



NEWSLETTER 31



CENTRE DES MATERIAUX
P.M.FOURT



Newsletter Le CdM Tribune

Le centre des Matériaux—EVRY



Dans ce numéro :

Editorial : c'est l'été	1
Touristique attitude	1
Départ G. FROT	2
CLuB ZéBuLoN	2
Naissance	2
Les Douze heures du CdM	3
Tournoi de Volley-ball	3
Stagiaires	3
Exposés des thésards 1 ^{ère} année	4-9
Soutenances de thèse	9-11
Conférence ECERS	11
Le point du mois	12
Les bons plans	13

C'est l'été

Le soleil est enfin plus chaud (trop?), les soirées plus douces, il flotte dans l'air ce parfum de plaisir propre à la belle saison qui nous donne des ailes.

Avec ces ailes

- nous avons participé aux douze heures et au tournoi de volley-ball, pleins d'énergie pour faire vivre ces événements ludiques,
- quatre thésards ont pris leur envol après avoir soutenu leur thèse,
- Vingt quatre « première année » ont effectué leur premier vol de fin d'année,

- Deux chercheurs sont allés jusqu'en Pologne pour une conférence sur les céramiques,
- Les articles, séminaires et autres congrès ont tourbillonné,
- Gérard FROT a quitté l'école des mines pour un nouvel horizon sans micro-sonde,
- Et nous serons nombreux à jouer les touristes...

Bonne lecture

Françoise DI RIENZO, pour le CdM Tribune.

Bonnes vacances!

Faits marquants de juin—juillet

• 05/06/09 :

Soutenance de thèse d'E. SORLIER-LEFORT

• 12/06/09 :

Douze heures du CdM

• 16/06/09 :

Club ZéBuLoN «la simulation de la propagation de fissures »

• 17/06/09 :

Soutenance de thèse de S. LUBIN

• 18/06/09 :

Cocktail organisé à l'occasion du départ à la retraite de G. FROT

• 19/06/09 :

séminaire « Caractérisation multi-échelle de dépôts obtenus par projection dynamique par gaz froid (« cold spray ») »

Touristique attitude

« Deuxfleurs était un touriste, le premier de l'espèce à évoluer sur le Disque, et son existence même reposait sur la croyance dure comme fer que rien de mal ne pouvait vraiment lui arriver parce qu'il n'était pas concerné; il croyait aussi que tout le monde arrivait à comprendre ce qu'il disait à condition qu'il parle fort et lentement, que les gens étaient fondamentalement dignes de confiance et qu'on pouvait toujours s'arranger entre hommes de bonne volonté dès lors qu'on en appelait à la raison. »

Source : Terry Pratchett, « Le huitième sorti-lège »

• 22-23/06/09 :

Exposés des thésards de 1^{ère} année

• 25/06/09 :

Tournoi de volley-ball

• 30/06/09 :

Soutenance de thèse G. BOISOT

• 03/07/09 :

Séminaire « Corrosion et endommagement des matériaux de structure »

• 09/07/09 :

Soutenance de thèse de R. COSTA

Contacts : semteam@mat.ensmp.fr

Départ de Gérard Frot

Interview de Gérard Frot, prochain retraité du CdM.



La Tribune (LT) : au moment du départ, il est naturel de faire un bilan, et de regarder le chemin parcouru. Quel a été le tien?

Gérard : En fait, ayant intégré l'école des mines à 22 ans, dès ma sortie de l'armée, je peux dire que j'y ai fait toute ma carrière. J'ai commencé à Fontainebleau, exactement le 16 novembre 1970. J'avais un poste de technicien à la microsonde du Centre de Minéralogie, en doublon avec M.-C. Forette. C'était un petit centre et l'ambiance y était agréable.

LT : Tu es ensuite venu sur Evry. Dans quel contexte ce transfert a-t-il eu lieu?

Gérard : Jusqu'en 1975 environ, la microsonde de Fontainebleau, seule du genre à l'école, était très occupée, notamment par les chercheurs du Centre des Matériaux (CdM) qui l'utilisaient à 50%. Ensuite d'autres centres ont été équipés de microsonde, dont le CdM, qui a acquis la microsonde Camebax. Du coup, deux personnes à temps plein au Centre de Minéralo-

gie ne se justifiant plus, mon employeur m'a proposé de venir travailler à Evry.

LT : Cet arrangement te convenait-il?

Gérard : le choix était simple, aller à Evry ou être licencié. Quand on a déjà trois enfants et un à venir, le choix est vite fait. Mais je doublai mon temps de trajet, avec les frais qui vont avec... Cela n'a pas été facile. Heureusement, je connaissais François Grillon, puisqu'il était mon correspondant sur Evry, ce qui me mettait plus à l'aise, et puis j'ai été bien accueilli ici.

LT : L'équipe a anticipé ton départ, avec l'arrivée de Lynh-Thy Mingault, c'est plutôt bien, non?

Gérard : Certainement. Lynh-Thy était à mi-temps au CdM, puisqu'elle prenait aussi la suite de M.-C. Forette à Fontainebleau. Elle est à temps complet depuis l'achat du SX100, en janvier 2008.

LT : Quels souvenirs as-tu conservé de ces années?

Gérard : Je suis passionné de sport, et mes souvenirs s'y rapportent. Nous avions un terrain de volley-ball à Fontainebleau, et nous jouions à la pause de midi. C'est ainsi que j'ai connu P. Iris, alors thésard au centre de Morphomat. Je me souviens aussi des matches de football inter-centres aller-retour avec Evry. De très bons moments.

LT : Et quels sont tes projets?

Gérard : Nous envisageons un voyage en

Pologne cet été, mais je vais avoir surtout du bricolage à faire car il faut restaurer la maison ancestrale pour les nouvelles générations. Cela me convient tout à fait. La famille est très présente dans ma vie, et avoir mes enfants et petits-enfants près de moi est un vrai bonheur.

LT : Crois-tu regretter un peu le CdM?

Gérard : Je ne regretterai pas les transports! Mais la convivialité et les échanges avec les chercheurs me manqueront certainement un peu. J'aimerais rester en contact. D'ailleurs j'ai invité tous les autres retraités à mon pot de départ. Il y aura aussi Phan Kieu Duong, le directeur qui m'a embauché à Fontainebleau, Jean-Pierre Trottier ne pouvant être présent. Ce sera pour moi l'occasion de les en remercier.



Gérard, accompagné d'autres retraités du CdM (A. Naslot, L. Millereaux, J. Gibier, A. Locicero, Y. Roselie, de gauche à droite)

Source : propos recueillis par F. DI RIENZO

CLuB ZéBuLoN

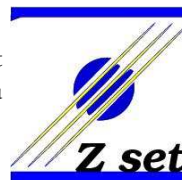
La réunion du 16 juin était dédiée à la **simulation de la propagation de fissures**, et elle a fait salle pleine. En tout cinq exposés ont été présentés.

- "Opening displacement based cohesive zone models for fatigue crack growth"
M. MAZIERE (CdM/CoCaS)
- "Propagation de fissures de fretting par éléments finis"
H. PROUDHON (CdM/CoCaS/MM)
- "Simulating crack propagation in single crystals"
O. ASLAN (CdM/CoCaS)
- « Propagation de fissure 3D - Un cadre unifié X-FEM/maillage conforme au sein du code ZéBuloN. »
V. CHIARUTTINI (ONERA)

- "Un calcul de propagation de fissure en 5 click, ou XFEM, la nouvelle boîte à outils ZéBuLoN"

N. OSIPOV (CdM, Val)

Les transparents sont disponibles sur le site du CLuB ZéBuLoN.



La prochaine réunion aura lieu le **jeudi 10 décembre 2009** et portera sur les **composites à matrice organique**.

Source : F. DI RIENZO

Naissance



Ramy SENNOUR est né le 08/06/09 à 20h55 (2.8 kg, 49 cm).

Source : M. SENNOUR

Les douze heures 2009 : la plage

C'était la fête, ce vendredi 12 juin. Celle de la bonne humeur, des jeux d'équipes, et de la convivialité.

Le thème 2009 : la plage. Tas de sable, soleil et pataugeoire à l'appui, les 120 participants au repas du midi y ont presque cru tant l'ambiance était cordiale et sympathique.



C'est donc avec un bel entrain que les quatre équipes concurrentes ont affronté les défis sportifs et intellectuels de l'après-midi.



Equipe jaune
Equipe bleue

Equipe noire
Equipe rouge



Les vainqueurs ont remporté un kit de jeux de plage pour embellir leurs vacances.

La journée s'est prolongée en terrasse avec l'animation du soir jusqu'à minuit, douze heures obligent.

Une magnifique journée, bien orchestrée par l'équipe des thésards 1^{ère} année et des incontournables permanents sans qui ces moments n'existeraient pas. Parce que 12h, c'est bien, mais la préparation dure ... un peu plus longtemps.

Les thésards de l'année planchent plusieurs semaines avant l'évènement pour trouver un nouveau thème et décliner les activités associées.

Les permanents les conseillent et les aident à acheter, installer, monter, préparer...



les barnums, les tables, les chaises,



les buffets, les apéritifs, les décors, les barbecues, la nouvelle sono du Centre.



Beaucoup de travail, mais pour beaucoup de plaisir au final. Merci à tous.

(Au fait, qui range?
Les mêmes!)



Sources : F. DI RIENZO

Volley-ball

On peut dire que les tournois de volley-ball font partie de l'histoire du CdM. Longtemps annuels et très fréquentés, ils sont devenus plus rares, mais restent un temps fort pour les participants, toujours très contents de leur soirée, comme de ce 25 juin.

L'inépuisable duo M. SIMOES-BETBEDER et Y. FAVRY du Club Sportif sont bien sûr dans les rangs des organisateurs.



Maria préparant le buffet

Yves en arbitre attentif



Aidés, comme il se doit, par leurs collègues ravis de cette opportunité de rassembler aussi les anciens du CdM et leurs familles.

Les matches furent acharnés



Mais la photo de famille a mis tout le monde d'accord.



Sources : F. DI RIENZO

Stagiaires

SAVIO DE LEMOS Camara, et **SALES DE CASTRO Leandro**, Master University of Nebraska, du 08 juin au 10 juillet, dans l'équipe CAM (A. BUNSELL) dans le cadre d'échanges universitaires.

ANDRIEU Antoine, élève ingénieur 3^{ème} année à Sup Aéro de Toulouse, du 1^{er} au 31 juillet, dans l'équipe MM (J. CREPIN, A. PINEAU) étudiera l'endommagement et la rupture des matériaux par fatigue à l'aide d'essais multi-échelles et de modélisation.

DIANCOURT Nolwenn, élève ingénieur 1^{ère} année à l'ENSAIT de Roubaix, du 2 juin au 31 août, dans les équipes CAM et SIP (A. BUNSELL, N. DE DAVE), étudiera des fibres industrielles.

Sources : V. DIAMANTINO

Exposés des thésards 1^{ère} année

BAQUE Bénédicte

Dir. F. FEYEL (ONERA)

« Développement et applications de méthodes de couplages aéro-thermo-mécaniques pour la prédiction du comportement de structures aérospatiales en régime transitoire »

Dans le cadre d'un programme de recherche transversal engagé par l'ONERA, la première partie du travail de thèse a consisté à valider la mise en place d'un outil numérique de couplage aéro-thermique entre le solveur « fluide » CEDRE (développé par l'ONERA) et le solveur de conduction thermique du code ZéBuLoN, dans le cas d'une plaque plane placée dans un écoulement laminaire et soumise à deux échelons successifs de flux de chaleur, sur une longue période de temps (quelques heures).

La méthode numérique mise en œuvre permet de prendre en compte la différence d'échelle de temps entre les deux milieux, en couplant le régime transitoire côté solide avec une suite d'états stationnaires côté fluide et en utilisant une procédure itérative pour assurer l'égalité des températures et des flux à l'interface, à chaque instant de couplage.



"Banc d'impact de flamme sur paroi (ONERA Toulouse)"

La suite du travail de thèse va consister à mettre en place la totalité de la chaîne du couplage aéro-thermo-mécanique entre les codes CEDRE et ZéBuLoN. Afin de valider ce nouvel outil, les résultats de calcul seront comparés à ceux de l'expérience d'une flamme qui vient impacter une plaque plane, provoquant ainsi un échauffement du matériau auquel vient se rajouter une déformation de la plaque.

BENOIT A LA GUILLAUME Aurélie

Dir. L. REMY (CdM)

« Modélisation du comportement et prédiction de la durée de vie de collecteurs d'échappements mécano-soudés soumis à des chargements thermiques anisothermes et vibratoires »

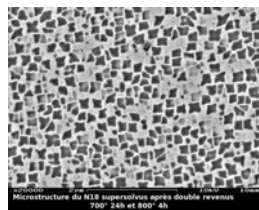
BOITIN Guylaine

Dir. G. CAILLETAUD (CdM)

« Expérimentation numérique pour l'aide à la spécification de la microstructure et des propriétés mécaniques d'alliages haute résistance pour des applications moteurs »

Le N18 est un superalliage élaboré par métallurgie des poudres, constitutif du disque de turbine HP du moteur M88-2 du Rafale.

Les superalliances élaborés par métallurgie des poudres contiennent des inclusions et des porosités dues au procédé de fabrication. Lorsque ces inclusions sont de plus grandes dimensions que les grains (cas du N18 standard), les fissures s'amorcent généralement sur ces inclusions, si elles sont plus petites ou du même ordre de grandeur les fissures peuvent s'amorcer "dans les grains". Dans ce dernier cas, la microstructure du matériau est susceptible d'influer sur le comportement en fatigue et donc sur la durée de vie du disque. Cependant peu d'études sur le sujet ont été réalisées. Généralement le choix de la microstructure se fait sur la base des propriétés en traction monotone et en fluage. Les essais de fatigue sont réalisés ultérieurement, une fois la microstructure choisie. Le but de ces travaux est donc de modéliser l'influence de la microstructure sur les propriétés en fatigue oligocyclique afin d'améliorer le traitement thermique et d'obtenir un matériau optimisé en terme de durée de vie de la pièce en service.



Microstructure du N18 supersolvus après double revenu
700° - 24h et
800° - 4h

La microstructure du N18, de son comportement en fatigue et du calcul de sa durée de vie sera d'abord étudiée afin de déterminer ses paramètres caractéristiques. Ensuite un modèle de prévision de la microstructure en fonction du traitement thermique sera développé. Puis un certain nombre d'essais de fatigue sur des microstructures différentes de la microstructure standard du N18 seront réalisés, ils serviront à étudier l'influence des paramètres microstructuraux sur le comportement en fatigue. Alors, une loi macroscopique fonction de ces paramètres microstructuraux sera déterminée. Elle servira à mener des

essais numériques sur des disques ayant subi différents traitements thermiques afin de déterminer la microstructure et donc le traitement thermique permettant d'obtenir la durée de vie la plus longue.

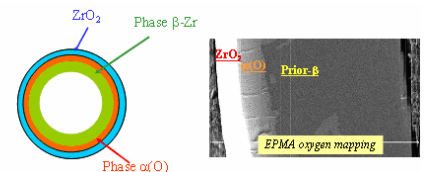
CABRERA SALCEDO Andrea

Dir. J. BESSON (CdM),

V. VANDENBERGHE (CEA Saclay)

« Modélisation de la tenue à la trempe et du comportement mécanique post trempe des gaines de combustible de réacteurs à eau pressurisée »

Au cours d'un transitoire hypothétique de type APRP (Accident de Perte de Réfrigérant Primaire), les gaines de combustible en alliages de Zirconium subissent une oxydation à haute température (HT), à partir de la face externe de la gaine, qui conduit à la formation d'une couche de zircone, tandis qu'une fraction de l'oxygène et éventuellement de l'hydrogène formé lors de la réaction d'oxydation en conditions normales de fonctionnement pénètre dans le métal sous-jacent. Après oxydation et trempe, la gaine comporte schématiquement trois couches : une première couche extérieure de zircone très riche en oxygène (ZrO_2) fragile, une deuxième couche de phase alpha à haute température stabilisée par l'oxygène (alpha (O)) elle aussi fragile, et une troisième couche interne de phase dite « ex-beta » qui peut garder une certaine ductilité.



Représentation schématique de la gaine post oxydation trempe, illustration par cartographie de l'oxygène

Dans une étude précédente, les lois de comportement de matériaux modèles représentatifs des trois couches précitées ont été identifiées pour différents teneurs en oxygène et différentes températures de sollicitation. Dans la mesure où les essais de compression d'anneaux sont actuellement utilisés pour caractériser le comportement mécanique post trempe des gaines en alliage de Zr oxydées HT, une modélisation préliminaire par éléments finis d'un essai de compression d'anneaux sur gaine a été également entreprise. Dans le cadre de cette étude, il s'agirait dans un premier

Exposés des thésards 1^{ère} année (suite)

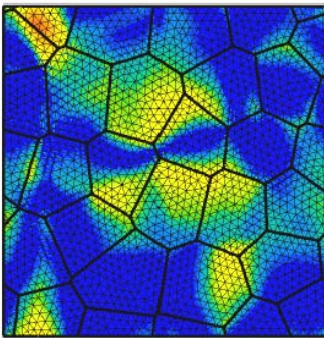
temps de raffiner cette modélisation, en particulier pour prendre en compte les contraintes résiduelles aux interfaces entre les couches résultant des différences entre les coefficients de dilatation thermique des phases. L'objectif serait de retrouver par simulation EF (Cast3m) les seuils de rupture à la trempe des matériaux. Dans un deuxième temps, il s'agit d'évaluer l'impact de la présence d'hydrogène à différents teneurs sur le comportement mécanique des différentes phases, puis de la gaine complète lors de la trempe et lors des essais de compression d'anneaux post trempe.

CORDERO Nicolas

Dir. S. FOREST, E. BUSSO (CdM)

« **Multi-scale approach to study the deformation behavior of nanocrystalline materials** »

L'étude du comportement mécanique des nanocristaux connaît un vif succès depuis les dix dernières années. Pourtant, bien que des études semblent offrir des pistes intéressantes sur l'influence de la taille des grains sur leur résistance mécanique, il n'est toujours pas possible de prédire précisément leur comportement et l'influence de leur microstructure.



Etude par élément finis de l'évolution de la norme du tenseur de densité de dislocations dans un polycristal périodique en cisaillement.

Le projet a pour objectif de développer une approche multi-échelle pour étudier le comportement de ce type de matériaux. Cette approche doit être capable de prendre en compte divers mécanismes localisés aux joints de grains (négligés en mécanique des milieux continus) tels que le glissement ou l'émission et l'absorption de dislocations ainsi que des phénomènes agissant à une plus grande échelle.

CUVILLIEZ Sam

Dir. F. FEYEL (ONERA)

« Etude du passage d'un modèle d'endommagement continu régularisé vers une représentation discrète de la fissure »

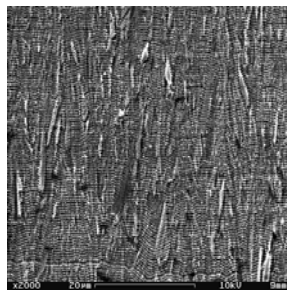
DE NITIU Marian

Dir. M. BOUSSUGE (CdM)

« **Comportement thermomécanique de carbures de silicium** »

En raison d'une augmentation dans les demandes d'énergie mondiales, une nouvelle génération de centrales nucléaires est étudiée. Le forum GEN IV est actuellement en train d'étudier 6 concepts potentiels de réacteurs, qui diffèrent des réacteurs existants par une augmentation de leur efficacité, ce qui se traduit par une augmentation des températures de fonctionnement. Le saut technologique impose de maîtriser des matériaux capables de résister à la haute température de fonctionnement et aux conditions sévères d'irradiation relatives à l'environnement du réacteur.

Les matériaux céramiques semblent être de bons candidats, en particulier le carbure de silicium (SiC) et ses composites. Le SiC a une excellente réfractarité, une bonne inertie chimique, une conductivité thermique adéquate et de bonnes propriétés mécaniques, en particulier à haute température.



L'objectif de cette thèse est l'étude du comportement mécanique à haute température (800-1600°C) du carbure de silicium et, en particulier, de

sa tenue en fluage.

Le rôle de la microstructure du matériau sur ces caractéristiques mécaniques sera étudié. A terme, la meilleure connaissance du SiC (lois de comportement, évolutions microstructurales...) permettra de mieux comprendre de comportement de la matrice SiC dans les composites SiCf/SiC, actuellement candidats de référence pour les RCG.

DUBOUSKI Siarhei

Dir. G. CAILLETAUD,

H. PROUDHON (CdM),

E. HERIPRE (Ecole Polytechnique)

« **Simulation numérique du contact Aube-Disque avec une approche cristallographique** »

FABRE Grégory

Dir. M. JEANDIN, V. GUIPONT (CdM)

« **Etude de l'endommagement du système barrière thermique par mesure de l'adhérence par choc laser (LASAT : Laser Shock Adhesion Test)** »

Dans le cas des aubes de turbines aéronautiques, l'utilisation de systèmes Barrière Thermique (BT) de très faible conductivité thermique à la surface du superalliage ($\approx 1,5W.m^{-1}.K^{-1}$) permet un gain en température de fonctionnement de plus de 100°C. Le système classique est composé d'un substrat en alliage de Nickel monocristallin (AM1) surmonté d'une sous-couche de (Ni,Al)Pt recouverte de zircon (ZrO₂) partiellement stabilisée à l'oxyde d'yttrium.



La durée de vie de ces systèmes en service dépend étroitement de l'adhérence de la couche céramique sur son substrat. A l'heure actuelle, il n'existe pas de méthode de mesure simple et rapide de l'adhérence de cette couche de zircon protectrice.

En se basant sur les derniers développements de l'essai LASAT, et sur l'acquisition d'un équipement de choc laser au CdM, cette étude vise à améliorer la compréhension de l'adhérence des barrières thermiques via cet essai original. Des tests à hautes températures seront réalisés. La modélisation numérique de l'essai accompagne l'étude et laisse déjà envisager son application sur aube, objectif final de l'étude. De plus, les résultats de cette recherche permettront d'améliorer les modèles de durée de vie des BT et de mettre en place les bases pour un nouvel essai de validation de ces dépôts sur pièces.

Exposés des thésards 1^{ère} année suite)

GIROUX Pierre-François

Dir. A.-F. GOURGUES-LORENZON,
T. MORGENEYER (CdM),

F. DALLE, M. SAUZAY (CEA Saclay)

E. CINI (Vallourec)

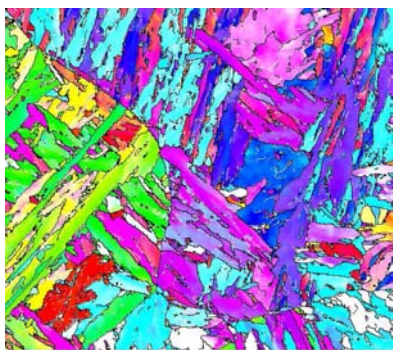
« Etude des mécanismes de déformation d'aciers martensitiques soumis au fluage et à la fatigue-fluage à haute température.

Influence du grossissement de la microstructure et de la précipitation. »

Les aciers martensitiques de la famille des 9-12%Cr sont de bons candidats pour la conception des circuiteries de fluide caloporteur des réacteurs nucléaires de génération IV, particulièrement grâce à leurs bonnes propriétés en fluage. Cependant, ils sont sensibles à un adoucissement mécanique à haute température lors de sollicitations cycliques pouvant être assimilées aux conditions de service des centrales.

L'objectif de la thèse est de corréler ce phénomène d'adoucissement avec l'évolution microstructurale de ces aciers au cours de leur déformation. Dans le cadre de cette étude, des essais de fatigue pure, fluage et fatigue-fluage menés à 550°C sur un acier de Grade 92 ont été lancés au CEA et seront expertisés notamment à l'aide d'observations MET afin de mettre en évidence les changements microstructuraux.

La simulation du phénomène d'adoucissement sera par ailleurs effectuée à l'aide d'un modèle polycristallin, implémenté en tenant compte de paramètres matériaux mesurés expérimentalement (évolution de la taille des grains, effet de la vitesse de déformation...).



Microstructure d'un acier martensitique Grade 92 visualisée par mesures EBSD

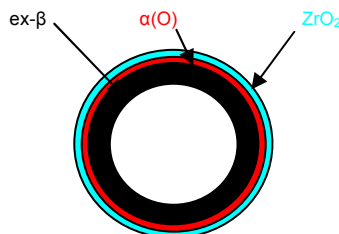
HE Mi

Dir. J. BESSON (CdM)

« Caractérisation du comportement à rupture des alliages de zirconium de la gaine du crayon combustible des centrales nucléaires dans la phase post-trempe d'un APRP (Accident de Perte de Réfrigérant Primaire) »

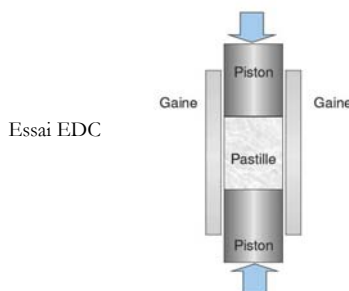
Les alliages de zirconium sont utilisés comme matériaux pour les gaines de crayon de combustible dans les réacteurs à eau pressurisée (REP). L'intégrité des gaines doit être garantie dans les conditions de service en réacteur ainsi que dans les conditions accidentelles.

L'APRP (accident de perte de réfrigérant primaire) est un des ces sévères accidents hypothétiques lors de la conception d'un REP. Il s'agit d'une dépressurisation brutale du circuit primaire et donc d'un assèchement du cœur. Cela conduit à une augmentation brutale de température locale autour des gaines jusqu'à 800-1200°C. Les gaines subiront ensuite une trempe lors du renoyage du cœur par les injecteurs de sécurité à cet effet.



Phases dans la gaine après l'APRP

La thèse consiste à caractériser la ductilité résiduelle des gaines de crayon de combustible après l'APRP par l'essai EDC (Expansion due to compression), dans lequel on comprime par deux pistons une pastille insérée dans la gaine. Le gonflement radial de la pastille dû à la compression déforme la gaine radialement. Les modes de rupture des gaines seront également validés par les méthodes des éléments finis



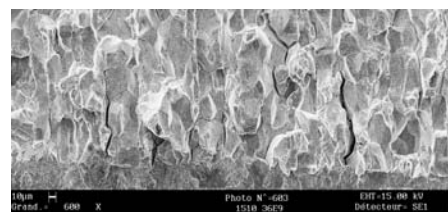
Essai EDC

HUGUENIN Pauline

Dir. J. CREPIN, H. PROUDHON,
C. DUHAMEL (CdM)

« Développement d'un modèle d'amorçage de la corrosion sous contrainte d'aciers inoxydables écrouis en milieu primaire nominal des réacteurs à eau sous pression. »

Les aciers inoxydables austénitiques de type 304L, 316L et 308L (métal d'apport des cordons de soudure) sont employés dans le circuit primaire des centrales nucléaires de type REP (Réacteur à Eau sous pression) du fait de leur bonne résistance à la corrosion généralisée. Cependant, des cas de fissurations intergranulaires par CSC (Corrosion Sous Contrainte) des aciers inoxydables austénitiques ont été rapportés pour des composants fortement écrouis en l'absence de dommage d'irradiation et de pollution du milieu primaire. La concentration locale des contraintes dues aux incompatibilités de déformation des grains favorise la pénétration des oxydes et par là même l'amorçage des fissures de CSC.



Début d'IGSCC, 304L, pré-déformé par traction à 36%

Les objectifs de la thèse consistent à améliorer la compréhension du rôle de la pré-déformation sur les mécanismes de la CSC et à établir une loi d'amorçage semi-empirique (type loi des indices) de la CSC des aciers inoxydables austénitiques en milieu primaire.

KRAJCARK Florent

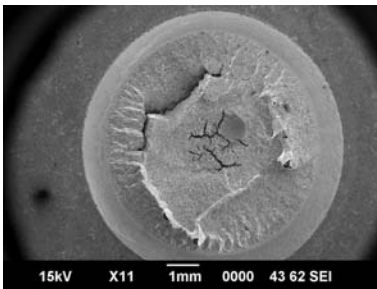
Dir. A.-F. GOURGUES-LORENZON
(CdM)

« Métallurgie et composition chimique en lien avec la ténacité de joints soudés d'aciers à très haute résistance pour l'automobile »

Le développement de nouveaux aciers à très haute résistance pour automobile requiert une augmentation des teneurs en carbone et en éléments d'alliage. En soudage par point, le procédé d'assemblage le plus utilisé dans l'industrie automobile, cette tendance mène à la formation de phases fragiles et à des phénomènes de micro-

Exposés des thésards 1^{ère} année (suite)

ségrégation dans la zone fondue.



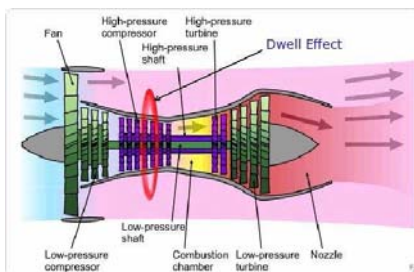
Facies de rupture d'un point soudé en acier TRIP800
L'objectif de la thèse est d'établir une relation entre la composition chimique, notamment le carbone, le manganèse et le phosphore, les microstructures et la ténacité de la zone fondue. Pour ArcelorMittal, la thèse permettra de fournir des recommandations sur la composition chimique des nouveaux produits en développement et sur la compatibilité entre nuances en assemblage hétérogène pour les clients.

Les différents modes de solidifications et les niveaux de ségrégation sont analysés. Un test de ténacité est en passe d'être retenu et sera appliqué à des nuances d'aciers de composition chimique variable obtenues par coulées expérimentales. L'observation des modes de ruptures permettra de comprendre les chemins de propagation des fissures et quels phénomènes microstructuraux les contrôlent.

KUZMENKOV Konstantin

Dir. G. CAILLETAUD (CdM)

« Etude de l'effet des temps de maintien sur le comportement et la rupture de l'alliage base titane 6242 »



This research aims at creating a mechanistic modeling approach for the study of dwell fatigue in Ti - 6242 in order to predict the life of discs for high - pressure compressors of aircraft engines and possibly understand the initiation of early crack growth stages.

LE JOLU Thomas

Dir. A.-F. GOURGUES-LORENZON,
T. MORGENEYER (CdM)

« Étude de la tenue en fatigue des soudures par friction stir welding (FSW) dans un alliage aluminium-lithium »

Cette étude a pour but de caractériser en fatigue les soudures FSW de l'alliage 2198. Ces soudures seront caractérisées en l'absence de défauts de soudure et en présence de 2 types de défauts (ligne d'oxydes et kissing bond). Ceci permettra d'appréhender les mécanismes d'amorçage et de propagation qui en découlent et de développer un modèle de durée de vie des soudures en présence de ces défauts.

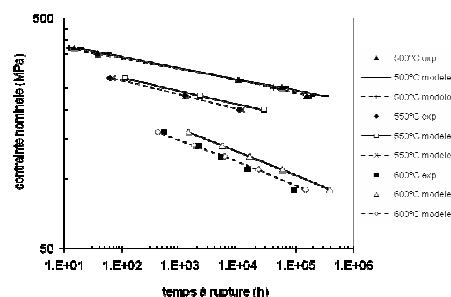
LIM Rattanak

Dir. A.-F. GOURGUES-LORENZON
(CdM)

M. SAUZAY (CEA/Saclay/DEN/
DMN/SRMA)

« Simulation numérique et étude expérimentale de l'endommagement de fluage de l'acier martensitique à 9% de chrome. »

L'acier 9Cr-1Mo modifié est un bon candidat pour la fabrication de certains composants soumis au fluage à haute température dans les Réacteurs du Futur. Nous bénéficions de nombreux essais de fluage à 500°C, 550°C et 600°C effectués au SRMA (CEA/Saclay). Le modèle tenant compte de l'adoucissement du matériau en cours du fluage (sans cavité intergranulaire de fluage observée en zone loin de la surface de rupture) prédit avec une erreur inférieure à 50% les durées de vie (Figure ci-dessous).



Durées de vie expérimentales et prédites.
Modèle1 : sans adoucissement du matériau.
Modèle 2 : avec adoucissement du matériau.

Des observations fines des processus d'endommagement (MEB, EBSD pour connaître les orientations des grains) se-

ront menées. Des champs de contraintes et de déformations calculés par une modélisation par éléments finis sur microstructures réelles ou simulées serviront d'entrées à des modèles de germination et de croissance de cavités.

L'objectif final est de relier l'endommagement intergranulaire de fluage et la striction

MAES Florine

Dir. L. LEIBLER (ESPCI),

S. CANTOURNET, L. CORTE (CdM)

« Mécanismes de déformation, d'endommagement et de cicatrisation d'élastomères supramoléculaires »

MAZE Laurent

Dir. A. BUNSELL (CdM)

« Vieillessement de matériaux composites à verre thermoplastique »

OUMAROU Mamane

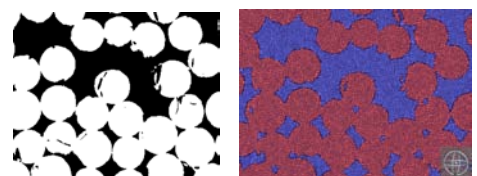
Dir. J. RENARD (CDM),

D. JEULIN(CMM)

« Approche probalistique du comportement à long terme d'assemblages structuraux réalisés en composites thermoplastiques »

Les axes principaux de l'étude sont au nombre de six :

- le comportement (macroscopique) en statique des pièces assemblées (par soudage laser)
- les fluctuations de la microstructure
- la mise en place d'un modèle de rupture probabiliste
- la détermination du VER. Calcul numérique par éléments finis, couplage numérique-expérimental.



Maillage d'une image MEB avec AVISO, pour la détermination du VER (calculs en cours)

- les tests de validation en laboratoire

Exposés des thésards 1^{ère} année (suite)

- Validation sur une structure

OYHARCABAL Gilen

Dir. M. JEANDIN, V. GUIPONT (CdM)

« Simulation de procédés dynamiques d'élaboration de matériaux (SIPRODYN) »

Le projet SIPRODYN se fait en collaboration avec le laboratoire LCD de l'Ensm Poitiers et le LALP des Arts et Métiers dans le cadre d'un ANR Blanc.

Les mécanismes physiques mis en jeu dans les procédés dynamiques comme le « cold-spray » (*dépôt par projection de poudres micrométriques à vitesses supersoniques*) ne sont pas clairement identifiés.

L'objectif scientifique de SIPRODYN vise à comprendre le procédé dynamique en utilisant des impacts de feuilles accélérés par choc laser. Les impacts de grains sur substrat seront reproduits à l'aide de cette méthode, en maîtrisant la taille et la vitesse des feuilles.

Plus concrètement, jusqu'à présent, on a effectué :

- Des projection « cold-spray » sur des alliages fer/nickel (concentration en nickel de 0%, 10%, 20% et 36%) poli miroir + Observations MEB.

- Une campagne d'envol de feuilles de cuivre ou d'aluminium sur des alliages fer/nickel poli ou rugueux + Observations MEB.

A partir de ces premiers résultats, il reste à :

- établir un protocole systématique ;
- élargir les envois de feuilles et la projection « cold-spray » à d'autres couples de matériaux et jouer sur d'autres types de paramètres.



Coupe d'une feuille de cuivre accrochée sur alliage à surface rugueuse

PEIGAT Laurent

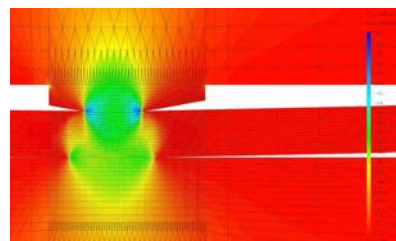
dir. M. REYTIER (CEA Grenoble) et J. BESSON (CdM)

« Modélisation du comportement viscoplastique d'un joint multimatériaux pour la filière hydrogène. »

L'électrolyse de l'eau à Haute Température (EHT) est un des procédés de production d'hydrogène les plus prometteurs. Pour démontrer l'intérêt de cette filière, le CEA a aujourd'hui pour ambition de réaliser les premiers prototypes d'électrolyseurs couplés à des sources thermiques d'origine nucléaire, géothermique ou solaire. Pour cette technologie EHT, la gestion des gaz vapeur d'eau, hydrogène et oxygène et le maintien de l'étanchéité dans le temps constitue un des verrous majeurs. L'objet de la thèse porte sur l'optimisation d'un nouveau joint pour l'électrolyse haute température. Il s'agit de mettre en place les outils nécessaires pour pouvoir estimer a priori la qualité d'étanchéité et de son maintien dans le temps à partir d'un design et de simulations numériques.

Dans un premier temps, on réalise, sur des joints simples, des essais d'étanchéité en température (800°C) sous différents niveaux de charge et types de sollicitation (force imposée, écrasement imposé, refroidissement sous charge). Puis, on simule par calculs aux éléments finis le comportement de ces joints pour les différents tests d'étanchéité réalisés.

On cherche alors à relier la qualité d'étanchéité obtenue aux paramètres mécaniques du joint accessibles par éléments finis. Pour une rugosité donnée, ce travail doit permettre de définir des critères d'étanchéité fonction de certains champs mécaniques du joint.



Champ de contrainte S_{mzz} après 1h de chargement à 10N/mm

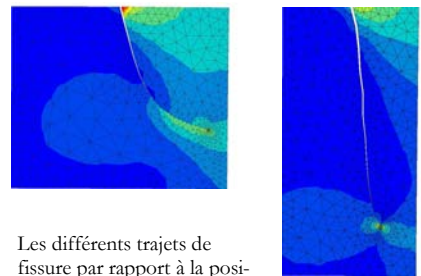
Dans un deuxième temps, ces critères seront utilisés pour proposer de nouvelles conceptions de joints adaptés à l'EHT et pour estimer a priori la qualité d'étanchéité que l'on peut en attendre.

SUN Lingtao

Dir. G. CAILLETAUD, H. PROUDHON (CdM)

« Simulation multi-échelles de la propagation d'une fissure de fretting dans un matériau polycristallin »

Cette thèse se consacre à la recherche de l'influence de la microstructure dans le processus d'amorçage et dans la propagation de fissures de fretting. Pour l'instant le critère de contrainte tangentielle maximale est utilisé pour déterminer la direction locale de la propagation. Selon les simulations on constate que la position du point d'amorçage choisie en surface modifie le trajet de fissuration qui suit. Plusieurs critères de propagation de fissure sont en cours de test.



Les différents trajets de fissure par rapport à la position d'amorçage

Cédric THOMAS

Dir. J. RENARD (CdM)

« Développement de réservoirs monomorphes pour pressions hyperbares »

Le stockage de l'hydrogène est un verrou technologique et scientifique majeur à son utilisation comme vecteur énergétique, en remplacement des sources d'énergie traditionnelles. En effet, aujourd'hui encore, aucune solution « Haute pression » ne satisfait pleinement l'ensemble des spécifications techniques et économiques des industriels. Des progrès sont donc encore nécessaires pour améliorer les performances et la durabilité des réservoirs. Depuis 1998, le CEA travaille sur le développement de réservoirs de stockage haute pression de type IV (liner polymère renforcé d'une structuration composite). L'identification des paramètres matériaux et procédé influents ainsi que des sollicitations susceptibles de modifier les performances et la durabilité des réservoirs doit être prise en compte. En ce sens, les composites à matrice thermoplastique apparaissent

T. 1ère année (fin)

comme de bons candidats en terme de durabilité et sécurité (Projet Français HYPE).

La thèse précisément intitulée « Etude de l'endommagement de structures composites à matrice thermoplastique : application aux réservoirs de stockage hyperbare de l'hydrogène », débutée le 6 octobre 2008 et se déroulant à plein temps au CEA le Ripault, vise à développer les connaissances sur les mécanismes d'endommagement de structures composites à matrice thermoplastique (polyamide) liés à leur procédé de mise en forme (enroulement filamentaire) et leur utilisation pour le stockage hyperbare. Cette étude a notamment pour but d'optimiser les étapes de conception numérique et de fabrication grâce à la connaissance des lois de comportement et de la durabilité du matériau

TRING Duy Khan

Dir. S. FOREST, C. COLIN (CdM)

« **Optimisation des formes et des choix de matériaux dans les sandwiches multifonctionnels architecturés** »

Soutenances de thèse

DEVELOPPEMENT D'UN PROCEDE DE GRADUATION DES CARBURES CEMENTES WC-Co BASE SUR L'IMBIBITION, AMELIORATION DE LA DUREE DE VIE DES TAILLANTS DE FORAGE

Elodie SORLIER-LEFORT

Thèse soutenue le 5 juin 2009

A l'heure actuelle, les forages pétroliers sont réalisés à des profondeurs de plus en plus importantes, dans des réserves jusqu'alors difficilement accessibles. De plus, l'exploitation de la chaleur du sous-sol pour la production d'électricité est en plein essor. La nature des contraintes thermomécaniques des roches dans ces conditions sont à l'origine de sollicitations importantes des outils, en termes de choc et d'abrasion. La durée de vie de la partie active de ces outils, les taillants, est fortement diminuée. Les changements d'outils, opérations longues, coûteuses et parfois risquées, sont par conséquent plus fréquents.

Ce travail de thèse s'inscrit donc dans le cadre général de la recherche de solutions techniques permettant la réduction des coûts des forages pétroliers. Cette démarche est menée en partenariat avec deux laboratoires de l'Ecole des Mines, le Centre des Matériaux d'Evry et le Centre de Géosciences de Fontainebleau, pour la société Varel Europe, fabriquant d'outils de forage basé à Ibos (64).

Les taillants sont majoritairement constitués de carbures cémentés WC-Co. Les propriétés de ces composites sont gouvernées par la teneur en phase ductile métallique et par la taille des grains de carbure. La ténacité, gouvernant la résistance aux chocs, et la dureté, gouvernant la résistance à l'abrasion, demeurent deux propriétés antagonistes. Ainsi, la solution utilisée majoritairement pour améliorer les propriétés mécaniques des carbures cémentés est l'établissement de gradients de propriétés. Les procédés de graduation développés jusqu'à ce jour reposent sur des phénomènes différents, mais possèdent tous deux points communs, à savoir la faible distance sur laquelle sont générés ces gradients et leur discontinuité. Le but de ces travaux est donc le développement d'un nouveau procédé de graduation des WC-Co, permettant de générer des gra-

dients continus sur plusieurs millimètres, afin d'augmenter la durée de vie des taillants de forage. Ce procédé devra également être industrialisable.

En s'appuyant sur les travaux précurseurs de AF. Lisovsky, un procédé de graduation, remplissant le cahier des charges fixé, a été développé et amélioré, notamment par l'utilisation d'un revêtement réactif riche en bore. Ce procédé, qui fait l'objet de deux brevets, consiste à enrichir en phase métallique un taillant WC-Co commercial, complètement dense, par un traitement thermique court à 1400 °C sous atmosphère contrôlée. Des gradients de plus de 800 HV ont été obtenus sur des distances de 10 mm. L'influence des nombreux paramètres du procédé sur la forme et l'amplitude des gradients générés a été étudiée. Cette étude paramétrique ainsi que la compréhension des mécanismes impliqués dans l'imbibition associée au revêtement, permettent d'envisager une flexibilité importante du procédé dans la taille des pièces traitées et dans la forme et l'amplitude des gradients générés. Une étude cinétique de la migration du liquide a également été menée.

Les propriétés mécaniques de ces taillants gradués ont été testées en termes de dureté, de résistance aux chocs, de résistance à l'abrasion et de résistance à la compression. Les contraintes résiduelles ont également été mesurées dans les taillants commerciaux et dans les taillants gradués. Ces essais mécaniques ont montré que le procédé de graduation développé permet d'augmenter la résistance aux chocs des taillants de forage sans pour autant diminuer leur résistance à l'abrasion. Ces travaux permettent d'envisager le développement de nouveaux types de carbures cémentés, dont les applications dépassent celle du domaine du forage pétrolier.

Source : E. SORLIER-LEFORT

ETUDE DES MECANISMES DE LA TRANSFORMATION DE PHASE BAINITIQUE DANS LES ACIERS BAS CARBONE

Sophie LUBIN

Thèse soutenue le 17 juin 2009

Ce travail de thèse vise à améliorer la compréhension et la modélisation des mécanismes de transformation de phase d'austénite en bainite dans un acier bas carbone faiblement allié, et en particulier d'étudier

Soutenances de thèse (suite)

une éventuelle sélection de variants à l'échelle locale ou des microtextures.

Une campagne d'essais de torsion a permis de déterminer des lois de comportement des phases austénitique et bainitique à une température la plus proche possible de la température de début de transformation de phase afin d'améliorer un modèle existant de sélection de variants. Elle a également permis d'obtenir des échantillons présentant différents états microstructuraux de l'austénite (non déformée, déformée, déformée puis recristallisée) avant transformation.

Puis une campagne d'essais visant à obtenir une transformation bainitique isotherme a été réalisée afin de pouvoir étudier l'influence de la température de transformation et de la taille de grain austénitique sur la sélection de variants à l'échelle locale. L'étude des microtextures a été réalisée grâce à la technique EBSD (Diffraction des électrons rétrodiffusés) qui nous a permis de confirmer la présence d'une répartition non aléatoire des variants voisins au sein d'un ancien grain austénitique, visible sur les courbes de répartition des seuls angles de désorientation mais également sur les histogrammes de répartition des couples axe/angle minimal de désorientation. Par ailleurs, nous avons également étudié les regroupements de 2 variants et plus présents au sein des anciens grains austénitiques qui montrent des divergences entre les microstructures formées à « haute » ou à « basse » température.

Le modèle micromécanique de sélection de variants porte sur un critère d'auto-accommodation de la déformation de transformation entre certains variants privilégiés, afin de réduire l'énergie globale du système composé de l'austénite et d'un certain nombre (au moins deux) de variants de bainite. Les déformations de transformation associées aux différents variants sont déterminées à l'aide de la théorie phénoménologique de la transformation martensitique (PTMC). Puis les interactions entre les différents variants sont obtenues en résolvant un problème d'inclusions d'Eshelby. Une étude paramétrique du modèle a montré l'influence déterminante de l'un des paramètres de la PTMC par rapport aux autres. La confrontation des résultats expérimentaux avec ceux du modèle induit une meilleure compréhension des microstructures de

martensite et de bainite formées à « basse » température par le critère d'auto-accommodation des déformations de transformation des variants de phase fille que pour les microstructures bainitiques formées à « haute » température, et en particulier de leur forte proportion de joints faiblement désorientés.

Source : S. LUBIN

MECANISMES ET MODELISATION MECANIQUE DE LA DEFORMATION, DE L'ENDOMMAGEMENT ET DE LA RUPTURE DU POLYAMIDE 11 PUR ET RENFORCE CHOC

Guillaume BOISOT

Thèse soutenue le 30 juin 2009

ARKEMA s'intéresse à la conception de matériaux thermoplastiques renforcés au choc en incorporant des particules dans le polymère pur au moment de la mise en forme, et à l'effet du vieillissement hydrolytique sur ces mêmes matériaux. L'ajout d'une seconde phase de type élastomère est une technique souvent utilisée dans le but d'améliorer la résilience d'un polymère, celle-ci étant testée par essais Charpy. La présence de particules modifie les mécanismes d'endommagement par germination, croissance et coalescence de cavités soit en cœur des particules de renfort, soit à l'interface matrice-particule.

La matrice des polymères renforcés de l'étude consiste en du PolyAmide 11 (PA11), un thermoplastique semicristallin. Ce matériau, qui possède une porosité initiale mesurée de l'ordre de 1% blanchit sous charge. Ce blanchiment est dû à une augmentation de la porosité par croissance de cavités, qui engendre une variation de volume. On s'intéresse donc aux phénomènes d'endommagement par cavitation dans les matériaux polymères, ceux-ci pouvant conduire jusqu'à la rupture finale.

Dans la thèse, la compréhension des mécanismes d'endommagement est analysée aussi bien pour la matrice de PA11 neuf, pour la matrice de PA11 plastifiée et vieillie que pour deux matériaux renforcés. En effet, l'étude se focalise sur plusieurs grades de PA11 :

- PA11, le matériau de base de l'étude ;
- "aged P40", un polyamide 11 plastifié et vieilli ;
- "aged P20 EPR", un polyamide 11 plastifié et vieilli contenant une seconde phase de particules d'EPR ;
- "aged P20 XNBR" , un polyamide 11 plastifié et vieilli contenant une seconde phase de particules de XNBR.

Les matériaux "Aged P40", "Aged P20 EPR" et "Aged P20 XNBR" ont donc été vieillis dans des conditions similaires pour le contexte de l'étude. Des essais sur différents types d'éprouvettes, à différentes températures et vitesses de traction ont été menés. L'observation au Microscope Electronique à Balayage (MEB) de coupes au microtome d'échantillons obtenus suite à des essais interrompus permet de quantifier la porosité et d'en évaluer sa cinétique de croissance en fonction du taux de triaxialité des contraintes. La température de transition vitreuse, T_g , du PA11 est de l'ordre de 50°C. Pour des essais à température ambiante, un auto-échauffement local du polymère pourrait engendrer un franchissement de T_g et de ce fait, modifier les mécanismes de déformation et d'endommagement du matériau. Certains essais ont donc été instrumentés par une caméra thermique afin de mesurer l'élévation de la température dans les endroits critiques. Concernant les matériaux renforcés, des mesures de densité par pycnométrie ont été entreprises afin de déterminer la variation de volume avant et après essai. Cette information est une donnée clé pour obtenir, par l'intermédiaire de la rétrodiffusion cohérente, la densité et la fraction de vide des nodules endommagés.

Les lois de comportement élasto-viscoplastiques classiques ne suffisent pas à rendre compte du phénomène de croissance de cavités. Cette étude poursuit les travaux antérieurs réalisés au Centre des Matériaux qui ont montré l'intérêt de modéliser par éléments finis le comportement de différents polymères thermoplastiques via une loi de comportement issue de la mécanique des milieux poreux : le modèle de Gurson-Tvergaard-Needleman (GTN). Les coefficients de ce modèle sont identi-

Soutenances de thèse (fin)

fiés à partir des courbes globales et des informations locales telles que les taux de porosité mesurés au cours des essais interrompus par analyse d'images. Les essais suivis par caméra thermique, couplés à une identification des paramètres intervenant dans le modèle de Gurson-Tvergaard-Needleman (GTN) en fonction de la température, ont permis d'effectuer des calculs thermo-mécaniques à couplage faible et par conséquent de prendre en compte l'auto-échauffement du matériau. Dès lors, il est possible d'accéder aux champs de contrainte et déformation en pointe de fissure, données indispensables pour effectuer des calculs micromécaniques dans le cas des matériaux renforcés. Le champ de contrainte ainsi obtenu est appliqué à des cellules élémentaires. Des simulations numériques à l'échelle de la micromécanique ont été effectuées pour investiguer l'influence de la taille des nodules ou de la distance interparticulaire sur la naissance et croissance d'une cavité entre deux nodules.

Cette thèse montre qu'une nouvelle fois le modèle de Gurson-Tvergaard-Needleman, modèle initialement développé pour l'étude de la rupture ductile des matériaux métalliques, s'applique dans le cas d'un matériau polymère semi-cristallin. Le modèle s'avère pertinent pour décrire le comportement endommageable du matériau. Tout comme dans le PVDF, deux critères d'amorçage apparaissent : un critère en coalescence de cavités et un critère d'élongation des fibrilles. Les polymères se déformant rarement dans des conditions d'isothermie, l'auto-échauffement du matériau a été pris en compte en rendant les paramètres intervenant dans le modèle dépendant de la température; les résultats s'avèrent intéressants et concordent bien avec ceux obtenus expérimentalement. La thèse met également en lumière la préservation de la ductilité par l'ajout d'une seconde phase de caoutchouc en dépit du vieillissement hydrolytique, dans une zone de température inférieure à la zone de température de transition vitreuse. Cependant nous montrons que, selon les caractéristiques de cette seconde phase, les mécanismes d'endommagement peuvent varier et ainsi le critère d'amorçage changer.

Source : G. BOISOT

CONTRIBUTION A L'ETUDE ET A LA MISE EN FORME D'UNE CELLULE DE PILE A COMBUSTIBLE A CONDUCTION PROTONIQUE P.C.F.C.

Rémy COSTA

Thèse soutenue le 3 juillet 2009

La filière hydrogène et la pile à combustible apparaissent aujourd'hui comme une alternative crédible à l'utilisation massive des énergies fossiles. Dans le cadre d'un projet ANR piloté par EDF, un consortium s'est intéressé à la réalisation d'une cellule de type P.C.F.C. (Proton Conducting Fuel Cell) opérant à 600°C avec BaCe_{0,9}Y_{0,1}O_{3-α} comme électrolyte à conduction protonique. Cette thèse s'inscrit dans ce cadre, et présente l'objectif d'étudier le comportement de ce matériau au frittage et d'évaluer le co-coulage en bande et le co-frittage comme procédé de mise en forme bas coût pour la réalisation d'une demi-cellule anode-électrolyte de type anode support.

Le composé BaCe_{0,9}Y_{0,1}O_{3-α} peut être produit aisément par chimie douce. En revanche, le caractère réfractaire de ce matériau impose des paramètres de frittage très sévères entraînant sa dégradation, et l'altération de ses propriétés de transport. Il s'agit de l'endommagement thermique dont nous proposons un premier modèle.

L'étude des interactions entre BaCe_{0,9}Y_{0,1}O_{3-α} et NiO, utilisé comme précurseur de nickel dans les cermets d'anode, s'est avérée particulièrement complexe. Elle a permis de mettre en évidence à la fois des effets bénéfiques (agent de frittage) et néfastes (altération des propriétés de conduction) de la diffusion des cations Ni²⁺.

Concernant la mise en forme, la sédimentation des poudres liée à l'instabilité des barbotines et les interactions avec NiO conduisent lors du co-frittage de la demi-cellule à des déformations rédhibitoires. Nous proposons donc une architecture alternative de type « métal support », fondée sur l'utilisation d'une mousse de nickel aux premiers résultats encourageants.

Source : R. COSTA

Conférence ECERS

Organisée chaque année impaire par la Société Européenne de Céramique (ECERS), la 11^{ème} conférence internationale s'est tenue à l'auditorium Maximum de Cracovie du 21 au 25 juin 2009.

Depuis 1987, cet événement est l'occasion pour les 20 sociétés nationales membres (comme le Groupe Français de la Céramique) de partager leurs derniers travaux de recherche et de proposer de nouvelles problématiques dans l'élaboration, la caractérisation et l'usage de matériaux à forte composante céramique.

Actuellement, les nanomatériaux et les électrocéramiques constituent les principales thématiques abordées lors des différentes sessions en parallèle (7 cette année), tandis que les études dédiées aux relations entre les propriétés mécaniques et la microstructure de réfractaires ou de composites à matrice céramique semblent marquer le pas.



A noter que le deuxième prix du concours de thèse a été décerné à P. Aubry de Chimie Paris lors du traditionnel banquet (à gauche sur la photo) et que Limoges aura le privilège d'accueillir l'édition de 2013, après Stockholm en 2011.

En dépit d'une pluie incessante, ce séjour fut également l'occasion de découvrir les atouts culturels, historiques et scientifiques de Cracovie, très prisés des touristes et des étudiants. Les ballades et les visites en centre ville y sont extrêmement agréables : la vieille ville médiévale et sa grand'place, le Château Royal et sa basilique (avec sa cloche de 11 tonnes en photo), le quartier juif Kazimierz ou encore l'Université Jagiellon. Situé à une heure de la ville, la visite du tristement célèbre camp d'Auschwitz figure également parmi les étapes incontournables de la région.



Sources : G. Huchet, photos de M. Boussuge

Revue, Séminaires, Congrès ... le Point du mois de juin!

Revue à comité de lecture

- COSTA Rémi, GRUNBAUM N., BERGER Marie Hélène, DESSEMOND L., THOREL Alain, On the use of NiO as sintering additive for BaCe_{0.9}Y_{0.1}O_{3-α}, Solid state ionics, 2009, 180, p. 891-895
- DALLOZ Alexandre, BESSON Jacques, GOURGUES-LORENZON Anne Françoise, STUREL T., PINEAU André, Effect of shear cutting on ductility of a dual phase steel, Engineering fracture mechanics, 2009, 76, p. 1411-1424
- BESSON Jacques, LECLERCQ S., GAFFARD Vincent, GOURGUES-LORENZON Anne Françoise, Analysis of creep lifetime of a ASME Grade 91 welded pipe, Engineering fracture mechanics, 2009, 76, p. 1460-1473

Actes de congrès

- REVEST Nicolas, RENARD Jacques, THIONNET Alain, BOULAY L., CASTAING P., Suivi de l'endommagement dans les structures en composites par une analyse optique in-situ, in : Les techniques de mesure et de suivi de l'endommagement en fatigue, in : Journées de printemps, SF2M, 2009, Paris, p. 97-104
- CARTEL Sophie, MISSOUM-BENZIANE Djamel, RYCKELYNCK David, Modélisation algorithmique par réduction de modèle et maîtrise des événements récurrents inhérents aux problèmes d'optimisation, in : Neuvième colloque national en calcul des structures, Giens, 2009, dir. M. Raous, P. Pasquet, C. Rey, p. 117-122
- PROUDHON Henri, BASSEVILLE Stéphanie, SUN Lingtao, CAILLETAUD Georges, Effet de la microstructure sur la propagation des fissures de fretting, in : Neuvième colloque national en calcul des structures, Giens, 2009, dir. M. Raous, P. Pasquet, C. Rey, p. 167-172
- AMMAR Kais, APPOLAIRE Benoit, CAILLETAUD Georges, FEYEL Frédéric, FOREST Samuel, Modélisation du couplage changement de phase-mécanique par la méthode des champs de phases et les techniques d'homogénéisation, in : Neuvième colloque national en calcul des structures, Giens, 2009,

dir. M. Raous, P. Pasquet, C. Rey, p. 389-394

- MAZIERE Matthieu, BESSON Jacques, FOREST Samuel, WANG H., BERDIN C., Simulation par éléments finis de l'effet Portevin-Le Chatelier dans divers alliages métalliques et à différentes échelles, in : Neuvième colloque national en calcul des structures, Giens, 2009, dir. M. Raous, P. Pasquet, C. Rey, p. 437-442
- GUEYE Ibrahima, JUVIGNY X., FEYEL Frédéric, ROUX F.X., CAILLETAUD Georges, Mise en œuvre d'un solveur direct parallèle pour l'inversion des problèmes locaux au sein d'une méthode de décomposition de domaine, in : Neuvième colloque national en calcul des structures, Giens, 2009, dir. M. Raous, P. Pasquet, C. Rey, p. 417-422
- GARAUD J.D., FLEITOUT L., CAILLETAUD Georges, Simulation parallèle de la relaxation post-sismique dans la région de Sumatra, in : Neuvième colloque national en calcul des structures, Giens, 2009, dir. M. Raous, P. Pasquet, C. Rey, p. 585-590
- YASTREBOV Vladislav A., CAILLETAUD Georges, FEYEL Frédéric, Traitement des problèmes de contact en calcul parallèle, in : Neuvième colloque national en calcul des structures, Giens, 2009, dir. M. Raous, P. Pasquet, C. Rey, p. 647-652

Congrès

- Du 8 au 10 Juin 2009 : Participation de David RYCKELYNCK à « Conference COUPLED PROBLEMS 2009 », à Ichia, Italie.
- Du 7 au 10 Juin 2009 : Participation de Serkei DUBOUSKI à « ECOTRIB 2009 », 2nd European Conference on Tribology » à Pise, Italie
- Du 08 au 12 Juin 2009 : Participation de Cédric BROUSSILLOU et Marie-Hélène BERGER à « EMRS », Strasbourg.
- Du 21 au 26 Juin 2009 : Participation de Jacques BESSON à « ISOPE-2009, 19th International Offshore and Polar Engineering Conference », Osaka, Japon
- Du 21 au 25 Juin 2009 : participation de Michel BOUSSUGE et Guillaume HU-

CHET à « ECERS 2009, 11th International Conference and Exhibition of the European Ceramic Society » à Cracovie.

- Du 10 au 12 Juin 2009 : Participation de Nicolas REVEST, Alain THIONNET et Anthony BUNSELL aux « 16èmes Journées Nationales sur les Composites » à Toulouse.
- Du 8 au 12 Juin 2009 : Participation de Yazid MADI à l'Ecole Thématique « Identification à partir de mesures des champs : Application à la mécanique des Matériaux et des Structures ». Clermont Ferrand.

Séminaires

- **Date** : 19/06/09

Caractérisation multi échelle de dépôts obtenus par projection dynamique par gaz froid ("cold spray")

« Application industrielle « grandes dimensions » du cold spray », Emmanuel KELBERT, Carbone Lorraine

« Elaboration et caractérisation de dépôts composites obtenus par cold spray », Gilles ROLAND, CdM

« Influence des conditions d'impact sur l'adhérence des particules élémentaires obtenues par cold spray », Serge GUETTA, CdM

- **Date** : 03/07/09

« **Corrosion et endommagement des matériaux de structure** », Krzysztof Wolski, Département Mécanique physique et Interfaces, Centre SMS, UMR 5146 PECM, Ecole des Mines de Saint Etienne.

Les Bons Plans à venir

•Théâtre pour enfants

Festival "l'été des P'tits Futés"

La 3ème édition 2009 confirme la démarche du Théâtre Darius Milhaud, à savoir la rencontre et la connaissance des cultures du monde, l'exploration de la diversité humaine, l'éducation de la tolérance par la compréhension des autres...



Retrouvez les Contes de la Planète Magique pendant ce Festival. Accompagnés de la musique du groupe Horizons Intérieurs 3 voyages musicaux étonnants à vivre en famille et amis !

- Le Roi de la Forêt ou le secret de la plume de Pan
- Etoile qui danse, Etoile qui rit : connaissez-vous la danse des étoiles ?
- Le Jardin de la Planète Magique : Derrière la porte... tous les secrets !!

13€ ou 19€

Théâtre Darius Milhaud, 80, allée Darius Milhaud, Paris 19

<http://tdm4.perso.neuf.fr/pourlesenfants.htm>

•Musiques

Festival Indetendances.

Du **24 Juillet 2009** au **15 Août 2009**

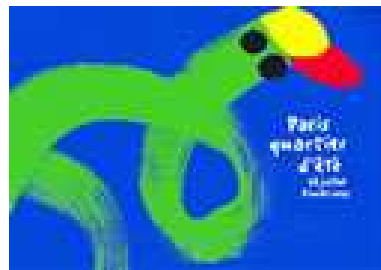
Dans le cadre de l'opération Paris-Plage, la FNAC propose de retrouver en live des artistes issus de labels indépendants.

Les concerts sont GRATUITS.

<http://www.infoconcert.com/festival/fnac-indetendances-2937/concerts.html>

•Danse, Cirque, spectacles équestre

Paris quartiers d'été



Le festival accueille des spectacles de danse au Palais Royal avec Robyn Orlin, Sidi Larbi Cherkaoui, Maguy Marin et du flamenco. Il vous invite à découvrir, dans des lieux prestigieux et inattendus de la capitale, des événements comme le Lever de soleil équestre de Bartabas, les Screen Tests d'Andy Warhol mis en musique par Dean & Britta, le Cirque à la Cité, Dromesko, Josef Nadj..

Cette année vous avez la possibilité d'acheter les places en ligne (19€80 ou gratuits selon les spectacles)

<http://www.quartierdete.com/prog.php>

•Promenades

Paris compte plus de quatre cent parcs, jardins et promenades auxquels il faut ajouter une centaine de jardins décoratifs, et enfin, deux immenses bois couvrants plus de milles sept cent hectares à eux deux.

L'été est la saison idéale pour les découvrir. Pour vous y aider, plusieurs sites existent, à commencer par celui de la [ville de Paris](#), mais aussi des [sites](#) construits par des promeneurs potentiels. A tester.

•Visites, ateliers

Visite du Jardin des papillons et participation à l'entretien de ses élevages. Activité bricolage "surprise" en fin de séance. à partir de 6 ans. Tous publics- Gratuit.

Tous les jeudis de 10h30 à 12h30.

métro : Château de Vincennes – bus 112

Lieu(x): Jardin des papillons – Pavillon 5 - Parc Floral de Paris (bois de Vincennes) - 12e -

Date: Du 09 juillet 2009 au 30 juillet 2009

Les parisiens sont par ailleurs invités à participer à l'étude "Papitrane" destinée à mieux comprendre le parcours des papillons en zone urbaine.

Toute information sur le site de la [mairie de Paris](#).

La Newsletter du Centre des Matériaux

Mines Paristech - Centre des Matériaux P.M. FOURT
ARMINES - UMR CNRS 7633
B.P. 87
91003 Evry cedex

Téléphone : (+ 33) 1 60 76 31 40

Télécopie : (+33) 1 60 76 31 50

Messagerie : francoise.di_rienzo@ensmp.fr

Equipe rédactionnelle

Rédacteur en Chef : *Françoise DI RIENZO*

Responsable de production : *Esteban BUSSO*

La Page du CdM...Le Point ! : *Odile ADAM, Sylvie LEMERCIER*

Les photographies : *Maria SIMOES-BETBEDER (sauf indication contraire)*

Comité de relecture : *Françoise DI RIENZO, Yves BIENVENU*

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

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

