



**Dans ce numéro :**

<i>Que faites-vous le 22 juin?</i>	1
<i>Repères d'actualités</i>	2
<i>Le recyclage du cuivre constitue un enjeu de premier ordre</i>	2
<i>Un exemple de thèse qui mène du CdM à la R&amp;D</i>	3
<i>Session du club ZEBULON</i>	3
<i>Le point du mois</i>	4
<i>Les bons plans de juin</i>	5

*Edito : le CdM, tremplin pour la R&D*

Les périodes de vacances scolaires et les week-end prolongés des mois d'avril et de mai ayant quelque peu ralenti les activités du Centre, l'équipe rédactionnelle du **CdM Tribune** les regroupe en un seul numéro. L'actualité internationale liée à la production de matériaux sera mise à l'honneur avec les 70 ans du nylon, le conflit d'actionariat entre deux géants de l'aluminium ou encore l'envolée du cours du cuivre.

Vous trouverez un article consacré aux perspectives de carrière professionnelle en Recherche et Développement après une thèse au Centre des Matériaux à travers l'exemple d'A. ZEGHADI. Son recrutement à EDF consécutif à une présentation à FIRTECH confirme l'importance des forums réunissant thésards et représentants des entreprises. Nous vous rappelons que le forum FIRTECH a lieu cette année à l'Ecole des Mines le 6

juillet et que de nombreux thésards vont y participer.

Avant de conclure par les rubriques habituelles du point du mois (deux derniers mois plus précisément) et des bons plans de juin, quelques mots à propos du Club ZEBULON vous permettront de trouver les bons contacts pour connaître un peu mieux ses activités.

Bonne lecture

Nicolas et Guillaume, pour le **CdM Tribune**

**Faits marquants**

- **06/04/07 :** Séminaires sur le dimensionnement des structures chaudes aéronautiques
- **27/04/07 :** Séminaire sur les matériaux, découpe et usinage
- **11/05/07 :** Soutenance de thèse de Olivier MARIO : « Etude du vieillissement des assemblages structuraux acier/aluminium »
- **29/05/07 :** Session du Club ZEBULON
- **01/06/07 :** Soutenance de thèse de Anne Sophie BILAT : « Estimation du risque de rupture fragile de soudures de pipelines en aciers à haut grade : caractérisation et modélisation »

*Que faites-vous le 22 juin?*

Oubliez votre séance de microscopie électronique, vos essais de traction ou vos calculs le temps d'une journée...

Traditionnellement, comme chaque année, le Centre des Matériaux s'offre un instant de répit, le temps d'un après-midi festif et de repas conviviaux. Les douze heures ont lieu cette année le 22 juin et permettent à l'ensemble du personnel et aux étudiants de partager un agréable moment. Vous n'aviez rien prévu ce jour-la? Nous avons une petite idée de l'endroit où vous serez...



Photos d'archives des 12h 2005

**Faits à venir au CdM**

- **20/06/07 :** Soutenance de thèse de Yann DUPLESSIS KERGO-MARD : « Etude expérimentale et numérique de la fissuration intralaminare et de l'initiation du délaminage de bord libre dans les structures stratifiées pseudo-tissées »
- **22/06/07 :** 12 heures du CdM
- **26/06/07 :** Soutenance de thèse de Melissa DELQUE : « Influence de la microstructure sur le comportement tribologique de dépôts composites projetés plasma »

**Contacts**

semteam@mat.ensmp.fr  
emploi@mat.ensmp.fr

## Repères d'actualités

### Les 70 ans du nylon

Dans les années 1930, la compagnie américaine DUPONT (*ndlr* : fondée en 1802 par E.I du Pont de Nemours, originaire de notre région) fabriquait déjà une fibre synthétique : le Néoprène. Or, cette fibre était trop difficile et trop chère à exporter. 7 ans plus tard, une équipe de chercheurs de l'entreprise, animée par Wallace Hume Carothers, trouva une fibre longue, mince et flexible pour la remplacer : le Nylon. Ce dernier mourut à peine

quelques semaines après sa découverte. Ce n'est qu'en 1938 que le Nylon fut homologué et commercialisé sous la forme Polyamide 6.6. Depuis, bien d'autres types ont été développés.

L'invention du Nylon marque le début d'une nouvelle ère, celle des fibres synthétiques avec lesquelles on peut fabriquer des matériaux extensibles. Le Nylon est

d'ailleurs la première fibre synthétique à rencontrer un succès commercial. Il sert à la confection des tapis, des cordages, des fils, des poils de brosse, des moulages etc ... Le Nylon possède une bonne résistance à l'usure et aux agents corrosifs ... mais pas encore aux ongles de nos dames, comme l'aurait pu chanter Julien CLERC.

**Sources :** F. VIVIER, d'après /Altitude/ n°11 Mars 2007 (groupe Altran) et Y. BIENVENU

### Rejet de l'OPA d'ALCOA sur ALCAN

Suite à l'Offre Public d'Achat hostile du géant américain de l'aluminium ALCOA sur ALCAN le 7 mai dernier, le conseil d'administration du géant canadien a recommandé aux actionnaires de rejeter l'offre le 22 mai. L'opération, qui s'élevait à 24,3 milliards d'euros devait ainsi permettre à la nouvelle entité de devenir le nouveau numéro un du secteur, devant le russe RUSAL (elle aurait représenté un

chiffre d'affaires cumulé d'environ 40 milliards d'euros par an).

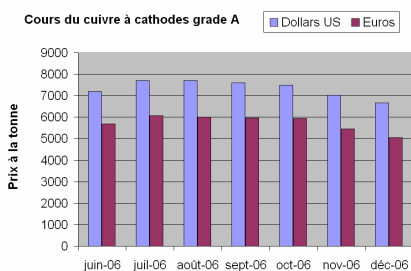
ALCAN est actuellement très présent en France suite au rachat de l'ex-groupe PECHINEY en 2003 : l'ensemble des salariés français et certains partenaires industriels tel que AIRBUS sont certes rassurés pour le moment de cet échec

mais d'autres négociations sont en cours avec d'autres puissances minières . Il est fort possible d'entrevoir un nouveau feuilleton type ARCELOR-MITTAL, qui avait finalement vu le sidérurgiste européen céder devant le leader mondial de l'acier en 2006.

**Sources :** Communiqué du site [www.alcan.com](http://www.alcan.com) Article du monde ([www.lemonde.fr](http://www.lemonde.fr))

## Le recyclage du cuivre constitue un enjeu de premier ordre

Au cours des derniers mois de l'année 2006, le cours des métaux s'est littéralement envolé. En raison d'une forte demande en provenance de l'Asie, le cuivre a par exemple atteint un nouveau record en franchissant le seuil de 7 000 dollars la tonne (graphe) avec un record à 7963 US\$ le 6 juin. Le nickel est, quant à lui, monté à plus de 20 000 dollars la tonne et le zinc à plus de 3 000 dollars la tonne. Cette envolée des prix des métaux souligne l'importance du recyclage.



Evolution du cours du cuivre fin 2006 (d'après [www.fedem.fr](http://www.fedem.fr))

Au niveau mondial, l'usage de cuivre a atteint 22,450 millions de tonnes à fin 2004, alors qu'il était inférieur à 10 millions de tonnes en 1970. La demande

mondiale de cuivre a progressé de 37 % sur les 10 dernières années, dont 5,4 % pour la seule année 2004. L'Europe est la première région utilisatrice de cuivre et représente 29 % de la demande mondiale, avec une progression de 14 % sur la période 1995-2005. Elle est toutefois concurrencée par la Chine, premier pays utilisateur de cuivre dans le monde depuis 2002. En 2005, la part de la Chine dans l'usage mondial de cuivre s'établissait ainsi à 22 %, contre 9 % dix ans plus tôt. L'an dernier la demande a progressé en Russie et en Turquie, ainsi que dans la plupart des pays candidats à l'adhésion à l'Union Européenne.

35 % des besoins mondiaux sont aujourd'hui assurés par le recyclage de déchets contenant du cuivre (robinetterie, appareils ménagers, matériel informatique et électronique...). Cette part atteint même 45% en Europe, selon International Copper Study Group (ICSG). Les raisons ? Ce métal de couleur rougeâtre est *recyclé et réutilisé facilement sans aucune perte de qualité ni de performance*, explique le centre

d'information du cuivre. Il n'existe en effet aucune différence entre le métal recyclé et le métal issu de l'extraction minière.

Outre l'avantage de ce recyclage à l'infini qui permet de préserver les matières premières et la réduction des déchets, l'European Copper Institute explique que son utilisation permet une économie d'énergie *de 85%\* par rapport à l'extraction et la production primaire ce qui réduit d'autant l'émission de gaz à effets de serre*. Et d'ajouter que *l'augmentation des masses de cuivre dans ces équipements améliorerait non seulement leur potentiel de recyclage, mais les rendraient également plus performants, grâce à la remarquable conductibilité du cuivre*.

Pour en savoir plus sur les alliages de cuivre à haute résistance mécanique et faible résistivité, assistez à la soutenance de thèse de Valérie LEBRETON (prévues fin juin).

**Sources :** [www.actu-environnement.com](http://www.actu-environnement.com) (juin 2006) [www.fedem.fr](http://www.fedem.fr) (juin 2007)

## Un exemple de thèse qui mène du CdM à la R&D

Dans son numéro de mars dernier, le magazine « VIVRE EDF » a réservé un de ces articles au parcours d'Asmahana ZEGHADI (photo), ancienne thésarde du Centre des Matériaux. Nous tenions à reproduire quelques extraits de cet article, afin de mettre en avant les rôles qu'ont tenu sa thèse et son passage au Centre sur ces choix de carrière professionnelle.



Asmahana (photo EDF Médiathèque)

Le 8 décembre 2005, Asmahana a soutenu avec succès sa thèse portant sur « l'effet

des gradients de déformation sur le comportement mécanique d'agrégats polycristallins ». A peine une semaine plus tard, « elle arrive sur le site du centre de recherche EDF R&D des Renardières, à Moret-sur-Loing (Seine-et-Marne), en tant qu'ingénieur de recherche spécialisée en Mécanique ». Avant cette étape importante de sa vie professionnelle, elle avait envisagé le choix de faire une thèse après un DEA à Paris VI mais c'est une rencontre avec le monde de l'industrie qui l'a finalement décidée : « Ce qui la séduit alors, c'est de pouvoir préparer la thèse avec un industriel, en l'occurrence le sidérurgiste Arcelor. [...] Elle prend conscience que la recherche dans l'industrie a un coté plus pratique et ça l'intéresse ».

Comment a-t-elle trouvé rapidement le poste qui lui plaisait? Très simple : « C'est à l'issue du forum FIRTECH (1) [...] où elle présente ses travaux de thèse, qu'un chercheur des Renardières transmet son

CV ». Le recrutement s'est fait quelques entretiens plus tard et son sujet de thèse au Centre des Matériaux convenait parfaitement au profil du poste d'ingénieur chercheur en calcul de microstructures : « Aujourd'hui elle étudie le comportement mécanique et les phénomènes d'endommagement des aciers de cuves et du béton des enceintes (ndlr : de centrales nucléaires) ».

L'exemple d'Asmahana nous renseigne sur deux points : le profil des doctorants au Centre des Matériaux convient aux besoins des centres R&D de l'industrie et la participation aux forums spécialisés est gage de rencontres déterminantes dans l'évolution des carrières professionnelles.

**Source :** D'après G. OMER, « VIVRE EDF », mars 2007

(1) informations concernant FIRTECH dans le numéro de mars 2007 du *CdM Tribune*

## Session du Club ZEBULON

Mardi 29 mai a eu lieu la 37<sup>ème</sup> réunion du Club ZéBuLoN.

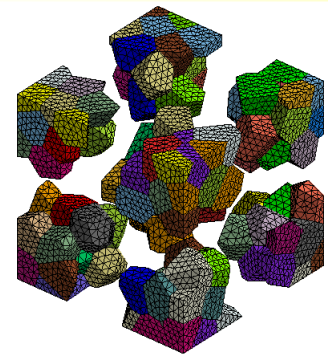


Alternant les exposés formels et les séances sur stations de travail, ce Club, dont la création remonte à octobre 1989, est un espace réservé aux utilisateurs du code de calcul par éléments finis, ZéBuLoN, développé au Centre des Matériaux depuis plus de 25 ans maintenant. Nous avons l'honneur d'y compter, par exemple, messieurs ROUSSELIER, CHABOCHE, CAILLETAUD. Les développeurs y présentent les nouveautés et leurs champs d'application. Les utilisateurs y exposent leurs travaux et posent des questions. La dernière réunion a ainsi proposé plusieurs exposés autour des modélisations des contacts (fretting, indentation, frettage,

roulage) et des calculs de tenue en fatigue pour des pièces industrielles.

Il est possible de consulter les synthèses des dernières réunions sur le site <http://www.mat.ensmp.fr/Produits/LeCLuB/>. La diversité des sujets traités balaye les différents domaines de compétence du code : comportements matériaux de tous genres, hyper-élasticité, monocristal, polycristaux, traitements thermiques, changement de phase, endommagement, rupture, calcul parallèle, grenailage, matériaux hétérogènes ... Pour exemple, la figure ci-contre illustre la simulation de la structure d'un acier à l'échelle submillimétrique, montrant les contraintes mécaniques locales qui se développent en raison des incompatibilités de déformation entre ses éléments constitutifs.

La prochaine session est programmée au **15 janvier 2008**. Elle aura pour thème les polymères, avec la participation de M. Parks (MIT), présent au Centre des Matériaux toute l'année 2008.



Modélisation à l'échelle submillimétrique de la structure d'un acier

En alternance avec les séances bi-annuelles du Club ZéBuLoN, une gazette détaillant exemples, notices, articles ou thèses relatifs au code et à son usage est consultable sur le site <http://www.mat.ensmp.fr/Produits/LaGaZeTTe/>.

**Source :** F. DI RIENZO, correspondante du Club ZéBuLoN (francoise.di\_rienzo@ensmp.fr)

## Le CdM qui bouge - Revues, Séminaires, Congrès ... le Point !

### Revue à comité de lecture

- CANTOURNET Sabine, BOYCE M.C., TSOU A.H., Micromechanics and macromechanics of carbon nanotube-enhanced elastomers, *Journal of the mechanics and physics of solids*, 2007, 55, 1321-1339
- BEN HADJ HAMOUDA Hedi, LAIARINANDRASANA Lucien, PIQUES Roland, Fracture mechanics global approach concepts applied to creep slow crack growth in a medium density polyethylene (MDPE), *Engineering fracture mechanics*, 2007, 74, 2187-2204
- BERTRAM A., FOREST Samuel, Mechanics based on an objective power functional, *Technische mechanik*, 2007, 27, 1-17
- BEN HADJ HAMOUDA Hedi, LAIARINANDRASANA Lucien, PIQUES Roland, Viscoplastic behaviour of a medium density polyethylene (MDPE) : constitutive equations based on double nonlinear deformation model, *International journal of plasticity*, 2007, 23, 1307-1327

### Séminaires

- Le 6 Avril 2007 :  
« **DIMENSIONNEMENT DES STRUCTURES CHAUDES AERONAUTIQUES : APPLICATION AUX AUBES DE TURBINE** ».  
«**Introduction** », Luc REMY, Centre des Matériaux de l'Ecole des Mines de Paris, Evry.  
« **Conséquences de l'introduction des barrières thermiques sur la fabrication industrielle des aubes de turbine des turboréacteurs** », Christophe COURCIER, Centre des Matériaux de l'Ecole des Mines de Paris, Evry.  
« **Le dimensionnement des aubes de turbine – Cas des aubes de turbine pour hélicoptères** », Elisabeth OSTOJA-KUCYNSKY, Turboméca, Groupe SAFRAN.
- Le 27 Avril 2007 :  
« **MATERIAUX, DECOUPE ET USINAGE** ».  
« **Introduction** », André PINEAU, Centre des Matériaux de l'Ecole des Mines de Paris, Evry.  
« **Développement des aciers THR pour l'automobile** », Thierry STUREL, Arcelor Research.  
« **Etude de l'endommagement des aciers Dual Phase au cours de la découpe à la cisaille** », Alexandre DALLOZ, Centre des Matériaux de l'Ecole des Mines de Paris, Evry.  
« **Etude physique des procédés de découpe par localisation de cisaillement** », Martin GALLEGILLO, Centre des Matériaux de l'Ecole des Mines de Paris, Evry.

### Congrès

- Du 23 au 24 mai 2007 : Participation de André PINEAU aux 26<sup>èmes</sup> Journées de Printemps de la SF2M, Paris.
- Du 19 au 25 mai 2007 : Participation de Régine MOLINS, Marion CHIEUX, Georges CAILLETAUD, Ammar KAIS, à PlastOx-2007 Mécanismes et Mécanique des Interactions Plasticité – Environnement Oxydation, corrosion, Hydrogène, Argelès-Sur-Mer.
- Du 21 au 25 mai 2007 : Participation de Samuel FOREST, Mathieu MAZIERE et Nikolay OSIPOV, au 8<sup>ème</sup> Colloque National en Calcul des structures, Giens
- Du 30 au 31 mai 2007 : Participation de Kamel MADI aux Journées Annuelles de la SF2M, à Saint Etienne

Contact Séminaires CdM  
semteam@mat.ensmp.fr

## Les Sorties du Mois

### Musique

*D'elles*, Céline Dion  
*Psychostar world*, Kamini  
*T'as vu*, Fatal Bazooka  
*Live in concert 2006*, Barbra Streisand  
*Double best of*, Rock Voisine  
*Je deviens moi*, Grégory Lemarchal  
*Hey Eugene*, Pink Martini

### Littérature

*Echo park*, Michael Connelly  
*La femme du Vème*, Douglas Kennedy  
*La sorcière de Portobello*, Paolo Coelho  
*Les enfants de la liberté*, Marc Levy  
*Petit cours d'auto défense intellectuelle*, Normand Baillargeon  
*L'élégance du hérisson*, Muriel Barbery

### Cinéma

*88 minutes*, de Jon Avnet avec Al Pacino et Alicia Witt, thriller, sortie le 30 mai 2007;  
*Une vieille maîtresse*, de Catherine Breillat avec Asia Argento et Fu'ad Ait Aattou, drame, sortie le 30 mai 2007 ;  
*U.V.*, de Gilles Paquet-Brenner avec Jacques Dutronc et Marthe Keller, thriller, sortie le 30 mai 2007;  
*Voisin contre voisin*, de John Whitesell avec Matthew Broderick et Danny DeVito, comédie, sortie le 30 mai 2007  
*Black Snake Moan*, de Craig Brewer avec Samuel L. Jackson et Christina Ricci, comédie dramatique, sortie le 30 mai 2007 ;  
*Le Monde, la chair et le diable*, de Randal MacDougall avec Harry Belafonte et Inger Stevens, Science fiction, sortie le 30 mai 2007.  
*Antonio Vivaldi, un prince à Venise*, de Jean-Louis Guillermou avec Stefano Dionisi et Michel Serrault, Musical, sortie le 30 mai 2007.

## Les Bons Plans du Mois

### • Expositions culturelles

#### **EXPO NANO, la technologie prend une nouvelle dimension**

Cité des Sciences et de l'industrie de Paris, du 20 mars au 2 septembre 2007,

[www.cite-sciences.fr/francais/ala\\_cite/expositions/nanotechnologies/](http://www.cite-sciences.fr/francais/ala_cite/expositions/nanotechnologies/)

#### **Salon Européen de la recherche & de l'innovation**

Le Salon Européen de la recherche & de l'innovation réunit pendant trois jours tous les acteurs du monde scientifique (grandes entreprises, laboratoires et organismes de recherche publics et privés, industriels, universités et grandes écoles, PME innovantes) tous

secteurs confondus et rassemble de nombreux visiteurs professionnels, chercheurs, communauté scientifique mais aussi le grand public, passionné de sciences, les étudiants... C'est l'événement R&D de l'année.

Du 7 au 9 juin 2007 à Paris Expo (Paris 15e), Porte de Versailles

<http://www.salondelarecherche.com>

#### **INDIA : Nek Chand & Jivya Soma Mashe**

Halle Saint-Pierre du 19 mars 2007 au 26 août 2007—Art Brut-Art singulier

Nek Chand, né en 1924, et Jivya Soma Mashe, né en 1934, sont deux artistes indiens parmi les plus renommés et les plus représentatifs dans leur genre.

Leurs œuvres inscrivent l'art dans le paysage. La marche et le mouvement y sont omniprésents. Une confrontation entre leurs œuvres est une première. Quelques autres œuvres d'art tribal et d'art populaire indiens viennent ponctuer l'ensemble de l'exposition

### • Festival

#### **Festival « Les couleurs du Jazz », 8<sup>ème</sup> édition**

A vouloir accorder jazz et populaire, le festival de Corbeil-Essonnes fait figure d'ovni. Une occasion rêvée d'interroger différents intervenants sur ce qu'ils pensent de cette union.

Du 1<sup>er</sup> au 24 juin 2007 à Corbeil-Essonnes

<http://www.lescoursdujazz.com/>

## La Newsletter du Centre des Matériaux

ENSMP - Centre des Matériaux P.M. FOURT  
Armines - UMR CNRS 7633  
B.P. 87  
91003 Evry cedex

Téléphone : (+ 33) 1 60 76 30 42 ou 30 19  
Télécopie : (+33) 1 60 76 31 50  
Messagerie : [nicolas.revest@ensmp.fr](mailto:nicolas.revest@ensmp.fr)  
[guillaume.huchet@ensmp.fr](mailto:guillaume.huchet@ensmp.fr)

### Equipe rédactionnelle



Rédacteurs en Chef : *Nicolas REVEST, Guillaume HUCHET*

Responsable de production : *Esteban BUSSO*

La Page du CdM...Le Point ! : *Odile ADAM, Sarojinee BONNEVILLE, Martine DADCI, Sylvie LEMERCIER, Isabelle OLZENSKI*

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>