à côté de préoccupations plus récentes (implantologie, nano-matériaux), les outils de recherche sont eux en constante évolution, et permettront donc d'approcher encore d'un peu plus près la connaissance des comportements qui

régissent les matériaux, présents tout autour de nous.

Ces études formeront autant de séminaires passionnants d'ici quelques mois et alimenteront les conférences, au même titre que celles de leurs prédécesseurs, comme vous pourrez le découvrir au fil de ces pages.

Bonne lecture  
Françoise DI RIENZO

1	Editorial
1	Faits marquants
1	Visiteurs
2	Le point Presse
3	Conférence ICEM1
3	Naissance
4-6	Nouveaux doctorants
7	Nouveaux mastères COMADIS
8-9	Soutenances des Mastères 2011
9	Conférence ITSC 2012
10	Séminaire CDM

### Faits marquants de septembre-octobre

- **07/09/2012** : séminaire CDM "Endommagement des matériaux pour structures sous pression"
- **21/09/2012** : séminaire CDM "Contact mécanique"
- **27/09/2012** : soutenance des mastères COMADIS
- **28/09/2012** : séminaire CDM "Poudre et Cold Spray"
- **01-02/10/2012** : arrivée des nouveaux doctorants
- **10/10/2012** : visite de M. J.-C. JEANNEREY, Administrateur général de la famille Télécom de l'Institut Mines-Télécom

### Faits marquants de novembre

- **09/11/2012** : soutenance de thèse de M. OUMAROU "Approche probabiliste du comportement mécanique des composites thermoplastiques assemblés par soudage laser"
- **16/11/2012** : soutenance de thèse de P. SABNIS "Modélisation numérique de la propagation et de la bifurcation des fissures dans les superalliages monocristallins à base de nickel"
- **16/11/2012** : séminaire "Fissuration à haute température de superalliages utilisées dans les moteurs aéronautiques"
- **19/11/2012** : séminaire "Durée de vie des structures à chargements complexes"
- **23/11/2012** : séminaire "Superalliages à base nickel : microstructures et propriétés mécaniques"

## Visiteurs

Nerea GARCÍA RODRÍGUEZ, doctorante de l'Université Carlos III de Madrid, est accueillie dans l'équipe SIP du 3 Septembre au 30 Novembre 2012. Son sujet de thèse porte sur l'élaboration et la caractérisation d'aciers inoxydables ferritiques et martensitiques, durcis par une dispersion nanométrique d'oxydes stables. L'originalité des travaux de Néréa est l'utilisation de SPS, spark plasma sintering, en comparaison avec de la compaction isostatique à chaud pour densifier les poudres préparées par alliage mécanique.

Source : Y. BIENVENU

## Revue, congrès ... le point de septembre-octobre

### Revue à comités de lecture

MELLOULI Dhoula, HADDAR N., KOSTER Alain, AYEDI H.F., Thermal fatigue failure of brass die-casting dies, *Engineering failure analysis*, 2012, 20, p. 137-146

CHOU H.Y., BUNSELL Anthony, THIONNET Alain, Visual indicator for the detection of end-of-life criterion for composite high pressure vessels for hydrogen storage, *International journal of hydrogen energy*, 2012, 37, p. 16247-16255

YASTREBOV Vladislav A., ANCIAUX G., MOLINARI J.F., Contact between representative rough surfaces, *Physical review E*, 2012, 86, 035601, 4 p.

ABRIVARD Guillaume, BUSO Esteban, FOREST Samuel, APPOLAIRE B., Phase field modelling of grain boundary motion driven by curvature and stored energy gradients. Part I. theory and numerical implementation, *Philosophical magazine A*, 2012, 92, p. 3618-3642

ABRIVARD Guillaume, BUSO Esteban, FOREST Samuel, APPOLAIRE B., Phase field modelling of grain boundary motion driven by curvature and stored energy gradients. Part II. Application to recrystallisation, *Philosophical magazine A*, 2012, 92, p. 3643-3664

MARAI Anthony, MAZIERE Matthieu, FOREST Samuel, PARROT A., LE DELLIOU P., Identification of a strain aging model accounting for Luders behavior in a C-Mn steel, *Philosophical magazine A*, 2012, 92, p. 3589-3617

EL GIAR E.M., ASLE ZAEEM M., EL KADIRI H., FLOREA R.S., RHEE H.,

BIENVENU Yves, DAHMEN M., MALOT T., CHERKAOUI M., On laser welding of thin steel sheets, *Science and technology of welding and joining*, 2012, 17, p. 571-580

ROUFFIE A.L., WIDENT P., ZIOLEK L., DELABROUILLE F., TANGUY B., CREPIN Jerome, PINEAU André, GARAT V., Influences of process parameters and microstructure on the fracture mechanisms of ODS steels, *Journal of nuclear materials*, 2013, 433, p. 108-115

BOUAZIZ Olivier, Geometrically induced strain hardening, *Scripta materialia*, 2013, 68, p. 28-30

MARTINEZ Rémi, RUSSIER V., COUZINIE J.P., GUILLOT I., CAILLETAUD Georges, Modeling of the influence of coarsening on viscoplastic behavior of a 319 foundry aluminum alloy, *Materials science and engineering A*, 2013, 559, p. 40-48

ANDRIEU Antoine, PINEAU André, BESSON Jacques, RYCKELYNCK David, BOUAZIZ Olivier, Beremin model : methodology and application to the prediction of the Euro toughness data set, *Engineering fracture mechanics*, 2012, 95, p. 102-117

ANDRIEU Antoine, PINEAU André, BESSON Jacques, RYCKELYNCK David, BOUAZIZ Olivier, Bimodal Beremin type model for brittle fracture of inhomogeneous ferritic steels : theory and applications, *Engineering fracture mechanics*, 2012, 95, p. 84-101

GILLIBERT L., PEYREGA C., JEULIN D., GUIPONT Vincent, JEANDIN Michel, 3D multiscale segmentation and morphological analysis of x-ray microtomography from cold sprayed coatings, *Journal of*

*microscopy*, 2012, 248, p. 187-199

PETIT T., ARNAULT J.C., GIRARD H.A., SENNOUR Mohamed, KANG T.Y., CHENG C.L., BERGONZO P., Oxygen hole doping of nanodiamond, *Nanoscale*, 2012, 4, p. 6792-6799

### Chapitres de livres

ARRIGONI M., BOUSTIE M., BOLIS C., BARRADAS S., BERTHE L., JEANDIN Michel, Shock mechanics and interfaces, in : *Mechanics of solid interfaces*, ed. M. Braccini, M. Dupeux, ISTE/Wiley, 2012, p. 211-248

### Actes de congrès

HELLOUIN DE MENIBUS Arthur, AUZOUX Q., DIEYE O., MACDONALD V., BESSON Jacques, CREPIN Jerome, Hydride blisters formation, characterization and effect on the fracture of zircaloy 4 cladding tubes under reactivity initiated accident, in : *21st International conference nuclear energy for new Europe*, 5-7 septembre 2012, Ljubljana, 8 p.

BOITTIN G., LOCQ D., RAFRAY A., CARON P., KANOUTE P., GALLERNEAU P., CAILLETAUD Georges, Influence of gamma' precipitate size and distribution on LCF behaviour of a PM disk superalloy, in : *Superalloys 2012*, 12<sup>th</sup> international symposium on superalloys, ed. E.S. Huron, R.C. Reed, M.C. Hardy et al., TMS, 2012, p. 167-176

GUINARD Caroline, GUIPONT Vincent, JEANDIN Michel, MORGENEYER Thilo, PROUDHON Henry, GIRARDOT J., SCHNEIDER M., HELFEN L., Analyse non destructive des défauts engendrés par le perçage laser des barrières thermiques, in : *LASERAP'7*, Ile d'Oléron, 1-5 octobre 2012, p. 288-293

Source : O. ADAM

## Conférence ICEM15

Du 22 au 27 juillet 2012, s'est tenue à Porto (Portugal) la 15ème conférence internationale de mécanique expérimentale (ICEM). Cette série de conférences a commencé en 1959 à Delft (Pays Bas) en 1959 et la 14ème édition s'est déroulé il y a 2 ans à Poitiers. Elles ont pour but de regrouper les chercheurs s'intéressant à la mécanique expérimentale dans de nombreux domaines comme le génie civil, la biomécanique, la production d'énergie ou son transport, l'aéronautique ou l'automobile.

Les thèmes abordés au cours de cette conférence ont été la validation et le diagnostic de structure par des techniques expérimentales, l'étude des surfaces et interface, les différentes techniques d'instrumentations expérimentales et de capteurs (avec notamment l'utilisation de la corrélation d'images), les modes de rupture, les nanotechnologies et nanomatériaux, les techniques expérimentales en biomécaniques (avec entre autres des exposés sur le roller hockey [sport très pratiqué au Portugal] le tennis, le cyclisme, la résistance des protèges dents mais l'étude de la déformation des implants dentaires), les systèmes alliant les fluides et la thermique, les techniques optiques ainsi que l'étude de crash ou d'impact.

Le CdM était doublement représenté lors de cette conférence d'une part par Pongsak NIMDUM avec son exposé sur l'utilisation des émissions acoustiques pour détecter les endommagements dans les composites et d'autre part Mathieu TOUBOUL avec son exposé sur l'identification de paramètres de loi de comportement grâce à la corrélation d'images dans un matériau hétérogène de type soudure.

Chaque demi-journée (excepté le dernier jour de la conférence) commençait par une ou deux sessions plénières. Le premier jour a commencé par la présentation du professeur MEGUID de l'université de Toronto à

propos de ses recherches sur l'utilisation des nanotechnologies dans l'aéronautique notamment pour coller des matériaux composites. On notera également ses perspectives de recherche sur un matériau autonettoyant avec son exemple de chaussure propre même après avoir été plongé dans la boue. Puis le Dr GUIMARES nous a présenté l'utilisation de la mécanique expérimentale en aéronautique dans la fabrication du moyen porteur fabriqué au Portugal Legacy 500. L'après midi, le professeur MORITO de l'université de Wakayama au Japon nous a présenté sa méthode rapide et précise pour connaître la forme d'un objet ainsi que son évolution au cours du temps en utilisant les techniques de MOIRÉ. Ensuite, Le professeur GDOUTOS de l'université de Thrace en Grèce nous a montré son utilisation des techniques optiques des caustiques (technique de construction de lignes permettant de connaître la position d'une fissure) pour la mécanique de la rupture. La journée suivant s'est ouverte par la description du travail du professeur MINES de l'université de Liverpool sur la fabrication de matériau structural sous forme de treillis en décrivant la fabrication ainsi que le comportement mécanique d'un tel matériau. Puis le professeur MILEIKO de l'académie des sciences Russe nous a présenté son travail sur la résistance en fluage à haute température de matériaux composites. Dans l'après midi, le docteur PRIME nous a expliqué sa méthode pour comprendre l'état de contrainte interne avant la rupture connaissant celui après rupture. Puis le professeur VAZ de l'université de Porto nous a montré les multiples applications de la mécanique expérimentale dans la biomécanique que cela soit dans le sport, la réhabilitation fonctionnelle ou la compréhension des mouvements. Enfin le jeudi a été inauguré par la présentation du professeur EBERHARDSTEINER de l'université de Vienne sur sa technique de

modélisation multi-échelle appliqué au génie civil et sa validation expérimentale. Finalement le professeur PASTOR de l'université de Madrid a tenté de répondre à la question comment mesurer la ténacité d'un matériau fragile.

Pour faciliter les échanges entre chercheurs, le « social program » était composé soit d'une croisière sur le Douro (fleuve longeant la ville de Porto) ou une visite des caves de vins de Porto.



<http://paginas.fe.up.pt/clme/icem15/>

La prochaine édition de l'ICEM aura lieu en juillet 2014 à Cambridge au Royaume Uni.

**Source : M. TOUBOUL, P. NIMDUM**

## Naissance

Daniel YASTREBOV, second fils de Vladislav, est né le 27 septembre 2012.

**Source : son papa.**



## Arrivées : les doctorants



**BLOCHET Quentin**  
Dir. thèse M. JEANDIN  
Projection dynamique par  
gaz froid (« cold spray »)  
pour la réparation de pièces  
aéronautiques



**HOCHE François-Xavier**  
Dir. thèse : L. REMY  
Maîtres de thèse : A.  
KOSTER, L. NAZE  
Prise en compte du  
vieillessement en service  
dans le dimensionnement en  
fatigue thermo-mécanique  
de culasses en alliages  
d'Aluminium



**BURGAUD Guillaume**  
Dir. thèse : G.  
CAILLETAUD  
Maîtres de thèse : Y.  
MADI, G. ROUSSELIER  
Fatigue multiaxiale d'un  
acier pour gazoduc



**MARION Guillaume**  
Dir. thèse : G. CAILLETAUD  
Maîtres de thèse : C.  
COLIN, M. MAZIERE  
Modélisation de procédés  
de fabrication directe de  
pièces aéronautique et  
spatiale en TA6V par  
projection et fusion sélective  
d'un lit de poudre par laser :  
approche thermique,  
métallurgique et mécanique



**CABALLERO Jacqueline**  
Dir. thèse : J. CREPIN  
Maître de thèse : C.  
DUHAMEL  
Modélisation de l'amorçage  
de la Corrosion Sous  
Contrainte en milieu  
primaire de l'alliage 600



**MASSON David**  
Dir. thèse : A. THOREL  
Maître de thèse : A.  
CHESNAUD  
Contribution au développement  
de cœurs de pile à combustible  
haute température à métal-  
support



**GEAGEA Maya**  
Dir. thèse : A. THOREL  
Maître de thèse : A.  
CHESNAUD  
Nouvelles architectures de  
surfaces d'échange :  
application aux composants  
multicouches avancés pour  
l'amélioration de l'efficacité  
énergétique (électrodes de  
pile à combustible,  
électrolyseurs



**MOREAU David**  
Dir. thèse : S. CANTOURNET  
Maître de thèse : L. CORTE  
Conception de composites  
hydrogel-céramique pour  
l'implantologie



## Arrivées : les doctorants (suite)



**MARCHENKO Arina**  
Dir. thèse : S. FOREST  
Maître de thèse : M. MAZIERE  
Rupture différée dans le titane  
non allié en tenant compte des  
teneurs en hydrogène et en  
oxygène



**INSCRIPTIONS  
PEDAGOGIQUES**

**CHAUMUN Elizabeth**  
Dir. thèse : J. CREPIN  
Maître de thèse : M. SENNOUR  
Corrosion sous contrainte de  
soudures à base de nickel :  
influence des paramètres  
microstructuraux



**OGER Antoine**  
Dir. thèse : J. CREPIN  
Modélisation du comportement  
mécanique en déformation d'un  
tube d'arme au passage d'un  
projectile et d'une approche de  
ses conséquences en terme de  
durabilité.



**DEPINOY Sylvain**  
Dir. thèse : A.-F. GOURGUES,  
E. KOZESCHNIK  
Maître de thèse : C.  
TOFFOLON (CEA)  
Etude de l'Influence de la  
Microstructure sur l'évolution  
des propriétés mécaniques  
d'aciers bainitiques 2 ¼ Cr-  
1Mo



**SORET Clément**  
Dir. thèse : J. BESSON  
Maître de thèse : Y. MADI  
Strain based design of pipelines



**MACDONALD Vincent**  
Dir. thèse : J. BESSON, J.  
CREPIN  
Maître de thèse : Q. AUZOUX  
Rupture des gaines  
combustibles en situation  
accidentelle de type RIA :  
Etude expérimentale et  
modélisation



**ZAÏD Hicham**  
Dir. thèse : M.-H. BERGER  
Superréseaux oxydes à gaz  
d'électrons bidimensionnels  
pour micro-électronique en  
environnement extrême



**PEYRE Georges**  
Dir. thèse : D. RYCKELYNCK,  
F. FEYEL  
Méthode EF2 et  
hyperréduction : vers le calcul  
massif à l'échelle micro

## Arrivées : les doctorants (fin)



**TURQUE Isabelle**  
Dir. thèse : J. CREPIN  
Maître de thèse : M. LE SAUX  
Effet de fortes teneurs en hydrogène sur la microstructure et le comportement mécanique de gaines en alliages de zirconium du combustible des réacteurs à eau pressurisée oxydées à haute température



**INSCRIPTION  
ETABLISSEMENT  
EXTERIEUR**

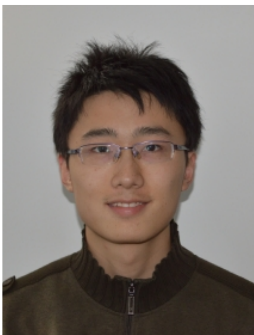
**NIZERY Erembert**  
Dir. thèse : S. FOREST  
Maître de thèse : H. PROUDHON  
Etude expérimentale et numérique de la fatigue des alliages Al-Cu-Li



**SALMON-LEGAGNEUR  
Hubert**  
Dir. thèse : A.-F. GOURGUES,  
E. ANDRIEU  
Maîtres de thèse :  
J. GARNIER, S. VINCENT  
Caractérisation et modélisation de l'endommagement à haute température d'aciers ferritiques renforcés par dispersion de nano-oxydes (ODS)



**VALDENAIRE Pierre-Louis**  
Dir. thèse : S. FOREST, B. APPOLAIRE  
Couplage champ de phase et densité de dislocations



**ZHANG Yi**  
Dir. thèse : J. BESSON  
Maître de thèse : E. LORENTZ (EDF R&D)  
Modélisation et simulation numérique robuste de l'endommagement ductile

**Source texte : L. LOCICERO**

**Source Photo : M. BETBEDER**

## *Arrivées : les Mastères COMADIS*



**Corentin BONHOMME**



**Quentin ROIRAUD**



**Claudio NIGRO**



**Ryan KEDDAM**



**Yoan PERRAULT**



**Arruck  
TRAGANGOON**



**Justine REMOND**



**Arnaud GASCQ**



**Nicolas POMMEPUY**



**François RASSELET**

**Source texte : V. DIAMANTINO**

**Source Photo : M. BETBEDER**



## Soutenances des Mastères COMADIS 2011-2012

### Etude et caractérisation des propriétés thermomécaniques et du vieillissement d'un composite PEI chargé à 25% en fibres de carbone

DEFLESSELLES Jonathan

Partenaire Industriel : SAFRAN

Composites

Encadrant industriel : H. ALGLAVE

Encadrant CdM : J. RENARD

Dans le cadre du développement de pièces composites aéronautiques, SAFRAN Composites mature la technologie d'injection de résines thermoplastiques chargées de fibres courtes en carbone. Divers matériaux sont envisagés par SAFRAN composites. L'étude de ce stage porte sur un composite PEI (polyetherimide) chargé à 25% en fibres de carbone. Le but de cette étude est de réaliser un 'screening' des propriétés thermomécaniques du PEI 25% CF pour vérifier s'il répond aux exigences particulières propres aux fonctions/environnements aéronautiques visés et pour obtenir les données nécessaires à des calculs/simulation par la méthode des éléments finis (calcul de structure).

Des échantillons sont prélevés dans une plaque injectée et observés au microscope optique afin d'identifier l'orientation des fibres dans la plaque. Ces observations confirment un phénomène cœur peau.

Pour reproduire des conditions environnementales d'utilisation, des échantillons sont séchés puis placés en étuves à 70°C et 85% d'humidité, la prise d'eau étant relevée au cours du temps.

Pour effectuer des essais mécaniques, des éprouvettes sont découpées au jet d'eau dans la plaque. Cette technique sur des composites injectés a pour conséquence de produire des lieux de rupture lors des essais pas nécessairement situés dans la zone utile des éprouvettes. Pour palier à cet effet, plusieurs géométries d'éprouvettes sont testées.

Pour répondre au cahier des charges, des essais mécaniques sont ensuite

effectués

- à température ambiante (23°C) et à température d'utilisation (150°C)

- sur des éprouvettes sèches et humides

- selon trois orientations de fibres; 0°, 45° et 90°

- à différents niveaux de charge

Les données matériaux sont déterminées; le module d'Young, la contrainte à rupture, la limite d'élasticité et le coefficient de poisson.

Tous ces essais ont permis d'atteindre notre objectif qui était d'avoir un screening complet des caractéristiques mécaniques du composite PEI chargé en fibres de carbone.

### Modélisation anisotrope des matériaux thermoplastiques renforcés de fibres en crash pour les sièges automobile.

ROUX Louis

Partenaire Industriel : FAURECIA

AUTOMOTIVE SEATING

Encadrant CdM : J. RENARD

Dans l'objectif d'économiser de l'énergie et de limiter les gaz polluants, les constructeurs automobiles cherchent à utiliser des matériaux légers. Cependant, les normes, de plus en plus sévères, imposent de garantir la sécurité du conducteur et des passagers lors d'un choc. FAURECIA a mis au point, en collaboration avec le fournisseur de matière première BASF, un dossier de siège automobile monobloc sans renfort métallique en XA 32-32 (thermoplastique renforcé : polyamide 6 avec fibres de verre courtes). Il s'agit d'une pièce de structure et d'aspect complexe qui est obtenue par un procédé de moulage par injection séquentielle. Ce procédé de fabrication induit une forte variabilité de la microstructure et donc des propriétés mécaniques.

Afin de mieux simuler puis valider les essais S&R (Sécurité et

Réglementation), le service R&D Validation de FAURECIA souhaite approfondir ses connaissances du comportement mécanique de ses matériaux de structure, en statique et en dynamique. Ce travail de stage s'inscrit donc dans cette problématique: proposer un modèle de comportement anisotrope du matériau XA 32-32, rapide et fiable, qui prend en compte les variabilités induites par le procédé d'injection pour permettre de simuler puis de valider les essais S&R de pièces de type coque injectées avec ce matériau composite.

La préparation et l'observation au microscope optique de nombreux échantillons, nous a d'abord permis de mettre en évidence la forte variabilité de la microstructure et d'évaluer ses trois paramètres principaux : l'orientation des fibres, la concentration des fibres (tous deux conditionnés par l'écoulement dans les moules) et la géométrie des fibres. Nous avons aussi réalisé des cartographies au microscope électronique à balayage (MEB) pour déterminer, par analyse d'images sous le logiciel Z-set, le tenseur d'orientation local, valeurs que nous avons confrontées aux valeurs calculées par le logiciel de prédiction d'orientation des fibres, MOLDFLOW®.

Après pyrolyses d'échantillons, nous pouvons affirmer que le taux de fibre local dans une pièce injectée telle que le dossier est quasi-constant. Enfin, des analyses au MEB nous ont permis d'évaluer précisément le facteur de forme des fibres.

A partir des matériaux d'essais dont nous disposons (éprouvettes unidirectionnelles et plaques injectées), nous avons établi une campagne d'essais mécaniques pour évaluer les caractéristiques du matériau à température ambiante en fonction de l'orientation des fibres (0°, 45° et 90°) et de la vitesse de déformation (10-4s-1, 10-3s-1, 1s-1 et 100s-1). Lors de cette campagne d'essai, nous avons distingué les essais statiques (<1s-1), des essais

## Soutenances des Mastères COMADIS 2011-2012<sup>(fin)</sup>

dynamiques ( $^3$  1s-1) effectués sur la machine de traction grande vitesse (TGV) du centre. Nous avons ainsi obtenu toutes les courbes de traction du matériau jusqu'à rupture pour les orientations et vitesses considérées.

Les données expérimentales ont été utilisées lors des modélisations. Pour simplifier les calculs, nous ferons plusieurs hypothèses; le comportement du matériau sera considéré orthotrope (éléments coques, contraintes planes) et bilinéaire (une partie plastique et une partie élastique). Pour construire le modèle, nous nous sommes appuyés sur un travail effectué précédemment au centre des Matériaux, dans lequel ont été écrits des algorithmes d'homogénéisation pour des matériaux composites à fibres courtes. Nous avons

réécrit ces programmes sous MATLAB® et nous les avons adaptés à notre étude. Par une méthode inverse, nous avons déterminé les propriétés de la matrice en fonction de la vitesse de déformation, pour la partie élastique et la partie plastique (modèle bilinéaire). Nous avons constaté que le modèle donne des résultats légèrement plus rigides que dans la réalité (hypothèse de milieux homogènes) mais qu'il est bien plus prédictif que le simple modèle isotrope utilisé initialement par FAURECIA.

Nous avons fourni à notre partenaire industriel un métamodèle qui lui permet, en précisant un scalaire d'orientation principal et une vitesse de déformation, d'obtenir une prédiction plus fine du comportement mécanique du XA 32-32 (supposé orthotrope et

bilinéaire). Nous avons comparé puis validé nos résultats par rapport à ceux donnés par le logiciel DIGIMAT®. FAURECIA a souhaité valider notre modèle sur une structure complexe en utilisant les propriétés anisotropes prédites par celle-ci dans un calcul éléments finis LS-DYNA®. Ce calcul en statique sur une structure complexe est en cours de validation. En complément de ces travaux, la programmation d'un calcul en dynamique et l'intégration d'un modèle de rupture sont à prévoir.

**Sources :** les élèves concernés.

## Conférence ITSC 2012

La 12<sup>ème</sup> conférence internationale de procédé de projection s'est déroulée au mois de mai de cette année aux Etats-Unis (Houston-Texas). Cette édition, comptant plus de 1100 participants (239 conférences et 89 exposants), a réuni divers domaines d'activité allant de la micro électronique à l'aéronautique, du militaire au biomédical en passant par la pétrochimie. Ces acteurs variés, qu'ils soient universitaires ou industriels, étaient réunis pour échanger autour de comment conférer les propriétés voulues aux matériaux par projection thermique. Emissaires du Centre des Matériaux, nous avons eu la possibilité de présenter nos travaux de thèse et nous plonger dans les arcanes de ce type de conférence. C'est donc le ressenti de jeunes chercheurs que nous vous apportons dans ces brèves lignes. Notre regard n'est pas neutre de par notre formation et est orienté sur notre secteur de compétence: la projection thermique notamment par « cold spray » (plus de 20% des communications) et les barrières thermiques pour l'aéronautique. La qualité des présentations

scientifiques fut divisée, certaines apportant originalité et avancées scientifiques, qu'elles soient théoriques ou appliquées, d'autres présentant divers essais sans poursuivre d'objectif précis. Ces derniers ont toutefois le mérite de présenter leurs compétences spécifiques. Cette remarque ne doit en rien rabaisser la qualité de certains travaux notamment ceux d'équipes canadiennes, allemandes, japonaise ou russes. La France s'est bien positionnée avec des 19 travaux présentés (ParisTech, LERMPS...). Enfin, il fut intéressant de remarquer que les Etats Unis se positionnent plus dans ce type de conférence au travers d'entreprises privées qu'au travers de laboratoires de recherches (hormis pour le secteur des semi-conducteurs).

Des avancées marquées furent à noter dans les domaines des procédés de projection cold spray à basse pression. Ces systèmes, moins encombrants et plus faciles dans leur mise en œuvre, ouvrent la porte à de nombreuses applications. Le secteur aéronautique s'est inscrit dans cette tendance avec de nombreuses présentations très

complètes, notamment dans la réparation de pièces par projection où se fait ressentir une industrialisation très proche.

Enfin la conférence s'est achevée par la mise en avant de la nécessaire formation de personnes compétentes en systèmes de projection. Cette transmission de savoir et la dynamique à donner à la recherche pour faire évoluer ces systèmes doit être l'affaire de tous les acteurs dans le domaine.

**Sources :** C. GUINARD, Y. ZERALLI, D. GIRAUD



Photo fournie par les auteurs

## Séminaires

• 03/09/2012 : Deformation mechanism of TWIP steels: from bulk samples to micron-sized pillars, Dr. Mingxin Huang, Department of Mechanical Engineering, The University of Hong Kong, Pokfulam Road, Hong Kong, China

• 07/09/2012 : Endommagement des matériaux pour structures sous pression Matériaux pour le Réacteur expérimental Jules-Horowitz, Patrick-Marie LEMOINE, CEA Saclay

Etude de l'endommagement de l'alliage d'aluminium 6061-T6 : approche micromécanique, Yang SHEN, Cdm Mines ParisTech - CEA Saclay

Impact du confinement plastique sur la stabilité mécanique des défauts dans les gazoducs , Philippe BURLLOT, Cdm Mines ParisTech.

Propagation d'une fissure dans l'épaisseur d'une paroi mince en alliage d'aluminium, Christophe LEGUYADER, Cdm Mines ParisTech - EUROCRYOSPACE

• 21/09/2012 : Contact Mécanique De la robinetterie de centrales nucléaires aux problèmes de contact, Jean-François Rit, EDF Les Renardières

A study on the tightness of contact between rough surfaces, Juliand Durand, Cdm, Mines ParisTech

Dynamics of Local Slip at Frictional Interfaces, David Kammer, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)

Elastic contact between representative rough surfaces, Vladislav Yastrebov, Cdm, Mines ParisTech - Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)

• 28/09/2012 : Poudre et Cold Spray

Introduction, Michel Jeandin – Cdm, Mines ParisTech

Poudres revêtus et applications, Sébastien Bucher - Lifco Industrie

Projection dynamique par gaz froid de poudre composite pour la réalisation de contact électrique, Yassine Zeralli, Cdm, Mines ParisTech

Influence de l'oxydation des poudres sur les dépôts cold spray de tantale, Laure Line Descurnings, Cdm Mines ParisTech

Mécanisme d'adhérence des dépôts cold spray: métallisation des polymères, Damien Giraud, Cdm Mines ParisTech

• 26/10/2012 : Vieillissement des aciers des composants de l'industrie nucléaire La prise en compte du vieillissement thermique des aciers faiblement alliés, dans les analyses de rupture brutale des gros composants en acier bainitique des centrales REP, Pierre JOLY. Chef de la section métallurgie, AREVA

Vieillissement des matériaux métalliques des Réacteurs à Eau Pressurisée et influence sur la rupture, Patrick LE-DELLIOU, EDF-R&D, Département Matériaux et Mécanique des Composants

Influence du vieillissement statique sur la transition ductile-fragile des aciers au C-Mn, Anthony MARAIS, Cdm Mines ParisTech, EDF-R&D

Influence du vieillissement thermique sur les propriétés à rupture des aciers Mn-Ni-Mo : Effet de la microstructure et modélisation multi-échelle, Antoine ANDRIEU, Cdm Mines ParisTech, Chaire AREVA

Sources : Semteam@mat.ensmp.fr

### La Newsletter du Centre des Matériaux

Mines Paristech - Centre des Matériaux P.M. FOURT  
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 : 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.**