



ÉDITORIAL

AMAC Bilan 2004 Rapport moral et financier



Les composites dans l'automobile

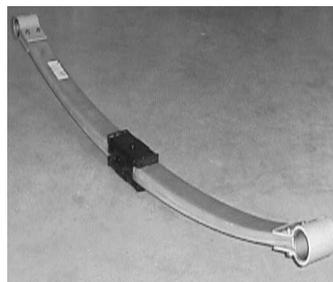
Par Pierre Lory, Direction de l'Ingénierie des Matériaux,
Renault Technocentre

La première utilisation chez Renault d'un matériau composite date de 1973 avec le bouclier en SMC de la R5. A l'époque ce matériau a permis aux designers de Renault d'innover en substituant au traditionnel pare-chocs en tôle emboutie chromée des pièces de protection plus volumineuses vite appelées boucliers. Le concept du bouclier a été reconduit depuis sur la totalité des modèles et a été adopté par la quasi-totalité des constructeurs.

Les beaux jours du SMC ont cessé avec la phase III de la Renault 25. Le bouclier était petit à petit intégré à la carrosserie et devait répondre aux exigences d'aspect de celle-ci, ce que à l'époque le SMC ne pouvait prétendre. De nouveaux concepts de boucliers sont apparus faisant appel à des peaux en thermo-plastiques injectés.

Le seul cas d'exception est l'Espace dont les générations II et III étaient équipées de carrosseries entièrement en SMC, ceci jusqu'en 2002 (la première génération d'Espace était elle dotée d'une carrosserie en RTM polyester). Une autre expérience intéressante de Renault dans l'utilisation des composites est la lame de

suspension en fibres de verre longues et résine époxyde du Trafic qui a permis de réaliser un gain de poids important sur la fonction et une amélioration très sensible de la tenue en fatigue de la pièce.



Alors qu'on pensait voir disparaître les composites de l'automobile, ils suscitent depuis quelques années un regain d'intérêt de la part des constructeurs qui voient dans ces matériaux des possibilités de réponses à leurs contraintes. Ces contraintes sont imposées par les réglementations des pouvoirs publics, le contexte concurrentiel fort, et par les attentes des clients.

La réduction des émissions sonores

En trente ans, la réglementation a imposé une réduction des émissions sonores de 10 dB. Il est fort probable que la norme va aller en se durcissant dans le futur. Ainsi du fait de leurs propriétés amortissantes élevées les composites à matrice organique sont utilisés soit en substitution des métalliques

sur certaines pièces telles que couvre culasses, collecteur d'admission, soit lors de la création de nouvelles fonctions comme le carénage sous moteur servant d'écran acoustique.

La réduction des émissions de CO2

La réglementation européenne prévoit qu'à partir de 2008 les véhicules automobiles ne devront pas émettre plus de 140g de CO2 par km. Plusieurs voies possibles sont explorées pour arriver à ce résultat, l'une étant bien évidemment l'allègement des véhicules. Du fait de leurs faibles densités comparées à celles des métaux, les composites à matrices organiques deviennent des compétiteurs sérieux. Le plancher arrière de Mégane II réalisé en SMC a permis un gain de poids sur la pièce de 35% par rapport à la solution classique en acier.



La réduction des coûts vue du constructeur

Le contexte actuel de forte concurrence oblige les constructeurs à réduire les délais de renouvellement de leurs produits, à accroître le nombre de versions par gamme et ceci tout en rédui-

sant leurs coûts de fabrication. Cette tendance entraîne le renouvellement des outillages, donc des investissements, plus fréquents que par le passé, ainsi qu'une diminution du volume de production par version. Là encore les composites ont un rôle à jouer puisqu'ils nécessitent des investissements réduits pour les outillages par rapport à ceux exigés pour les matériaux métalliques. En effet, dans le cas de formes complexes, là où plusieurs outils d'emboutissage seront mis en œuvre pour mettre en forme de la tôle, un seul suffit pour le composite. Là où pour réaliser une structure en tôle il faut assembler plusieurs pièces, donc des coûts d'outillages et des opérations d'assemblage, les composites du fait des possibilités d'intégrer des fonctions lors de la mise en forme sont susceptibles de générer des économies.

La réduction des coûts vue du client

Le client recherche en général un véhicule à faible coût d'usage. Ce coût d'usage est constitué par le coût d'achat, d'entretien, d'assurance et du carburant. Pour réduire le premier poste, à iso-prestations, le constructeur doit obligatoirement réduire ses coûts de fabrication. La réduction du dernier poste l'oblige à diminuer la consommation de ses véhicules. On est ramené aux problématiques déjà abordées

plus haut.
Les dégâts matériels couverts par les assurances sont en grande majorité occasionnés lors de chocs à faible vitesse, inférieure ou égale à 20km/h. Une des voies possible pour diminuer les coûts correspondants consiste à concevoir des panneaux de carrosserie souples supportant sans dommage les petits chocs. C'est ce qui a été fait chez Renault avec les ailes avant en thermoplastique sur l'ensemble de la gamme des véhicules particuliers, sauf Vel Satis pour laquelle elles sont en SMC.

De ce qui précède on comprend que la solution composite à matrice organique soit très sérieusement prise en compte lors de la conception des nouveaux produits. Mais qu'en est-il exactement aujourd'hui sur les véhicules qui sont dans la rue. En fait les composites sont présents dans tout le véhicule.
- Dans l'habitacle sous forme de système de chauffage, de plan-

che de bord, de poignée de maintien, de pédale d'embrayage, ...
- Dans un compartiment moteur sous forme de collecteur d'admission, biellette de reprise de couple, carénage sous moteur, boîtier de filtre à air, support de batterie, ...
- Dans la carrosserie sous forme d'ailes avant, de portes de coffre (Vel Satis, Laguna Estate, Espace IV), ...
- Dans la structure, encore timidement, sous forme de face avant technique, de partie de plancher, ...
Les composites employés sont

à matrices thermoplastiques et thermodurcissables, le renfort essentiellement utilisé est la fibre de verre courte ou longue, parfois la fibre végétale, les procédés de transformation mis en œuvre sont l'injection et la compression.

Conclusion

On peut affirmer que les matériaux composites à matrices organiques permettent aujourd'hui de satisfaire les évolutions technico-économiques souhaitées ou subies par le constructeur. Ces matériaux ont acquis une position incontournable dans plusieurs domaines

d'application tels que l'habitacle et le compartiment moteur, alors que la carrosserie et la structure restent pour eux des domaines de croissance potentiels, qui permettraient un allègement significatif des véhicules. Toutefois une utilisation plus importante des composites dans l'automobile nécessitera au préalable un accroissement de leur compétitivité qui passera par :
- le développement de technologies adaptées à la production en série, ceci tout particulièrement pour les matrices thermodurcissables,
- la maîtrise de la simulation de leur mise en œuvre, du dimensionnement et de leur comportement en dynamique (crash),
- le développement des technologies d'assemblage robustes pour une approche multimatériaux, l'ensemble de ces évolutions devant être accompagné par une profonde modification des processus d'étude et de conception, afin de réellement « penser composite. »



VIE DE L'ASSOCIATION



Bilan d'EUROMECH 453

« Internal Stresses in Polymer Composite Processing and Service Life »

Le colloque Euromech 453 'Internal Stresses in Polymer Composite Processing and Service Life', co-organisé par le département Mécanique et Matériaux de l'école nationale supérieure des mines de Saint-Étienne et le département 'Materials and Production Engineering' de l'université Federico II de Naples, a réuni 60 scientifiques de 11 nationalités différentes du 1 au 3 décembre 2003 à Saint-Étienne. Il a notamment reçu le soutien financier des régions Rhône-Alpes, Campanie (Italie), du Conseil Général de la Loire, de la DGA et de deux grandes entreprises industrielles : EADS et HEXCEL FABRICS. Il est patronné par plusieurs associations scientifiques, dont l'ESCM, l'AFM et l'AMAC.

L'objectif était de réunir des scientifiques du champ de la mécanique et de la physico-chimie des composites et des polymères pour établir un état

de l'art de la caractérisation et de la modélisation des contraintes résiduelles de fabrication et de service de composites à matrice polymère ; qu'il s'agisse de thermoplastiques ou thermodurcissables. Le croisement souhaité avec les préoccupations industrielles doit permettre de dégager des axes de recherche à court et moyen terme. L'ensemble des contributions a été rassemblé dans les comptes-rendus remis aux participants dès l'ouverture du colloque. Une sélection d'articles sera publiée courant 2004 dans la revue Composites Part A 'Applied Science and Manufacturing'.

34 contributions orales, dont 6 conférences, ont été présentées au cours de 5 sessions :

1. contraintes résiduelles de fabrication ;
2. contraintes résiduelles et propriétés mécaniques ;
3. modélisation des phénomènes couplés (couplage physico-

- chimique / mécanique) ;
4. les contraintes hygrothermiques dans les composites ;
 5. analyse des contraintes internes et effets mécaniques.
- Les conférences invitées avaient pour but d'introduire les sessions ou d'ouvrir de nouvelles perspectives :
- Mechanisms generating residual stresses and distortion during manufacture of polymer matrix composite structures (M. Wisnom, K.D. Potter, U.K.)
 - Internal strain measurements in polymer composites using FBG sensors, merits and limitations (J. Botsis, Suisse) ;
 - Stress effects on mass transport in polymer matrices (F. Doghieri, G.C. Sarti, R.G. Carbonell, Italie) ;
 - Anomalous fluid sorption in polymeric composites and its relation to fluid-induced damage (J. Weitsman, États-Unis) ;
 - Recent advances in the mechanics of carbon nanotubes and their composites

- (D. Wagner, Israël).
- Design and manufacturing of new composite parts and concluding remarks (P. Henrat, Hexcel Fabrics, France).
- La session 1 comporte 5 présentations introduites par la conférence de M. WISNOM. Elle porte sur la problématique globale des contraintes résiduelles dans les composites. Les contributions concernent aussi bien la caractérisation expérimentale de phénomènes tels que l'ondulation des fibres de renfort pendant la vitrification, que la création d'outils de modélisation ou l'optimisation de procédés (cuisson intelligente). Les mécanismes à l'origine des contraintes internes sont multiples, en particulier le retrait chimique entre la gélification et la vitrification et le comportement thermoélastique, et interviennent différemment selon les géométries des structures. Le spring-in trouverait notamment son origine principale dans le retrait chimique tandis que le phénomène prédo-

minant concernant les plaques couplées serait les propriétés thermoélastiques. L'interaction outillage/pièce composite peut générer des contraintes internes dès la gélification. Les modèles thermorhéologiquement simples paraissent suffisamment maîtrisés à l'échelle mésoscopique pour entreprendre la simulation numérique de l'ensemble des phénomènes lors de la fabrication de géométries complexes, l'échelle micro est moins bien maîtrisée et la prévision des propriétés micromécaniques reste difficile. La mesure de la perméabilité transverse de nappes de renfort assemblées par couture soulève enfin des difficultés nouvelles, par rapport à la caractérisation des tissus, liées à la présence des coutures.

La session 2 rassemble 7 papiers, dont une conférence invitée introductive sur l'application des fibres optiques à la mesure in-situ des contraintes internes dans les composites (J. BOTSIS). Les fibres optiques à réseau de Bragg conduisent à des résultats fiables à condition d'être utilisées dans le cadre de modèles opto-mécaniques bien fondés. Le caractère intrusif des fibres est pris en compte par un modèle mécanique et les contraintes résiduelles calculées par une approche inverse. L'identification de l'hétérogénéité des déformations le long du réseau est menée (Optical Low Coherence Reflectometry, OLCR), par suite l'analyse de champs hétérogènes dus au retrait peut être abordée. La méthode du trou incrémental est particulièrement prometteuse car permettant la caractérisation locale du gradient de contraintes selon l'épaisseur des stratifiés, les conditions expérimentales demandent à être consolidées. Les trois derniers papiers portent sur l'étude de pièces en composites : analyse mécanique raffinée de joints entre plis, évaluation expérimentale des contraintes résiduelles dans des structures sandwichs nautiques et effet de la qualité de perçage de trous sur la tenue en fatigue de plaques trouées en compression uniaxiale. Il ressort notamment que la caractérisation de pièces industrielles pour la construction nautique est difficile du fait de la méconnaissance 'matériau' et que la quantification du dommage dû à l'usinage de

surfaces de composites reste un problème ouvert.

La troisième session concerne spécifiquement le couplage entre les paramètres physico-chimiques et mécaniques. Elle comporte 7 présentations et est introduite par une conférence invitée sur le couplage entre la diffusion et les contraintes internes dans les polymères (F. DOGHIERI). L'objectif est d'établir une liaison forte entre les approches physico-chimiques et mécaniques pour la mise sur pied de modèles mieux maîtrisés. La prise en compte de mécanismes de diffusion et de relaxation est indispensable à la compréhension de l'évolution de la diffusivité apparente avec les conditions mécaniques. Le couplage des modèles thermoélastique et physico-chimique conduit in fine à une prévision fiable de la relaxation structurale et des contraintes internes de cylindres en régime transitoire (modèle élastique) et de bilames Al-polymère (modèle thermorhéologiquement simple). La mesure expérimentale des contraintes résiduelles isotropes lors de la réticulation de polymères thermodurcissables peut être effectuée à partir de l'analyse de la déformée de récipients sphériques ou cylindriques hermétiques. Une estimation expérimentale et théorique des déformations résiduelles dans une éprouvette de résine pure en régime instationnaire met en œuvre des fibres optiques à réseau de Bragg. L'étude de la réticulation de stratifiés par analyse thermomécanique permet de séparer les effets du retrait chimique, après le début de la vitrification, et du retrait purement thermique, lors du refroidissement. Le cadre général de la modélisation thermomécanique des polymères, prenant en compte le couplage thermique et diffusionnel, est développé.

La session 4 poursuit l'étude des couplages physico-chimique et mécanique à propos de la prise en compte de l'humidité sur l'état de contraintes internes. Elle comprend 8 papiers. La conférence invitée de

J. WEITSMAN permet d'emblée d'appréhender la complexité de la problématique : écart à la loi de Fick apparente, d'où la nécessité de prendre en compte la relaxation du polymère en

présence d'eau, et lien avec l'endommagement surfacique (microfissuration). La question de l'identification de l'endommagement et des phénomènes de capillarité induits au cours de cycles d'absorption et de désorption reste ouverte.

L'évaluation des contraintes internes à l'aide de plaques minces carrées du type [0,90] a été renouvelée grâce à une modélisation en grandes déformations et l'utilisation d'une méthode optique de champ (déflectométrie), une bifurcation surface anticlastique - cylindrique originale est étudiée. L'influence des contraintes internes sur l'identification par méthode inverse de l'ensemble des paramètres de comportement cylindres stratifiés élasto-plastiques endommageables est analysée, cette influence se traduit par une décroissance des seuils de plasticité et d'endommagement avec le niveau de contrainte. Les autres contributions s'intéressent principalement à l'évolution des propriétés des matériaux avec la concentration en eau et l'histoire mécanique éventuelle (évolutions cycliques de l'humidité relative et de la température). Une contribution originale

La dernière session rassemble 7 contributions, dont 2 conférences invitées. Ces deux conférences avaient pour objectif d'ouvrir le débat sur la mise en œuvre des nanotubes, notamment en tant que capteurs in-situ, d'une part et sur les besoins industriels d'autre part en matière de prévision de réalisation de pièces complexes et de comportement. L'intégration des nanotubes de carbone (D. WAGNER) en tant qu'éléments de renfort de polymères et de capteurs in-situ est en cours et la mesure locale des contraintes, à l'échelle du micromètre devient accessible (étude des effets d'extrémité de fibres de renfort par exemple). La spectrométrie Raman se révèle bien adaptée au suivi in-situ des contraintes internes dans les fibres de carbone même de faible cristallinité. La modélisation de l'effet de la plasticité de la résine sur la genèse des micro-contraintes internes, c'est-à-dire à l'échelle de la fibre, permet de rendre compte de l'évolution des propriétés transverses en fonction de l'histoire thermique. La compréhension de l'évolution du comportement mécanique de

stratifiés sous chargements thermiques cycliques, dans une très large plage de température (-50 ; +180°C) et sous atmosphères inerte ou oxydante justifie le développement d'un modèle couplé de thermo-oxydation du polymère.

La demande croissante du secteur aéronautique en pièces de structures complexes (grandes dimensions, épaisseurs importantes...) implique le progrès constant des procédés et semi-produits (P. HENRAT), le suivi continu des phases d'élaboration et de fabrication des pièces est un enjeu essentiel permettant à la fois d'améliorer les performances et de réduire les coûts. L'étude de la stabilité dimensionnelle de circuits imprimés multicouches au cours de leur fabrication souligne la nécessité de développer des modèles multiéchelles rendant compte des phénomènes aux différents niveaux de description.

Premières conclusions

- Avancées dans la compréhension des différentes phases de transformation et de leur conséquence sur la stabilité dimensionnelle des structures ;
- Il existe des capteurs et méthodes permettant de mesurer in-situ les propriétés physico-chimiques et mécaniques ; des modèles bien fondés sont indispensables ;
- La prévision thermomécanique est bien acquise pour les polymères purs ;
- La prévision des effets de l'humidité et de la température reste à développer.

Les questions spécifiques liées aux interfaces et critères de rupture macroscopique doivent être approfondies. Le rapprochement entre mécaniciens et physico-chimistes des polymères a débuté pour la prévision des contraintes internes dans les composites à matrice polymère. Un colloque, organisé en juin 2006 à Naples, devrait permettre d'apprécier le chemin parcouru. D'ici là, en raison de l'impact de la connaissance matériau sur la durabilité des structures, il serait opportun de structurer le thème.

Alain VAUTRIN,
Dépt. Mécanique & Matériaux
Ecole Nationale Supérieure
des Mines de St. Etienne

Les matériaux composites au Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique de Marseille

Par Christian Hochard, MCF au LMA et à l'Université de la Méditerranée

Depuis de nombreuses années au LMA, plusieurs études dans les trois Opérations de Recherche de «l'Axe Matériaux» concernent les matériaux composites. Ces études dans les trois O.R. sont brièvement présentées et les travaux sur la Surveillance des Endommagements dans les Composites Stratifiés Industriels à l'origine de la création d'une Equipe de Recherche Technologique sont détaillés.

Comportement des Matériaux et Structures Hétérogènes

Le thème fédérateur des travaux menés dans l'O.R. «Comportement des Matériaux et Structures Hétérogènes», dont le responsable est Jean-Claude Michel, est l'hétérogénéité et ses relations avec le comportement mécanique linéaire et non linéaire des matériaux et des structures. Un matériau pourra sans équivoque être considéré comme homogène à l'échelle d'une structure, pourtant, la compréhension et la modélisation de son comportement nécessite la prise en compte de son hétérogénéité. Les travaux dans cette O.R. sont, pour l'essentiel, théoriques (relevant en particulier de la théorie de l'homogénéisation, de formulation en grandes transformations ou de l'étude d'instabilités constitutives) et nécessitent des développements numériques (méthodes multi-échelles, transformée de Fourier, calcul parallèle).

Comportement des Elastomères

L'objectif général de l'O.R. «Comportement des Elastomères», dont le responsable est Adnane Boukamel, est la mise au point

d'outils théoriques et numériques permettant de décrire le comportement local et global de pièces complexes constituées d'élastomères. Une étude en cours vise à développer un modèle phénoménologique de comportement hyperviscoélastique - viscoplastique - endommageable, applicable à une classe d'élastomères chargés en faible proportion d'éléments d'addition. Ce modèle est physiquement motivé par des considérations microstructurales afin d'associer, à cette échelle, les phénomènes de décohésion particules/matrice, aux mécanismes macroscopiques d'endommagement et de plasticité. Une autre étude concerne la prévision des instabilités des structures lamifiées élastomère - métal.

Résistance et Surveillance des Composites Stratifiés

L'objectif général de l'O.R. «Résistance et Surveillance des Composites Stratifiés», dont le responsable est Christian Hochard, est de déterminer la résistance de structures réalisées en matériaux composites stratifiés carbone / époxy. La stratégie proposée est basée sur des choix de matériaux (plis tissés ou unidirectionnels, fibres haut module) qui conduisent à des calculs de structure plus simples. Par exemple, pour des stratifiés constitués de plis tissés, le comportement à rupture est moins complexe à modéliser (pas de direction transverse) que pour des plis unidirectionnels. Le choix du stratifié et du type de pli ne repose donc plus seulement sur des critères de performances mécaniques mais également sur des critères de simplicité de modélisation. Une

autre étude porte sur la mesure des endommagements par capteurs intégrés.

Surveillance des endommagements dans les composites stratifiés

Cette dernière O.R. a reçu le label d'Equipe de Recherche Technologique du Ministère de l'Education et la Recherche et l'existence de cette E.R.T. repose sur un partenariat entre le LMA, Eurocopter et l'Université de la Méditerranée. L'objectif de cette équipe est de réaliser un système de surveillance des endommagements dans les structures composites stratifiées. L'idée centrale est d'associer aux outils de mesure des endommagements des modèles de prévision de leur évolution. Les mesures ne sont pas suffisantes car elles ne permettent pas d'évaluer les risques associés à l'endommagement mesuré et, inversement, les modèles doivent être recalés par rapport aux incertitudes liées aux conditions aux limites et à la qualité même des modèles. Des transducteurs piézo-électriques sont utilisés pour effectuer différents types de mesure. Un premier candidat à l'installation de ce système de surveillance est une pale d'hélicoptère (voir figure 1 'Mesure endommagement pale hélicoptère'). La peau de la pale est composée d'un stratifié constitué de plis tissés orientés à 45° dans lesquels peut se développer un endommagement diffus sous l'action des efforts de service. Des modèles de comportement ont été définis et intégrés dans le code éléments finis ABAQUS (Sous-routine UMAT disponible sur demande C. Bordreuil, Finite element computation of

woven ply laminated composite structures up to rupture, Applied Composite Materials, 2004) et l'évolution de l'endommagement peut être déterminée à tout instant et en tout point de la structure (figure 2 'Plaque trouée en traction jusqu'à rupture'). Cet endommagement diffus peut être mesuré par une technique d'impédance électro-mécanique hautes fréquences (réalisée en collaboration avec le centre de caractérisation non destructive des matériaux du GEMPPM de l'INSA Lyon). L'augmentation du niveau d'endommagement conduit à une augmentation de la dissipation qui se traduit par une atténuation des modes d'épaisseur (figure 3 'Mesure impédance électromécanique'). Les défauts macroscopiques (rupture du stratifié et délaminage) qui apparaissent sur les bords de fuite de la pale sont mesurés par une technique d'impédance électromécanique moyennes fréquences pour les délaminages et par propagation d'ondes de Lamb pour les fissures. La prévision de leurs évolutions (propagation de fissures) est plus complexe et n'est pas étudiée pour l'instant. Deux membres de l'équipe ont récemment soutenu leur thèse : Christophe Bois en décembre 2003 (Modélisation et mesure des endommagements dans les composites stratifiés, Université de la Méditerranée) ; Juliette Payan en janvier 2004 (Etude du comportement de composites stratifiés sous chargements statique et de fatigue, (Université de la Méditerranée).

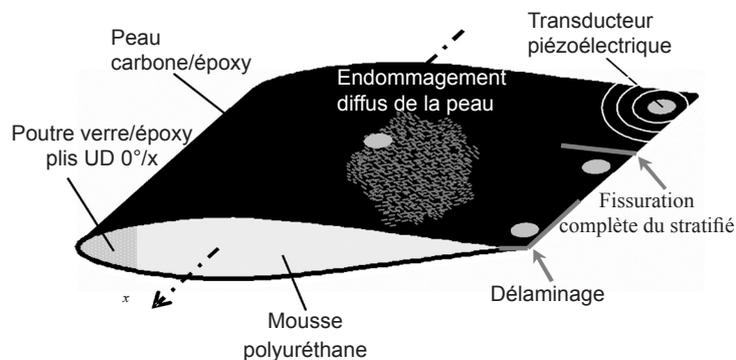


Figure 1 : Mesure endommagement pale hélicoptère

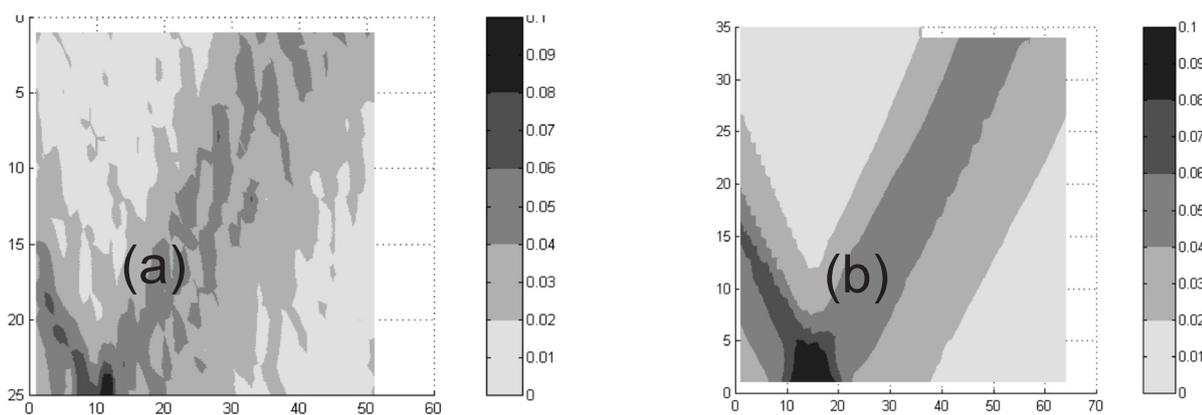
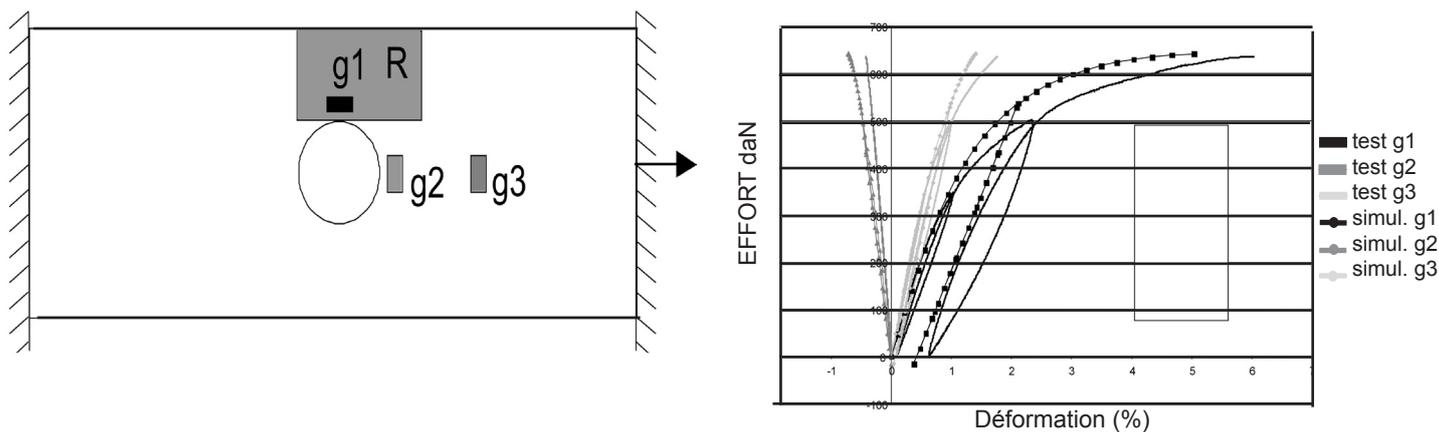


Figure 2 : Plaque trouée en traction jusqu'à rupture-Stratifié plis tissés à 45°- Carte de déformation(zone R) mesurée (a) et simulée (b).

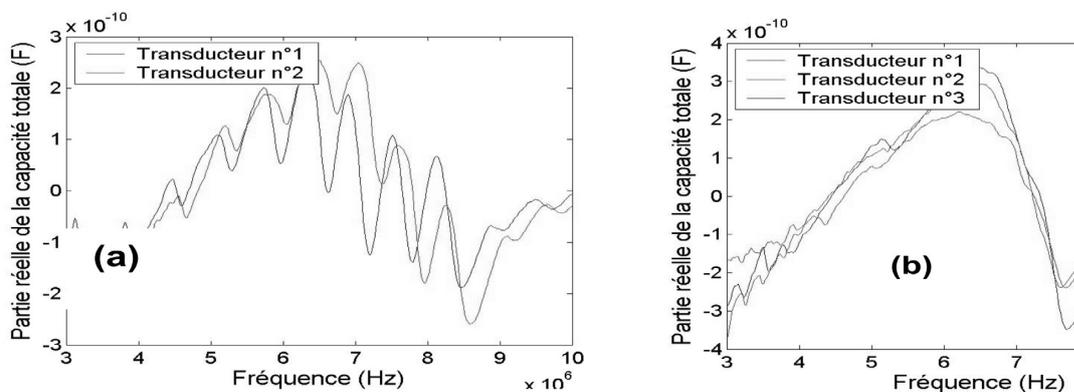


Figure 3 : Mesure impédance électromécanique augmentation de la dissipation avec l'endommagement (éprouvette saine (a) et endommagée (b)).

ICCM14 San Diego, 14-18 Juillet 2003 : Bilan

Depuis leur première édition en 1975 à Genève et Boston, 14 conférences internationales sur les matériaux composites se sont succédées sur un rythme biennal. La 14^{ème} édition (ICCM14) s'est tenue à San Diego, Californie, du 14 au 18 juillet 2003. Chaque demie journée a débuté par une conférence plénière (conférences de niveaux très disparates) et comportait ensuite jusqu'à 8 sessions en parallèle, ce qui au total fait 459 présentations orales et 54 posters.

Ces 513 présentations ont été découpées (parfois un peu trop finement) par les organisateurs en une trentaine de thématiques distinctes relevant soit de la nature du composite étudié, soit du problème scientifique traité ou encore du domaine d'application. On remarquera – à côté des thèmes classiques et très largement développés tels que la durabilité (plus de 40 présentations) ou encore l'endommagement (plus de 30 présentations) – la montée en puissance de nouveaux thèmes tels les nano-composites (plus de 30 présentations) ou les problématiques de fabrication (25 présentations). On notera également l'émergence de thèmes tels que les contraintes résiduelles, pour lesquelles des sessions spécifiques ont été organisées et les composites multi-fonctionnels (intégration de fonctions).

ICCM14 a regroupé des participants originaires de 31 pays couvrant le découpage du monde en trois régions de l'organisation ICCM (Amériques, Europe, Asie). Ceci conduit à un total de 579 participants, dont 24 français, soit à peine plus de 4% du nombre total de participants ou encore moins de 20% du nombre total de participants de la région Europe.

En ce qui concerne le niveau scientifique des présentations d'ICCM14, il est très difficile d'avoir un avis tranché tant il y avait de sessions en parallèle, sessions qui peuvent avoir pour l'auditeur plus ou moins d'intérêt. La meilleure manière de se faire un avis sur le niveau scientifique par thème d'ICCM14 est d'examiner les diverses présentations à travers la lecture des actes de ce congrès. Ces actes peuvent être commandés à l'adresse suivante : iccm14@sme.org ICCM-14 Staff, SME, CEPD Division, One SME Drive, PO Box 930, Dearborn, MI 48121, USA.

Philippe OLIVIER
Equipe PRO²COM
Laboratoire de Génie Mécanique de Toulouse

AGENDAMAC



Vous trouverez les éléments descriptifs de ces conférences directement sur leurs sites propres ou encore sur le site Internet de l'AMAC

Conférences organisées ou parrainées par l'AMAC

JST «Dialogue essais/calculs dans struct. hétérogènes»

Blois, 25-26 mars 2004

Contact :

N. Carrere (carrere@onera.fr ; 01.46.73.46.47)

M. Caliez (caliez@univ-tours.fr ; 02 54 55 84 11)

N.B. : la date de ces JST est encore à confirmer via la liste de diffusion e-mail de l'AMAC

IFAMST 2004

Troyes, 4-7 Juillet 2004

4th International Forum on Advanced Material Science and Tecnology

Contact : Site : <http://ims.julab.jp/>; mél : ifamst4@utt.fr

Christine Piffre, UTT, Dépt. Génie des Systèmes Mécaniques - Laboratoire des systèmes mécaniques & d'ingénierie simultanée, 12 rue Marie Curie, BP 2060 - 10010 Troyes CEDEX ; Tel : 03 25 71 56 51 ; Fax : 03 25 71 56 75.

HTCMC-5

Seattle, USA, 12-16 Septembre 2004

5th International Conference on High Temperature Ceramic Matrix Composites

Contact : Site : www.ceramics.org/htcmc5

Technical program coordinator - HTCMC-5

The American Ceramic Society ; P.O. Box 6136, Westerville, OH 43086-6136, USA

mél : mstoltz@acers.org

Fatigue of composite 3

Kyoto, Japon, 13-15 Septembre 2004

Contact :

Dr. K. Okubo ; mél : icfc3@jsms.jp ; fax : (81) 774-65-6802
site : <http://committee.jsms.jp/~compo/ICFC3-web.html>

CompTest 2004

Bristol, UK, 21-23 Septembre 2004

«CompTest» (Composites Testing and Model Identification).

Contact :

Pr. M.R. Wisnom, University of Bristol, Dept. of Aerospace Engineering, University walk, Bristol BS8 1TR, UK ;
mél : aero-comptest@bris.ac.uk ; site : www.aero.bris.ac.uk/comptest2004

Autres conférences

Buckling & postbuckling

Sheba, Israël, 1-2 mars 2004

Contact :

Pr. Haim Abramovich, Faculty of Aerospace engineering, Technion-I.I.T., 32000 Haifa, Israël.
mél : haim@aerodyne.technion.ac.il ; Site : www.posicoss.de/

Journées annuelles 2004 GFC

Bordeaux, 16-18 Mars 2004

Contact :

heintz@icmcb.u-bordeaux.fr ; christian.robinbrosse@sneema.fr
Site : www.gfc2004.u-bordeaux.fr

7th World Pultrusion conference

Amsterdam, Pays Bas, 25-26 Mars 2004

Contact :

EPTA, PO box 18, NL - 3830 AA Leusden, Hollande
Tel : (31) 33-4343500 ; Fax : (31) 33-4343501
mél : info@pultruders.com ; site : www.pultruders.com

ESAFORM 2004

Trondheim, Norvège, 28-30 avril 2004

Contact :

Astrid Bye ; e-mail : esaform04@adm.ntnu.no
Tel : +47 73 59 52 54 ; Fax: +47 73 59 51 50 ESAFORM 2004, NTNU videre, Pavilion A, Dragvoll, NO-7491 Trondheim, Norway
Site d'esaform : www.esaform.org

Composites processing 2004

Riga, Lettonie, 12-15 Mai 2004

Contact :

Composites Processing Association ; Ken L. Forsdyke. ; tel 01443 228867
Fax : 01443 239 083 ; mél : info@composite-proc-assoc.co.uk ; Site : www.composites-proc-assoc.co.uk

Duracosys 2004

Bromsgrove, UK, 23 Avril 2004

Contact :

Pr. A Cardon ou Mme Myriam Bourlau, Free University Brussels, VUB - MEMC (KB), Pleinlaan 2, B 1050 Bruxelles
Tel : (32) 2692922 ; mél : mbourlau@vub.ac.be

4° ACMBS-IV

Calgary, Canada, 20-23 Juillet 2004

4^e Conférence Internationale sur les Matériaux composites avancés pour ponts et structures.

Contact :

Department of Civil Engineering, University of Calgary.
[Anne Wilson - wilsona@ucalgary.ca](mailto:Anne.Wilson@ucalgary.ca) tel: 001 403 220 5820 ; fax: 001 403 282 7026

4^e Conférence Asie-Australie sur les matériaux composites «Textiles»

Contact :

ACCM4@aeromech.usyd.edu.au ;
site : www.camt.usyd.edu.au/accm4

TEXCOMP-7**Yonezawa, Japon, 9-11 Septembre 2004**

La 7^e conférence Internationale sur les Composites «Textiles».

Contact :

usjtex@ipc.kit.ac.jp

A noter aussi en parallèle de Texcomp7 : Du 9 au 11/09/2004 à Yonezawa, la 11^{ème} conférence américano-japonaise sur les composites (<http://gtlab.ise.osaka-sandai.ac.jp/US-Japan>). Egalement du 6 au 8 septembre 2004 à Yonezawa, le 5^{ème} workshop Canada-japon sur les composites (<http://gtlab.ise.osaka-sandai.ac.jp/Canada-Japan>).

L'AMAC n'a plus de secrétariat à**~~L'ENSAM - LM3 / AMAC~~**

~~151, boulevard de l'Hôpital, 75013 Paris
Tel : 01 44 24 63 41 ; Fax : 01 44 24 62 90
e-mail : secretariat.amac@paris.ensam.fr~~

Veillez dorénavant vous adresser aux membres suivants du CA :

Président : Jacques LAMON
LCTS, 3 Allée La Boétie, Domaine Universitaire, 33600 Pessac
Tel : 05 56 84 47 03 - Fax : 05 56 84 12 25
mél : lamon@lcts.u-bordeaux.fr

Secrétaire : Marie-Christine LAFARIE-FRENOT
ENSMA - LMPM UMR CNRS 6617, 1, av. Clément Ader, B.P. 40109,
86961 Chasseneuil Futuroscope CEDEX
Tel : 05 49 49 82 29 - Fax : 05 49 49 82 38
mél : lafarie@lmpm.ensma.fr

Pour les adhésions :

(le formulaire d'adhésion peut être téléchargé depuis le site WEB de l'AMAC)

Trésorier : Yves REMOND
IMFS UMR CNRS 7507, 2, rue Boussingault, 67000 Strasbourg
Tel : 03 90 24 29 18 - Fax : 03 88 61 43 00
mél : remond@imfs.u-strasbg.fr

Liste de diffusion aux adhérents de l'AMAC

Pour les annonces de soutenance de thèse, proposition de sujets de thèse...
envoyez un courrier électronique (sans fichier attaché) à : amac@enpc.fr

SITE WEB - AMAC

<http://www.amac-composites.asso.fr>
(formulaire d'adhésion téléchargeable)

AMACINFOS
Rédaction - Information

Philippe OLIVIER
PRO²COM - Laboratoire de Génie Mécanique de Toulouse
Dépt. GMP, IUT Paul Sabatier, 133 avenue de Ranguelil, 31077 Toulouse CEDEX 4
Tél : 05 62 25 88 36 ; Fax : 05 62 25 87 47 ; e-mail : Philippe.Olivier@gmp.iut-tlse3.fr

AMACINEOS
AMACINEOS
AMACINEOS
AMACINEOS
AMACINFOS