

Mai - Juin 2011



NEWSLETTER 42



CENTRE DES MATERIAUX
P.M.FOURT

La Newsletter du CdM - Mines ParisTech



Editorial 1

Faits marquants 1

Soutenances de thèses 2

Exposés 1^{ère} année 3 - 10

30 ans ZéBuLoN 11

Les 12H 12 - 13

Le point Presse 14 - 15

Cold Spray 15

Séminaires 16

Editorial

Où il est prouvé qu'au Centre des Matériaux, les doctorants en première année de thèse travaillent beaucoup mais savent encore s'amuser.

Retrouvez sur 8 pages leurs résumés de fin d'année pour vous convaincre du premier point, et découvrez, par exemple, ce qu'est la pultrusion réactive.

Ensuite revivez le cru 2011 des 12Heures, très coloré et à nouveau festif.

Mais les aînés ne sont pas en reste;

• le CLuB ZéBuLoN a fait salle comble pour une séance spécialement dédiée aux 30 ans du code Z-set,

• le Club COLD SPRAY, dans sa 6^{ème} année, a réuni ses membres à Paris,

• les publications gardent le rythme,

• les trois séminaires ont décliné nos mots clefs fétiches; énergie et transports.

Et en juin, les déguisements de tous étaient formidables!

bonne lecture à chacun

Pour la Tribune,
Françoise DI RIENZO

Faits marquants de mai-juin

- 13/05/2011 : séminaire « Structures et matériaux pour les énergies du futur »

- 30/05/2011 : soutenance HDR de Sabine CANTOURNET « Mécanismes de déformation, modélisation du comportement et de la fatigue des élastomères »

- 26/05/2011 : tournoi de volley-ball

- 10/06/2011 : séminaire « Les alliages de titane dans l'aéronautique »

- 16/06/2011 : ZéBuLoN fête ses 30 ans

- 17/06/2011 : séminaire « Assemblages soudés pour l'industrie automobile : exigences et performances »

- 20-21/06/2011 : exposés des doctorants 1^{ère} année

- 24/06/2011 : les douzes heures du CdM

Faits marquants de juillet-août

- 31/08-02/09/2011 : conférence ICMM

Image du mois



Invasion de nuisibles? Maladie contagieuse? Suite d'un film bien connu? De quoi le CdM est-il le lieu?

Réponse pages 12 et 13

Source : F. DI RIENZO

Soutenances de thèses

« Comportement mécanique et rupture des aciers au C-Mn en présence de vieillissement dynamique sous déformation »

Huaidong WANG

le 18 mai 2011

Le vieillissement dynamique se manifeste en particulier par le phénomène de Portevin - Le Chatelier (PLC). Il se produit dans les aciers aux environs de 200°C pour des sollicitations quasi-statiques. Dans les aciers au C-Mn, il conduit à une chute de ductilité et de ténacité qui doit être prise en compte dans le dimensionnement des structures de sûreté. L'objectif de la thèse consiste à modéliser le comportement mécanique des aciers au C-Mn en tenant compte du vieillissement dynamique et à prédire leur rupture ductile en présence de ce phénomène.

Le comportement mécanique du matériau étudié, un acier au C-Mn, a été caractérisé par des essais de traction simple. Le modèle KEMC implémenté dans le code de calculs par éléments finis Zébulon, a été identifié sur ces essais : l'effet de Portevin - Le Chatelier (PLC) a été correctement simulé sur les éprouvettes lisses, entaillées et CT. Nous avons montré l'importance des conditions aux limites dans la manifestation du PLC. Pour la rupture ductile, l'application du critère de Rice et Tracey (identifié à 20°C) sur les éprouvettes entaillées AE4 montre que la prise en compte du vieillissement dynamique dans le comportement ne suffit pas pour avoir une bonne prédiction de la rupture. Des études micromécaniques de croissance de cavité indiquent que les localisations de PLC peuvent favoriser la croissance et la coalescence de cavité. L'écroutissement apparent, qui dépend du durcissement par la déformation mais aussi du durcissement provenant du vieillissement dynamique, modifie la vitesse de croissance de cavité, mais pas le taux critique de croissance de cavité. On identifie une loi d'endommagement dont les paramètres dépendent de la

température à partir des calculs micromécaniques. Le nouveau modèle donne une meilleure prédiction que le modèle de Rice et Tracey sur les éprouvettes entaillées AE4 et a permis de prédire un creux de ténacité sur les éprouvettes CT. Pour améliorer les prédictions, la loi d'endommagement doit dépendre de la vitesse de déformation.

« Endommagement des aciers TWIP pour application automobile »

Julie LORTHIOS

le 10 juin 2011

Grâce à l'optimisation de l'effet TWIP (Twinning Induced Plasticity) et à la maîtrise de la microstructure (basse énergie de défaut d'empilement, austénite stable à grains fins), les aciers austénitiques Fe-Mn-C combinent une excellente ductilité à une résistance mécanique élevée. L'étude s'intéresse aux paramètres mécaniques critiques menant à la rupture ductile en mode slant (biseau dans l'épaisseur) et aux aspects physiques de l'endommagement dans le but de déterminer un critère de rupture quantitatif. Le comportement plastique de l'acier TWIP présente un caractère anisotrope et cinématique avec une déformation hétérogène en traction uniaxiale due à un mécanisme de pseudovieillissement dynamique. Après avoir déterminé la loi de comportement, la courbe limite de formage a pu être établie par comparaison entre résultats expérimentaux et prédictions du modèle mécanique, dans une large gamme de triaxialité des contraintes. Quel que soit le mode de déformation considéré, la rupture s'effectue brutalement en mode slant sans striction localisée. Peu d'endommagement, y compris en trois dimensions, a été observé autour des zones de rupture. Un critère de rupture phénoménologique basé sur la contrainte équivalente et sur l'angle de Lode, redéfinis tous deux dans l'équivalent de Barlat, permet de prédire de façon correcte la formabilité de l'acier TWIP. L'influence de la pression hydrostatique et du mécanisme de

pseudo vieillissement dynamique sur la courbe limite de formage est discutée.

« Prise en compte du vieillissement et de la fatigue dans le dimensionnement de structures en matériaux composites »

Josserand BASSERY

le 20 juin 2011

L'objectif principal de cette étude est de prédire l'initiation du délaminage en fatigue dans un matériau composite en carbone/polysulfure de phénylène (PPS). Dans le domaine des transports, comme l'aéronautique ou l'aérospatiale, de nombreuses applications sont réalisées en matériaux composites en raison de leur rapport résistance/masse volumique élevé. Les matrices thermoplastiques telles que le PPS témoignent d'un certain nombre d'avantages, tels que le recyclage, quand on les compare aux classiques résines thermodurcissables comme l'époxy. En effet, ce matériau peut présenter un taux de cristallinité et une température de transition vitreuse élevés et ainsi avoir de très bonnes propriétés thermomécaniques.

Néanmoins avant de réaliser des pièces structurelles en composites thermoplastiques, une connaissance précise et globale du comportement mécanique est nécessaire aussi bien en statique, qu'en fatigue couplé au vieillissement. Plus particulièrement, au cours des essais de fatigue, lorsque le délaminage, défini comme le décollement entre couches adjacentes se produit, très souvent cela signifie une ruine rapide et totale de la structure. Ainsi, afin d'établir un critère capable de prévoir l'amorçage du délaminage, des essais de fatigue à différents niveaux de contraintes et des essais Arcan-Mines ont été réalisés. Cette étude présente une procédure d'évaluation de la résistance d'interfaces des matériaux composites soumis à des chargements cycliques. Enfin, nous proposons un critère fiable d'initiation au délaminage et sa validation pour le matériau étudié.

Sources : les doctorants concernés.

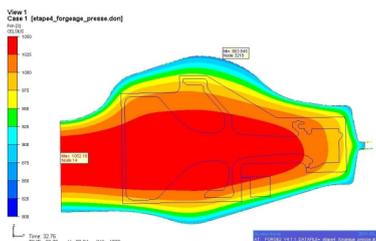
Exposés des doctorants en 1ère année

ABIKCHI Meriem

dir. : J CREPIN, T. MORGENEYER
part. : SNECMA

Prévision des effets du forgeage sur la tenue en durée de vie des pièces en Inconel 718

Cette étude est consacrée à la durée de vie de pièces tournantes de moteur d'avion ; des disques de turbines conçus en superalliage à base de nickel, l'Inconel 718. Cet alliage est utilisé à l'état DA (Direct Aging) ce qui permet, via le raffinement de sa microstructure, d'augmenter significativement ses propriétés mécaniques statiques et dynamiques par rapport au traitement « classique » de mise en solution + revenu. Cependant il a été observé, lors d'essais de fatigue oligocyclique à chaud sur des éprouvettes prélevées sur ces disques, que la durée de vie dépend de la zone de la pièce testée. Cette dispersion inattendue des résultats s'avère être un facteur très important d'un point de vue industriel car le dimensionnement des pièces est établi à partir des valeurs de durée de vie les plus faibles ce qui est très pénalisant du point de vue de leur conception. Sachant que dans un secteur industriel tel que le transport aéronautique, la conception est optimisée afin d'augmenter le rendement des moteurs tout en minimisant leurs poids, cela conduit le bureau d'étude à comprendre et tenter de supprimer les faibles durées de vie tout en conservant une fiabilité optimum.



Simulation d'une coupe d'un brut de forge du disque de moteur avec le tracé de l'usinage

Le but de ces études est donc d'explicitier la relation entre les paramètres de forgeage, les propriétés microstructurales et donc les durées de vie en fatigue afin de réduire la dispersion des résultats de fatigue pour optimiser le dimensionnement.

Des éprouvettes issues de ces lopins forgés vont être testées en fatigue oligocyclique à chaud (450°C). Cela permettra la caractérisation des faciès de rupture et l'identification des mécanismes d'amorçage de la rupture. L'effet de la réponse mécanique en fonction de la distribution statistique de la population de particules (position au sein de la microstructure, taille etc...) sera tout particulièrement étudié.

L'ambition de l'étude est de définir un modèle permettant de relier les conditions de mise en forme aux résultats de fatigue.

BLANC Toinou

dir. : Y. BIENVENU, C COLIN
part. : EADS et Collaborateurs

Fabrication directe de pièces aéronautique et spatiale par projection laser : approche thermique, métallurgique et mécanique de matériaux existants comme innovants

Le procédé DMD (Direct Metal Deposition) est un procédé de fabrication directe. Il consiste à projeter une poudre au travers d'une buse coaxiale et à la fondre avec une partie du substrat à l'aide d'un faisceau laser (photo). On obtient ainsi par couches successives une pièce proche des côtes désirées à partir d'un fichier CAO.



La thèse s'inscrit dans le projet FALAFEL, soutenu par l'industrie aéronautique. Il vise à industrialiser ce procédé avec des machines de nouvelle génération. Les matériaux d'application étudiés sont le Ti-6Al-4V, le C263 et l'Al-Cu-Li 2195. Les travaux de recherche comprennent notamment une étude paramétrique, une caractérisation des poudres, une étude thermique et des essais mécaniques.

BOSSO Elodie

dir. : J. BESSON, J. CREPIN
part. : EDF Renardières

Comportement des alliages de zirconium en situation d'accident de réactivité : modélisation d'essais sur structure et influence de la biaxialité du chargement mécanique.

Les alliages de zirconium constituent les gaines combustibles des centrales nucléaires. Ces gaines représentent la première barrière de confinement des produits de fission ce qui justifie les réglementations drastiques qui leurs sont appliquées en matière de sûreté nucléaire. Ainsi, leur comportement est étudié pour toutes les conditions de fonctionnement, que ce soit en situation normale, incidentelle ou accidentelle.

La thèse s'inscrit dans le cadre de l'étude de la tenue de la gaine dans la condition d'un scénario postulé d'accident d'insertion de réactivité (RIA : Reactivity Initiated Accident). Son objectif est de proposer une loi de comportement fiable qui permette à terme de mieux évaluer le critère de rupture du crayon combustible. L'étude vise la modélisation d'un essai d'emboutissage sur tôle (SPT : Small Punch Test) qui est considéré comme l'un des essais les plus représentatifs de la biaxialité du chargement mécanique résultant de l'accident. Ainsi, la constitution d'une base expérimentale complète sur le Zircaloy-4, l'établissement des lois de comportement associées et le développement du modèle éléments finis du SPT

Exposés des doctorants en 1ère année (suite)

constituent les principaux enjeux de ces travaux.

BURLLOT Philippe

dir. : J BESSON, Y. MADI

part. : Chaire EDF/GDF

Impact du confinement plastique sur la stabilité mécanique des défauts dans les gazoducs

Dans un processus continu d'amélioration de la gestion d'intégrité des canalisations, des méthodes de prédiction de défaillance des défauts sont développées par les opérateurs gaziers, et notamment par GDF-SUEZ. Cependant, les méthodes prédictives basées sur les concepts classiques de la mécanique de la rupture nécessitent un confinement élevé de la plasticité au voisinage des défauts, ce qui n'est pas le cas dans les gazoducs. L'objectif de la thèse est de proposer une approche qui permettra de prendre en compte dans la prédiction de la stabilité des défauts, la plasticité peu confinée et souvent étendue dans les épaisseurs des canalisations. Le but de ce projet étant de déterminer un critère d'analyse de défauts correspondant au cas les plus critiques du réseau mais moins conservatif que le critère actuel, le matériau choisi est donc un acier X63 de 1973 prélevé sur le réseau. La caractérisation mécanique de ce matériau nous révèle un comportement élasto-plastique isotrope et un comportement à la déchirure ductile fortement anisotrope.

Un très fort effet du confinement de la plasticité a pu être mis en évidence par l'utilisation d'éprouvettes SENT (en comparaison avec des éprouvettes CT).

Enfin, une technique de mesure de fissure par prise d'empreinte, permettant 5 à 6 mesures par éprouvettes, a été mise au point ; réduisant ainsi le coût de la campagne de caractérisation.

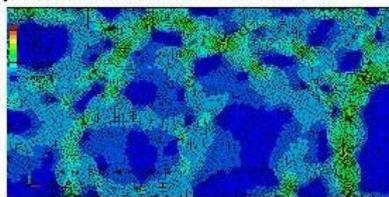
CAYZAC Henri-Alexandre

dir. : Lucien LAIARINANDRASANA

part. : ANR

Comportement et durabilité sous chargements statique et cyclique d'un tube bi-couches polymères /composites

L'objet du projet CARENCO est le développement de matériaux composites à matrice polymère thermoplastique renforcés par des fibres continues. Ce projet est marqué par la volonté du groupe industriel ARKEMA d'utiliser des polymères thermoplastiques donc recyclables et compatibles avec l'environnement comme les PolyAmides 11 et 12 (PA11, PA12) issus de l'huile de ricin. Les matériaux envisagés pour renforcer ces polymères sont les fibres de carbone.



Calcul sur microstructure d'un matériau composite

De plus, le développement d'un nouveau procédé de fabrication : la pultrusion réactive est également un enjeu de ce projet. Ce procédé assure aux polymères renforcés des taux de fibres très élevés (le fabricant annonce un taux de fibres proche de 75% en volume) et donc une résistance mécanique importante. Le développement de matériaux bi-couches composés d'un liner pouvant faire barrière aux fluides et d'une structure de

renfort qui peut résister aux sollicitations mécaniques trouvent une application dans le transport de gaz ou dans l'exploitation offshore.

L'objectif scientifique est le développement d'une démarche multi-échelles visant à comprendre et à modéliser l'endommagement d'un matériau thermoplastique renforcé de fibres continues. Cette démarche implique de comprendre les mécanismes intervenant à l'échelle microscopique pour réussir à remonter au comportement réel à l'échelle macroscopique.

Par conséquent les recherches ont été orientées vers la caractérisation de la variabilité microstructurale d'un matériau thermoplastique à fibres continues.

CHETROIU Bogdan

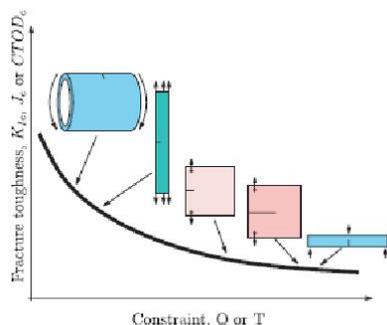
dir. : J CREPIN, C DUHAMEL

part. : CEA

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

La corrosion sous contrainte (CSC) des alliages base nickel est un des mécanismes de dégradation des composants des réacteurs à eau sous pression (REP). Afin de progresser dans la compréhension des mécanismes à l'origine de la CSC de l'Alliage 600, l'objectif global de ce travail est de quantifier le transport du chrome dans l'Alliage 600 et de caractériser l'influence de différents paramètres (déformation, température, microstructure) sur ce transport. Un autre objectif est d'estimer le pouvoir oxydant dans une fissure de CSC et de le comparer à celui à la surface de l'alliage. Pour la première année d'étude, le travail de recherche a été mené sur deux axes :

- Une première partie qui a traité la mise au point du dépôt de chrome métallique sur la surface des échantillons qui soit non oxydé, adhérent et uniforme. Grâce à l'analyse XPS, les paramètres clefs pour l'optimisation du dépôt ont pu

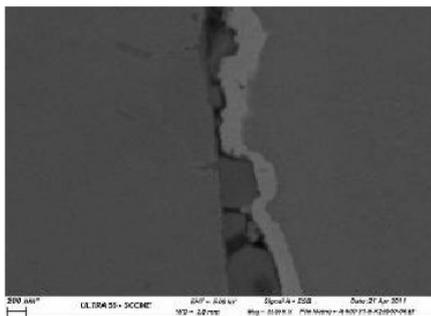


Ténacité en fonction d'un critère de confinement plastique

Exposés des doctorants en 1ère année (suite)

être identifiés.

- Une deuxième partie qui a été consacrée à étudier les couches d'oxydes et l'effet fragilisant des pénétrations intergranulaires. Ces analyses ont été réalisées par Microscopie Electronique à Balayage MEB-FEG (figure).



Pénétrations intergranulaires. Analyse en coupe sur un échantillon A 600 en milieu primaire (340°C, 200 bars, 50 eures)

Cette thèse permettra de proposer un mécanisme d'amorçage et de propagation des fissures de corrosion sous contrainte l'Alliage 600 en milieu primaire des REP.

CHOSSON Raphaël

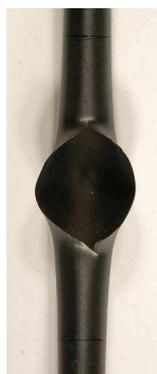
dir. : J CREPIN, A.-F. GOURGUES

part. : CEA

Modélisation du comportement en rampe de température sous pression interne d'un alliage de zirconium vierge, préoxydé ou ayant subi un premier pic de température.

Lors d'un APRP (Accident de Perte de Réfrigérant Primaire), les gaines des crayons combustibles en alliages de zirconium sont soumises à un transitoire les portant très rapidement à haute température (700-1200°C) en présence de vapeur et à une pression interne. Il en résulte une transformation de phases (de la phase alpha hexagonale vers la phase bêta cubique centrée), une oxydation et une déformation par fluage rapides des gaines, qui peut conduire à l'éclatement. Les mécanismes et les lois de fluage axial et sous vide en conditions isothermes des alliages de zirconium ont

été établis lors de 3 thèses faites en collaboration avec le CEA. A partir de ces acquis, cette thèse propose de raffiner la description du comportement en fluage des gaines en prenant en compte les conditions réelles, i.e. une rampe de température avec un éventuel premier pic et une atmosphère oxydante.



Gaine en alliage de zirconium éclatée après un essai en rampe de température sous pression interne réalisé sur le dispositif EDGAR.

D'une part, une confrontation quantitative des lois de fluage établies sous vide avec la base de données des essais de fluage en pression interne en ambiance vapeur faits sur le dispositif EDGAR par le CEA est réalisée. D'autre part, l'effet de l'oxydation et de l'entrée d'oxygène en solution solide sur le comportement en fluage des phases alpha et bêta des alliages de zirconium est étudié. Pour cela, des essais de fluage et de traction lente sur des matériaux modèles, dont l'oxydation ou la teneur en oxygène sont contrôlées, ont été entrepris. Enfin l'effet d'une première rampe de température et d'une transformation de phase partielle seront étudiés.

A l'issue de ce travail, nous espérons pouvoir proposer des lois de comportement en fluage affinées pour chaque phase, prenant en compte les effets de l'oxygène et d'une première rampe de température.

COLAS Damien

dir. : S. FOREST, Eric FINOT (Univ. de Bourgogne), (CEA Valduc)

part. : CEA Valduc, Sylvain Flouriot, Thomas Paris

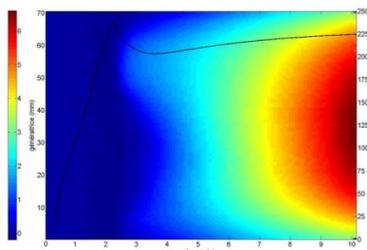
Fatigue à durée limitée du tantale : approche expérimentale et numérique multi-échelles

La conception de structures soumises à des chargements cycliques ou vibratoires nécessite une bonne connaissance du comportement en fatigue des matériaux constitutifs de ces structures. Il est donc nécessaire d'établir des critères d'endurance et des méthodes de calculs de durée de vie. Dans ce contexte, le CEA a mis en place un programme de caractérisation en fatigue du tantale afin de proposer un critère de durée de vie dans le domaine oligocyclique (10^2 à 10^4 cycles) et de l'endurance limitée (10^4 à 10^7 cycles).

Le matériau approvisionné est de grande pureté (Ta>99,95 % en masse) et est livré sous forme de tôle laminée puis recristallisée. Sa structure cubique centrée lui confère des propriétés particulières, qui peuvent générer des localisations de déformation, qu'il convient de qualifier complètement. La gamme de température de service de la structure en tantale s'étend de -20 °C à 60 °C et elle est soumise à de faibles taux de déformations. A ces températures, le tantale est sensible à la vitesse de sollicitation.

D'autre part, la compréhension des mécanismes de fatigue du tantale comporte encore de nombreuses zones d'ombre. L'amorçage de fissure en fatigue dans un tel matériau peut être transgranulaire à haute température et intergranulaire à basse température. La température ambiante se situe à la transition entre ces deux phénomènes très différents. Cet amorçage est précédé d'une accumulation de déformation plastique dans les grains et aux joints de grain.

Exposés des doctorants en 1ère année (suite)



Tracé spatio-temporel des dissipations d'énergie sous forme de chaleur lors d'un essai de traction à 10-2 s-1 . Superposition de la contrainte nominale en noir.

Des mesures de champ macroscopiques par DIC et IRT couplées à des mesures locales telles que l'EBS, l'AFM et les dépôts lithographiques vont permettre d'avoir une information expérimentale des mécanismes effectifs.

Ces différentes conditions nous amènent à porter une attention toute particulière sur les phénomènes microstructuraux de localisation de la déformation, afin de pouvoir implémenter une loi de comportement polycristalline la plus appropriée possible afin d'établir les critères correspondants au dimensionnement des structures.

GEOFFROY Dominique

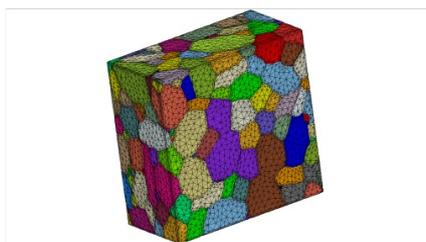
dir. : J. CREPIN

part. : ONERA A. Roos

Endommagement, fissuration et ductilité des microstructures complexes

Dans l'optique de réduire la consommation de carburant et d'améliorer l'efficacité des moteurs utilisés, l'industrie aéronautique tente sans cesse de réduire le poids des appareils. Une fraction non-négligeable de la charge statique se situe dans le moteur et plus particulièrement dans les aubes de turbines. L'utilisation de différents matériaux, tels que les TiAl en raison de leurs excellentes propriétés mécaniques sur certaines plages de température, permettrait de réduire considérablement ce poids. Néanmoins, cet intermétallique a une faible ténacité, ce qui induit l'apparition et la propagation de fissures. Ce phénomène

pourrait s'expliquer par une forte interaction entre les propriétés mécaniques et microstructurales de ce matériau. Une première étape de l'étude a été entamée dans la thèse d'Eva Hériprié (soutenue en 2006, thèse commune entre l'ONERA DMSM et LMS-X). Les champs de déformation surfaciques, fortement hétérogènes, ont été mesurés à l'échelle microscopique lors des essais in-situ sous MEB. Un couplage entre ces observations et un modèle par éléments finis a été mis en place afin d'identifier les paramètres d'une loi de comportement cristalline pouvant restituer ces observations expérimentales. Des premiers calculs de fissuration en deux dimensions ont également été effectués lors de cette thèse. La présente thèse, une collaboration entre l'ONERA DMSM/MNU, MINES-ParisTech et LMS-X, propose d'étudier la propagation de fissures dans un polycristal de gamma-TiAl. L'objectif est de disposer à la fin de la thèse d'un outil permettant d'étudier l'initiation et la propagation des fissures dans différentes microstructures de TiAl, les modèles étant validés par le couplage expérience-calcul.



maillage du polycristal étudié.

GIRAUD Damien

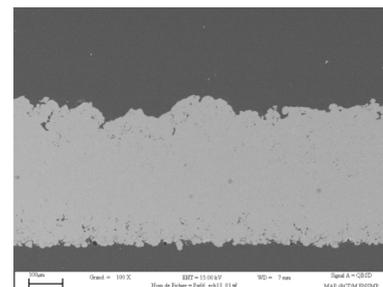
dir. : M. JEANDIN

part. : ANR

Etude d'interfaces composites réalisées par projection dynamique à froid ou « cold spray »

Les pièces revêtues sont largement utilisées par de nombreuses industries pour leurs propriétés de surfaces (résistance à la corrosion notamment). Les dépôts « épais » (>50 microns) sont

le plus souvent réalisés par projection thermique, catégorie dont le « Cold Spray » fait partie. L'impact de particules générant ces dépôts va engendrer une interface responsable de l'adhérence dépôt /substrat. L'adhérence du dépôt est un élément clé pour les différents industriels voulant voire quantifier la tenue de leur dépôt sur le substrat. Cette étude va se focaliser sur les interfaces réalisées par cold spray de divers couples de matériaux et relier les microstructures observées à l'adhérence mesurée. L'appellation interface composite provient du type d'interface générée, interface mélangeant divers couples de matériaux faisant l'originalité scientifique du sujet.



Exemple de dépôt étudié: aluminium sur polyamide 6,6

GUINARD Caroline

dir. : M. JEANDIN

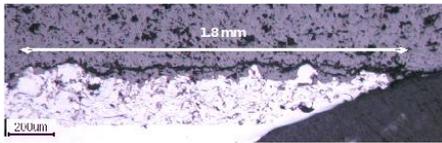
part. : ANR

Étude du perçage laser de matériaux revêtus par projection plasma.

Les barrières thermiques sont très largement utilisées dans l'aéronautique pour protéger les superalliages utilisés dans les moteurs d'avion et notamment dans les chambres de combustion. Afin de réduire la température des pièces, des trous de refroidissement sont percés par laser pour établir un écoulement d'air froid le long de la chambre de combustion.

Lors du perçage laser, des fissures se forment dans le revêtement entre la sous-couche en NiCoCrAlY et la couche en céramique.

Exposés des doctorants en 1ère année (suite)



Trou B, 0.5ms/impulsion, 15 kW

Ma thèse porte sur l'étude de l'interface entre la sous-couche et la céramique dans le but de comprendre et de réduire les phénomènes de fissuration lors du perçage laser de ces matériaux. Pour cela, ma thèse comporte une caractérisation des endommagements et plus particulièrement des fissures induites par le perçage, suivit d'une étude du «design» d'interface. Les caractérisations réalisées sur l'interface devraient permettre de relier le design d'interface à la sensibilité à la fissuration pour des conditions de perçage données.

LEGUYADER Christophe

dir. : J. BESSON, F. AZZOUZ, Y.

MADI

part. : AIR LIQUIDE

Propagation d'une fissure dans l'épaisseur d'une paroi mince en alliage d'aluminium

Le Réservoir Isolé et Equipé (RIE) de l'Etage Principal Cryotechnique (EPC) du lanceur Ariane 5 est dimensionné et fabriqué par CRYOSPACE (GIE entre EADS et Air Liquide). Il est constitué de deux réservoirs cylindriques en alliage d'aluminium, d'un diamètre de 5m environ, fermés par des dômes hémisphériques.



Pour le réservoir d'oxygène liquide (RLOX) les épaisseurs de la pleine peau et des trottoirs de soudage après usinage sont de 4,6 mm et 8,8 mm. Pour le réservoir d'hydrogène liquide (RLH2) ces épaisseurs sont respectivement de 2 mm et 4,2 mm.

Lors du dimensionnement le problème principal est lié à la détermination de la taille des Défauts Critiques Initiaux (DCI) nécessaire à la mise en œuvre des moyens de contrôle non destructifs. Le calcul des DCI repose sur une approche globale de la mécanique de la rupture basée sur l'utilisation du K_{IC} . Cette approche est pénalisante, car elle conduit à des tailles de DCI faibles. La détermination de la valeur du K_{IC} à partir d'éprouvettes CT repose sur l'hypothèse de déformation plane qui n'est pas nécessairement la mieux adaptée à une structure mince soumise à un effort de pression. De plus, dans notre cas le sens de propagation le plus critique du défaut est suivant l'épaisseur de la paroi et non dans le plan de celle-ci. Or les valeurs de K_{IC} utilisées pour le calcul des DCI ont été déterminées à partir d'éprouvettes CT de type L-T ou T-L mais en aucun cas de type L-S ou T-S.

L'objectif de la thèse est de modéliser, en utilisant une approche locale de la mécanique de la rupture, la propagation d'une fissure dans l'épaisseur des réservoirs RLOX et RLH2. Cette approche nécessite la mise en œuvre d'un modèle d'endommagement de type GTN et devrait permettre d'obtenir des tailles de DCI plus importantes.

Noémie RAKOTOMALALA

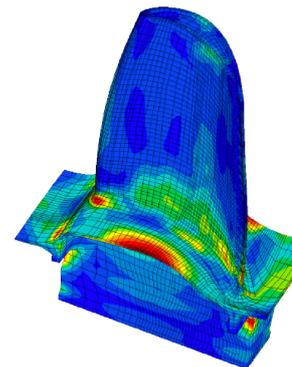
dir. : D. RYCKELYNCK,

part. : ONERA, F FEYEL

Simulation numérique de l'écaillage des barrières thermiques avec couplage thermique-mécanique

Cette thèse s'inscrit dans le cadre du PRC DDV Structures Chaudes mené en collaboration entre divers partenaires tels que Snecma ou l'Onera. Les systèmes barrières thermiques (BT) sont des revêtements multicouches destinés à

protéger le superalliage constituant les aubes de turbines aéronautiques des gaz chauds sortant de la chambre de combustion. Leur utilisation permet d'une part, d'augmenter la durée de vie des aubes, d'autre part d'accroître le rendement du moteur par augmentation de la température de combustion des gaz. Le mode de dégradation qui domine dans la BT est la création de fissures d'interface résultant de l'accroissement des ondulations d'une couche d'oxyde qui se forme entre la sous-couche d'accrochage de la BT et la couche externe de céramique qui réalise l'isolation thermique de l'aube. Cela peut conduire à un écaillage partiel ou total du revêtement.



Maillage 3D de l'aube

Sur la base d'un modèle énergétique de l'évolution de la résistance de la ténacité de l'interface céramique/sous-couche, un modèle de zone cohésive est à développer au cours de la thèse pour modéliser numériquement le phénomène d'écaillage. Afin de considérer simultanément au cours d'un calcul aussi bien les variations dans le processus de transfert de charge (création de surfaces libres dues à la propagation de la fissure) que les changements dans le transfert thermique comme une conséquence de l'endommagement, de l'amorçage et de la propagation d'une fissure, un couplage thermique-mécanique sera effectué. Pour cela des éléments de coque thermiques seront à développer pour modéliser la répartition de la température dans l'épaisseur de la BT, de même qu'un modèle de zone cohésive thermique-mécanique puis un

Exposés des doctorants en 1ère année (suite)

algorithme de couplage selon le type de couplage choisi. Après validation du modèle numérique couplé par confrontation des résultats à ceux d'un essai technologique de laboratoire réalisé dans une autre thèse, le calcul 3D couplé thermomécanique de l'aube revêtue de sa BT sera réalisé.

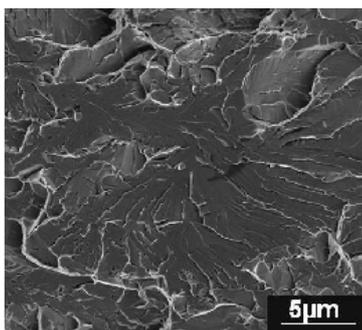
ROUFFIE Anne-Laure

dir. : J. CREPIN

part. : CEA, B. TANGUY

Compréhension et Modélisation de la rupture fragile des aciers renforcés par nano-précipitation - effets de texture, de vieillissement et de composition.

Les aciers ODS (Oxide Dispersion Strengthened) sont envisagés comme matériaux de gainage du combustible pour les futurs réacteurs nucléaires au sodium de Génération IV. Ces matériaux présentent une excellente résistance au fluage à haute température et au gonflement sous irradiation. Cependant, des interrogations subsistent à l'heure actuelle quant à leurs propriétés de résilience et de ténacité. Ces matériaux issus de la métallurgie des poudres présentent une forte texture qui rend leur comportement mécanique anisotrope. Cela se traduit par des températures de transition ductile-fragile et des niveaux de palier ductile différents suivant le sens de sollicitation, mais aussi suivant la composition chimique et la géométrie du produit. Le vieillissement thermique peut également faire évoluer la microstructure et modifier le comportement à l'impact de ces aciers.



facies de rupture fragile

L'objectif de ce travail de thèse est de comprendre puis de modéliser l'effet de ces différents paramètres (composition, texture, sens de sollicitation, vieillissement thermique...) sur le comportement à l'impact des aciers ODS. L'objectif à terme est d'appréhender l'apparition de la rupture fragile (photo) afin d'assurer l'intégrité des composants en acier ODS en conditions normales ou incidentelles.

ROYER Frédéric

dir. : Y. BIENVENU, C. COLIN

part. MERLIN

Fabrication de composants aéronautiques par fusion laser de lits de poudre

Les travaux de thèse s'inscrivent dans le projet européen MERLIN (Development of aero engine component manufacture using laser additive manufacturing) qui a démarré en janvier 2011. Il regroupe six organismes de recherche et huit industriels appartenant à la sphère aéronautique pour un total de quatorze partenaires. Au cours de cette thèse, deux objectifs distincts sont à atteindre. Le premier est l'élaboration d'une pièce saine par un procédé de fabrication directe : la fusion sélective laser ou selective laser melting (SLM). Cette pièce (voir photographie) est un distributeur haute pression, présent dans les moteurs d'hélicoptère. L'enjeu principal est de réussir à maîtriser la métallurgie du matériau, l'inconel 738, pendant la fabrication afin d'éviter l'apparition délétère de fissures.



Le second objectif est le développement d'une nouvelle géométrie de blindage, pièce qui permet la rétention des aubes

de turbines en cas de désolidarisation de celles-ci avec le disque d'entraînement. L'un des nombreux avantages de la SLM est sa capacité à fabriquer des formes complexes. Il serait donc possible de fabriquer des pièces plus légères tout en conservant de bonnes propriétés mécaniques, en ne conservant la matière que là où elle est vraiment nécessaire.

THIELLEUX Delphine

dir. : Y. BIENVENU, C. COLIN

part. : Fondation Renault

Choix des matériaux et des procédés de mise en forme pour le carter de l'électronique de contrôle de la batterie de véhicules électriques

Les directives européennes sur les émissions de gaz à effet de serre conduisent les constructeurs automobiles à chercher des solutions pour les réduire. Le développement des véhicules électriques est l'une des solutions adoptées par Renault. Cependant, leur autonomie réduite par rapport aux véhicules thermiques pousse la recherche et développement vers l'allègement du groupe motopropulseur électrique.

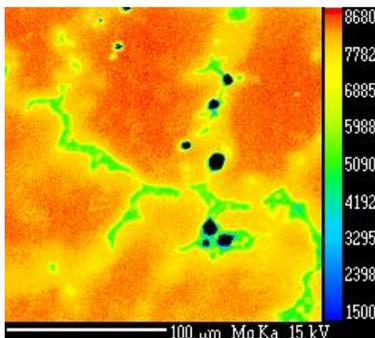
Le boîtier d'électronique de puissance est l'une des pièces concernées par cet allègement. Il sert de jonction entre la batterie, la charge de la batterie et le moteur électrique. En fonction du cahier des charges de la pièce, les solutions matériaux / procédés développées ne vont pas être les mêmes.

Sur une définition à faible contrainte mécanique, la famille des polymères est privilégiée. Cependant, cette application nécessite que le boîtier fasse office de blindage électromagnétique du fait de l'électronique qu'il contient. Il est donc nécessaire d'augmenter la conductivité électrique des polymères par l'ajout de charges ou renforts (particules ou fibres métalliques, fibres de carbone...).

Pour un cahier des charges avec des contraintes mécaniques plus importantes, les alliages de magnésium, et en particulier l'AZ91 (9% d'aluminium et 1% de zinc) plus légers que les alliages

Exposés des doctorants en 1ère année (suite)

d'aluminium utilisés actuellement, sont étudiés. Cependant, les alliages de magnésium possèdent des propriétés mécaniques inférieures à celles des alliages d'aluminium. Tout l'enjeu est donc d'améliorer ces propriétés par des traitements thermiques adaptés, l'affinage de la microstructure ou l'ajout d'élément d'alliage et de renforts.



Cartographie du magnésium présent dans un échantillon d'alliage de magnésium AZ91 réalisée à la microsonde de Castaing

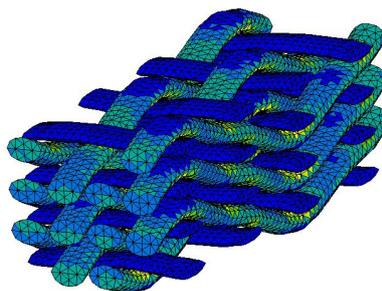
TRABELSI Wassim

dir. : Lucien LAIARINANDRASANA, Alain THIONNET (Univ. de Bourgogne)
part. : COBRA

Nocivité des défauts pour prédire la perte de performances mécaniques d'un composite tissé.

Le groupe Cobra conçoit et produit des bandes transporteuses dédiées au convoi des marchandises et pour le cas qui nous intéresse ici, la bande est destinée à transporter du minerai de mines. Les bandes sont fabriquées en assemblant différents polymères: fils polyamide et polyester, matrice en PVC, revêtement en PVC et élastomère. Lors de son fonctionnement, elle est sujette à de nombreux efforts mécaniques (flexion, traction) aussi bien quasi-statiques, que de fatigue et dynamiques. Ces sollicitations induisent sa dégradation qui se traduit par une chute importante de ses performances mécaniques et particulièrement la contrainte à rupture dans le sens longitudinal de la bande. Une étude approfondie de la bande a déjà été réalisée par Benoit Piezel dans le cadre d'une thèse CIFRE en

partenariat avec Cobra Europe. Son but a été de modéliser le comportement mécanique de la bande soumise aux différentes sollicitations mécaniques imposées par le convoyeur après avoir réalisé une analyse expérimentale d'identification du comportement des matériaux constituant la bande. Une approche multi-échelle, fondée sur des calculs d'homogénéisation et de localisation, a été mise en place. D'une part, la résolution de ces problèmes d'homogénéisation ont permis de reconstituer le comportement macroscopique de la bande. D'autre part, la résolution des problèmes de localisation ont permis d'avancer des hypothèses sur la cause des pertes de performances de la bande.



Maillage périodique du tissu

Ainsi, la présente étude poursuit les recherches précédentes afin d'identifier les causes engendrant la chute des performances mécaniques de la bande ainsi que la quantification de leurs conséquences. Pour cela, des essais mécaniques complémentaires ont été réalisés sur le revêtement d'élastomère afin de déterminer sa loi de comportement et de l'utiliser dans la modélisation de l'impact entre un minerai et la bande. Des observations par microscopie électronique à balayage ont été menées afin de caractériser les zones d'endommagements et les défauts présents dans une bande usagée. Une approche multi-échelle a été mise en place pour modéliser le comportement mécanique d'un motif périodique de la bande endommagée. Pour ce faire, des coupures de fils ont été incorporées dans ce motif. Les premiers calculs ont permis de déterminer localement l'influence des défauts sur les

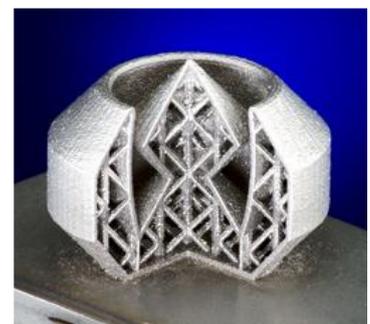
paramètres mécaniques. De plus, la réponse de la structure a été étudiée dans plusieurs cas variant selon le nombre des défauts. Une nouvelle procédure a été utilisée pour générer un maillage périodique du motif représentatif de la bande. Celle-ci a permis de fixer le nombre de noeuds dans le maillage.

VINSON Pierre

dir. : Y. BIENVENU, C. COLIN
part. : EADS et Collaborateurs

Fabrication rapide et directe de pièces aéronautiques et spatiales au moyen d'un procédé additif et innovant par fusion laser de lits de poudre métallique.

La fabrication directe est une méthode innovante, issue du prototypage rapide, permettant de construire des pièces fines, saines, de géométrie très complexe, tout en diminuant le temps de développement des pièces, les coûts et les délais vis-à-vis des techniques d'élaboration conventionnelles.



Exemple de géométrie complexe (pièce creuse) qu'il est possible d'obtenir par SLM

Cette thèse s'inscrit dans le projet FALAFEL (Fabrication Additive par procédés LAsEr et Faisceau d'Electrons) mené par certains acteurs de l'industrie aéronautique française (EADS IW, Dassault Aviation, SNECMA, Eurocopter, MBDA), et qui a pour but d'industrialiser les procédés de fusion sélective par laser de lits de poudre (SLM) et de projection laser (DMD) aux exigences de l'aéronautique. Cette thèse a pour objectif d'obtenir une meilleure compréhension du procédé SLM,

Exposés des doctorants en 1ère année (fin)

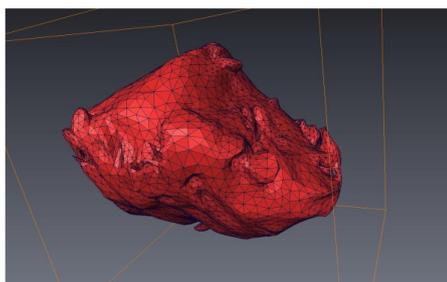
notamment de sa thermique en cours de construction afin entre autres de mettre en place un contrôle procédé en boucle fermée.

ZERALLI Yassine
dir. : M. JEANDIN
part. : METALOR

Technologies Projection dynamique par gaz froid (« cold spray ») de composites pour contacts électriques

Dans l'optique de l'industrialisation du procédé cold spray, cette thèse Cifre est en partenariat avec Metalor Technologies France ».

Le but est de réaliser des revêtements composites pour contacts électriques. Ce projet a été entamé au cours de la thèse de Gilles ROLLAND [2010]. Dans une perspective de gains de productivité et de l'optimisation du procédé, l'étude a continué dans le cadre de cette thèse et consiste en l'optimisation des poudres par simulation numérique de la déformation de la particule (agrégats composite) à l'impact couplé à l'expérimentation. Les premiers résultats de caractérisations obtenus ont permis d'identifier, tout d'abord, les agrégats de la poudre étudiée ainsi que la répartition des différentes phases (matrice et renforts) et de la porosité. Trois poudres présentant différentes caractéristiques de phases et de porosité ont pu être élaborées. Les premières images par microtomographie ont montré la possibilité d'acquérir des images tridimensionnelles des agrégats même si l'on n'a pas pu bien en distinguer le réseau de porosité, à cause, probablement, de réglages approximatifs des conditions de faisceaux.



Maillage d'une particule imagée par microtomographie

En améliorant ces conditions d'observation on pourra, dans un premier temps, obtenir une reconstruction de la morphologie de la poudre, de sa porosité et lancer une simulation d'impact sur un substrat. Dans un deuxième temps, on prendra en compte sa nature composite et on maillera les différentes phases. Une simulation d'impact d'un modèle 2D réel sera développée. Pour une étude comparative entre la simulation et l'expérimentation, on doit identifier les propriétés mécaniques de la poudre avant la déformation afin de les introduire dans le modèle de calcul et après écrasement à l'échelle élémentaire (splats) et du revêtement. À ce titre, des essais de nanodureté sur les poudres et leurs différents agrégats seront effectués ainsi que des essais de traction sur les éprouvettes déjà usinées. L'adhérence et le rendement sont deux variables qu'on peut améliorer en optimisant les conditions de projection et les poudres utilisées qui constituent le fil directeur dans notre démarche.

ZHANG Minghao

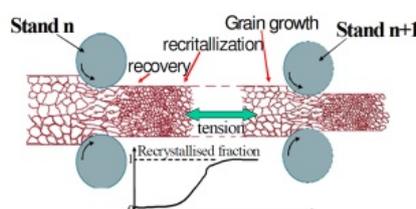
dir. : A.-F. GOURGUES, E. BUSSO
part. : ARCELOR-MITTAL

Modélisation des microstructures d'acier pour le processus du laminage à chaud

Le besoin de mieux prédire les variations géométriques des tôles d'acier laminées à chaud a montré que les approches purement statistiques ne suffisent pas. Une modélisation physique de la viscoplasticité sous faible contrainte, en particulier pendant les étapes « inter-cage » du laminoir à chaud, est nécessaire afin de prédire plus précisément la géométrie des tôles après la sortie du laminoir.

Cette thèse est focalisée sur la viscoplasticité de l'acier austénitique sous faible contrainte en inter-cage/inter-passe du laminoir à chaud. Une telle modélisation pourrait à terme se généraliser à la viscoplasticité lors de la transformation de phase austénite-ferrite à la sortie du laminoir à chaud (Transformation Induced Plasticity) sous l'effet de la traction de bobinage, voire de la viscoplasticité dans la bobine. L'objectif général à terme est de disposer d'un cadre générique de modélisation du phénomène de la plasticité induite par la recristallisation (« recristallisation induced plasticity », ou RIP), en inter-cage. Cet objectif est suffisamment large pour concerner l'ensemble des phénomènes de recristallisation après déformation et s'étend bien au-delà de la mise en forme par laminage à chaud. Dans ce cadre, l'objectif particulier de la thèse est de bien comprendre et modéliser le phénomène RIP sur une nuance particulière. L'extension à d'autres nuances ou familles de nuances pourra se faire ensuite.

Sources : les doctorants concernés.



ZéBuLoN fête ses 30 ans



Z-set, ZéBuLoN pour les intimes, a fêté ses 30 ans d'existence, entouré, comme il se devait, par de très nombreux amis. Près de 60 invités nous ont fait l'honneur de leur présence, certains venus de très loin. Associés aux auditeurs internes au Centre, ils ont constitué un public de choix pour les nombreux intervenants.

Lors d'une courte introduction F. DI RIENZO (Mines ParisTech) a bien évidemment évoqué les moyens des débuts, afin de mettre en perspective ceux d'aujourd'hui, mais aussi pour saluer les résultats obtenus alors. Instigatrice de cette journée, c'est vers le futur qu'elle a voulu l'orienter. Elle a donc concocté, avec l'aide notamment de N. OSIPOV (Zval), un programme mettant en valeur les récents développements du code qui, s'appuyant sur des moyens techniques sans cesse en évolution, autorisent des utilisations toujours plus performantes et plus proches des besoins des partenaires industriels.

G. CAILLETAUD (Mines ParisTech) a balayé les sujets de thèse que Z-set a permis de traiter au cours de ces années, illustrant ainsi la facette Recherche de l'utilisation du code.

N. OSIPOV (Zval) et S. QUILICI (Zval) ont montré deux cas typiques de calculs pour des industriels, illustrant donc la facette Outil Industriel de Z-set.

Les calculs de microstructures ont été abordés par S. FOREST (Mines ParisTech) et H. PROUDHON (Mines ParisTech), le premier à la recherche du

volume représentatif dans un calcul, le second par la problématique des fissures courtes dans les polycristaux.

J. RANNOU (Onera) a présenté une synthèse des calculs par éléments finis pour les matériaux composites au travers de très nombreux exemples.

Un buffet a permis aux différents participants une pause réparatrice avant d'aborder la suite du programme, tout aussi dense.

P. GOSSELET (ENS Cachan) ET F. FEYEL (Onera) nous ont expliqué comment les architectures des calculateurs parallèles permettaient maintenant de faire toujours plus rapidement des calculs performants, offrant ainsi aux utilisateurs industriels des résultats affinés en un temps raisonnable.

V. CHIARUTTINI (Onera) a récapitulé les techniques de calcul utilisées pour simuler l'initiation puis l'avancée d'une fissure dans un matériau, concluant son exposé par une illustration live du dernier module en date Zcrack.

Enfin, D. SORIA (Snecma moteurs Villaroche) a conclu cette série d'exposés par le regard de l'industriel, en présentant les étapes d'une prise en main des outils Z-set, par les membres de son équipe, encadrés par l'équipe Valorisation. Son bilan est positif. On ne pouvait mieux conclure ces présentations du code.

L'assemblée s'est ensuite déplacée vers les salles informatiques où étaient

exposés une dizaine de posters illustrant certaines des dernières thèses en cours.

Trois démonstrations interactives ont interpellé les participants;

- 1) La méthode APHR : une nouvelle approche de la modélisation par D. RYCKELYNCK (Mines ParisTech)
- 2) En pointe de fissure avec V. CHIARUTTINI (Onera) et l'équipe Valorisation,
- 3) Identifications de modèles de comportements et de durées de vie par l'équipe Valorisation



Un cocktail et l'indispensable gâteau d'anniversaire, décoré du tout nouveau logo de Z-set, ont clôturé en beauté cette très belle journée.

Les présentations et posters sont accessibles sur le site du CluB ZéBuLoN : <http://www.mat.ensmp.fr/Produits/LeCLUB/>

Source : F. DI RIENZO

les 12 heures en images

Comiques, royaux, guerriers, séductrices, midinettes, et même canins! Elles et ils étaient nombreux à se pavaner entre deux dégustations et rafraîchissements.



Puis les épreuves! Physiques! Tire à la corde (àï les mains), volley ball.



les 12 heures en images



Le soir, sur la terrasse, préparée spécialement par les doctorants première année, tradition oblige.

Ils ont nettoyé les sols, étalé les moquettes, décoré les murs d'affiches de cinéma, monté le podium, les spots, branché la sono. Ils avaient fait les courses, ils ont coupé les pastèques, rempli les tomates de crevettes, confectionné des gâteaux. Ils ont loué des tables, des chaises, des plantes vertes, ils nous ont fait un décor de rêve pour une soirée de fête.



Après le temps du repas, le temps des jeux, puis celui de la musique et de la danse. Longtemps. Parce qu'on était bien. (et on a tout bien rangé!)



Merci mesdames, merci messieurs.

Revue, congrès ... le point de mai, juin

Revue à comités de lecture

SISKOVA K., VLCKOVA B., TURPIN P.Y., THOREL Alain, PROCHAZKA M., Laser ablation of silver in aqueous solutions of organic species : probing Ag nanoparticle adsorbate systems evolution by surface-enhanced raman and surface plasmon extinction spectra, Journal of physical chemistry, 2011, 115, p. 5404-5412

TEREKHOV S.N., MOJZES P., KACHAN S.M., MUKHUROV N.I., ZHVAVYI S.P., PANARIN A.T., KHODASEVICH I.A., ORLOVICH V.A., THOREL Alain, GRILLON François, TURPIN P.Y., A comparative study of surface enhanced raman scattering from silver-coated anodic aluminium oxide and porous silicon, Journal of raman spectroscopy, 2011, 42, p. 12-20

BUSCAGLIA M.T., SENNOUR Mohamed, BUSCAGLIA V., BOTTINO C., KALYANI V., NANNI P., Formation of Bi₄Ti₃O₁₂ one-dimensional structures by solid state reactive diffusion. From core-shell templates to nanorods and nanotubes, Crystal growth & design, 2011, p. 1394-1401

STEGLICH D., WAFAI H., BESSON Jacques, Anisotropic plastic deformation and damage in commercial Al2198 T8 sheet metal, Key engineering materials, 2011, 452-453, p. 97-100

LIM Rattanak, SAUZAY M., DALLE F., TOURNIE I., BONNAILLIE P., GOURGUES-LORENZON Anne-Françoise, Modelling and experimental study of the tertiary creep stage of grade 91 steel, International journal of fracture, 2011, 169, p. 213-228

BASSERY Josserand, GANTCHENKO Vladimir, RENARD Jacques, Caractérisation multiaxiale des interfaces multimatériaux, Revue des composites et des matériaux avancés, 2010, 20, p. 135-152

BARRE D., BRIANCON C., CHERET F., JEANDRAU J.P., LEROY Michel, RENARD Jacques, THIONNET Alain, Assemblages collés multimatériaux, Revue des composites et des matériaux avancés, 2010, 20, p. 153-185

LE LAY F., MAILLARD J.L., GUILLON D., JEANDRAU J.P., GANTCHENKO Vladimir, RENARD Jacques, Tenue au choc des assemblages collés, Revue des composites et des matériaux avancés, 2010, 20, p. 187-213

RAMIERE J.F., BRIANCON C., CHERET F., JEANDRAY J.P., LEROY Michel, RENARD Jacques, THIONNET Alain, Jonctions hybrides boulonnées-collées, Revue des composites et des matériaux avancés, 2010, 20, p. 215-232

WANG Y., CHESNAUD Anthony, BEVILLON E., YANG J., DEZANNEAU G., Synthesis, structure and protonic conduction of BaSn_{0.875}O_{3-δ} (M-Sc, Y, In and Gd), International journal of hydrogen energy, 2011, 36, p. 7688-7695

GIORDANA M.F., GIROUX Pierre-François, ALVAREZ-ARMAS I., SAUZAY M., ARMAS A., Micro-mechanical modeling of the cyclic softening of EUROFER 97 steel, Procedia engineering, 2011, 10, p. 1268-1273

DIRRENBERGER Justin, FOREST Samuel, JEULIN Dominique, COLIN Christophe, Homogenization of periodic auxetic materials, Procedia engineering, 2011, 10, p. 1847-1852

KTARI A., HADDAR N., KOSTER Alain, MARIE LOUISE TOURE A., Numerical computation of thermal fatigue crack growth of cast iron, Fatigue & fracture of engineering materials and structures, 2011, 34, p. 498-509

DEVILLIERS Clémence, FAYOLLE B., LAIARINANDRASANA Lucien, OBERTI S., GAUDICHET-MAURIN E., Kinetics of chlorine-induced

polyethylene degradation in water pipes, Polymer degradation and stability, 2011, 96, p. 1361-1368

BOUAZIZ Olivier, ALLAIN S., SCOTT C.P., CUGY P., BARBIER D., High manganese austenitic twinning induced plasticity steels : a review of the microstructure properties relationships, Current opinion in solid state and materials science, 2011, 15, p. 141-168

Actes de congrès

DURAND Julian, YASTREBOV V., PROUDHON Henry, CAILLETAUD Georges, Analyse du contact entre surfaces rugueuses par la méthode des éléments finis et par un nouveau modèle numérique, in : CSMA 2011, 10ème colloque national en calcul des structures, 9-13 mai 2011, Giens, 8 p.

PROUDHON Henry, HERBIG M., REISCHIG P., BUFFIERE J.Y., LUDWIG W., Simulation par éléments finis de la déformation de polycristaux à partir d'images de tomographie par contraste de diffraction, in : CSMA 2011, 10ème colloque national en calcul des structures, 9-13 mai 2011, Giens, 7 p.

YASTREBOV V., CAILLETAUD Georges, FEYEL F., Enrichment of the contact geometry within the finite element method, in : CSMA 2011, 10ème colloque national en calcul des structures, 9-13 mai 2011, Giens, 8 p.

BENOIT Aurélie, MAITOURNAM H., REMY Luc, OGER F., Comportement asymptotique des structures soumises à des chargements thermo-mécaniques cycliques, in : CSMA 2011, 10ème colloque national en calcul des structures, 9-13 mai 2011, Giens, 8 p.

MISSOUM BENZIANE Djamel, CHIARUTTINI V., GARAUD J.D., FEYEL F., ROERCH R., OSIPOV Nikolay, QUILICI Stéphane, RANNOU J., ROOS A., RYCKELYNCK David, Z-set/ZeBuLoN : une suite logicielle pour la mécanique des matériaux et le calcul

Revue, congrès ... le point de mai, juin

des structures, in : CSMA 2011, 10ème colloque national en calcul des structures, 9-13 mai 2011, Giens, 8 p.

GAUBERT A., CHANG H.J., FOREST Samuel, Modélisation des effets d'échelle en plasticité cristalline : comparaison entre la mécanique des milieux continus généralisés et la dynamique des dislocations, in : CSMA 2011, 10ème colloque national en calcul des structures, 9-13 mai 2011, Giens, 8 p.

GEOFFROY D., CHIARUTTINI V., CREPIN Jérôme, HERIPRE E., ROOS A., Mise en place d'un modèle de zone cohésive à base physique dans un bicristal de gamma-TiAl, in : CSMA 2011, 10ème colloque national en calcul des structures, 9-13 mai 2011, Giens, 8 p.

COURTIER V., RYCKELYNCK David, CONSTANTINESCU A., Désynchronisation partielle de la méthode APHR, in : CSMA 2011, 10ème colloque national en calcul des structures, 9-13 mai 2011, Giens, 8 p.

SCOTT A.E., SINCLAIR I., SPEARING S.M., MAVROGORDATO M., BUNSELL Anthony, THIONNET Alain, Rupture de fibre : comparaison entre un modèle écrit à l'échelle microstructural et une détection du phénomène par tomographie très haute résolution, in : JNC 17, Journées nationales sur les composites, Poitiers, 11-15 juin 2011, 10 p.

THIONNET Alain, BUNSELL Anthony, CAMARA S., ALLEN D.H., Une méthode FE2 simplifiée appliqué à la modélisation de l'éclatement des réservoirs composites hautes pressions, in : JNC 17, Journées nationales sur les composites, Poitiers, 11-15 juin 2011, 10 p.

CHOU H.Y., ZEJLI H., THIONNET Alain, BUNSELL Anthony, MOURITZ A., BANNISTER M., Détection et discrimination par émission acoustique des endommagements dans les

composites. Comparaison expérience /modélisation, in : JNC 17, Journées nationales sur les composites, Poitiers, 11-15 juin 2011, 10 p.

ROSSIGNOL J., PASTOR M.L., THIONNET Alain, Détection d'endommagement dans les composites à l'aide des microondes. Comparaison avec la thermographie infrarouge, in : JNC 17, Journées nationales sur les composites, Poitiers, 11-15 juin 2011, 10 p.

THIONNET Alain, Pour une approche locale de la fatigue : proposition d'une conceptualisation et d'une classification des problèmes de fatigue, in : JNC 17, Journées nationales sur les composites, Poitiers, 11-15 juin 2011, 9 p.

THOMAS C., NONY F., VILLALONGA S., RENARD Jacques, Endommagement de structures composites à matrice thermoplastique : application au stockage d'hydrogène gazeux sous haute pression, in : JNC 17, Journées nationales sur les composites, Poitiers, 11-15 juin 2011, 10 p.

VILLALONGA S., KEMPENEERS M., SAFFRE P., RENARD Jacques, HALM D., NONY F., Osirhys IV project, 700 bar on-board composite pressure vessel mechanical behaviour prediction with uncertainties knowledge, in : Proceedings of the ASME 2011 pressure vessels and piping conference, PVP 2011-57668, 17-21 juillet 2011, Baltimore, 10 p.

Source : O. ADAM

COLD SPRAY

Le CLUB COLD SPRAY rentre dans sa 6^{ème} année d'existence et vient de tenir sa réunion du 24 mai dernier à Paris, comme à son habitude.

Les 25 participants à cette session ont été accueillis pour y suivre les 4 exposés de la session « communication » puis ceux des sujets suivants, notamment pour faire état des conférences à venir dont certaines organisées par des membres : CPT qui animera en Juin à Barcelone sa première Ecole d'été et C2P qui est partie prenante dans EUCOSS'11, un symposium « cold spray » qui se tiendra le 16 Septembre 2011 à Paris, si possible conjointement à la prochaine réunion du CLUB COLD SPRAY.

Nous avons été heureux à nouveau d'accueillir des collègues étrangers (Singapour, Allemagne, Italie, Belgique) et les remercions pour leurs exposés. Certains exposés d'ailleurs qui seront montrés en septembre prochain à ITSC 2011 ont donc été présentés en avant-première pour les membres du club !

N'hésitez pas à consulter le site du C2P : <http://www.mat.ensmp.fr/clubcoldspray/>

Source : V. GUIPONT

SEMINAIRES

•13/05/2011

Structures et matériaux pour les énergies du futur

Introduction par Anne-Françoise GOURGUES-LORENZON – Mines ParisTech, CdM

« Les Verrous de d'Hydrogène à partir de l'Electrolyse de d'Eau à Haute Température » Magali REYTIER – Ingénieur chercheur au CEA de Grenoble, LITEN, Laboratoire des Technologies de l'hydrogène

« Modélisation du comportement viscoplastique d'un joint multimatériaux pour la filière hydrogène », Laurent PEIGAT – Doctorant au CEA de Grenoble, LITEN, Laboratoire des Technologies de l'Hydrogène, MINES ParisTech

« Simulation numérique et étude expérimentale du fluage de l'acier P91 à haute température », Rattanak LIM – Doctorant au CEA de Saclay, Mines ParisTech

•10 juin 2011

Les alliages de titane dans l'aéronautique

« Etude de l'Effet des Temps de Maintien sur le Comportement et de l'Alliage Base Titane 6242 Forgé dans le Domaine Beta », Konstantin KUZMENKOV – Mines ParisTech, CdM - Snecma Villaroche

« Simulations numériques multi-échelles du comportement des alliages de titane beta-métastables Ti5553 et Ti17 » Guillaume MARTIN – Mines ParisTech, CdM - Snecma Villaroche

•17 juin 2011

Assemblages soudés pour l'industrie automobile : exigences et performances

« Assemblages soudés automobile : de la tenue mécanique à la performance économique, l'exemple du châssis », Eric VAILLANT – Chef de Service Analyse et Comportement des matériaux, RENAULT - Direction de

l'Ingénierie des Matériaux - DIMat

« Introduction des THR dans la caisse en blanc, problématiques de soudabilité », Laurent CRETTEUR, Emmanuel LUCAS – ArcelorMittal Global R&D

« Microstructure et propriétés mécaniques des jonctions soudées raboutées Usibor et Ductibor », Qingdong (Yannick) YIN – MINES ParisTech CdM, ArcelorMittal Global R&D Auto-Applications,

« Le Point Soudé par Résistance: de la genèse de la zone fondue à sa rupture éventuelle », Florent KRAJCARZ – Mines ParisTech CdM / ArcelorMittal Research Maizières

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 : Yves BIENVENU
La Page du CdM...Le Point ! : Odile ADAM
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.