

Rapport moral pour le dernier exercice 2012-2014

par Jacques Lamon

Les années passent, et l'AMAC semble continuer à bien se porter si l'on en juge par rapport à plusieurs indicateurs comme le nombre d'adhérents, de participants aux Journées Nationales sur les Composites (JNC) et aux Journées Scientifiques et Technologiques (JST), ou encore le nombre de manifestations qu'elle organise ou auxquelles elle accorde son label.

L'AMAC remplit les missions qu'elle s'est données avec constance, essaie d'animer la recherche et apporte un lieu d'échange aux membres de la communauté des composites. On peut toujours se demander si elle ne pourrait pas faire plus, se donner d'autres missions et d'autres moyens d'action ? Pourrait-elle peser dans les orientations stratégiques de la recherche dans le domaine des matériaux composites ? On ne peut que constater que les sociétés savantes sont rarement consultées par les organes de décision.

L'AMAC fonctionne grâce à des bénévoles. Elle n'a donc ni la force ni la puissance d'une grosse organisation. Le fait d'être partenaire de sociétés telles que l'AFM (Association Française de Mécanique) peut augmenter son influence.

Le bilan de l'exercice montre que le nombre d'adhérents est stable : 300 les années impaires où se tiennent les Journées Nationales sur les Composites (JNC), et une centaine les années paires. L'adhésion pour deux années est désormais possible à défaut d'être recommandée. La situation financière est saine mais fortement liée au succès des JNC (et réciproquement).

Les 18^e Journées Nationales sur les Composites se sont déroulées à Nantes du 12 au 14 juin 2013 à l'Ecole Centrale. Le comité d'organisation local, placé sous la houlette d'Arnaud Poitou mérite tous nos remerciements pour le travail accompli. Les JNC18 ont rassemblé 250 participants. Les JNC demeurent le congrès de référence en France sur les matériaux composites. Elles permettent de dresser l'état de l'art des travaux de recherche. La prochaine édition, JNC19, aura lieu à Lyon, du 29 juin au 1er juillet 2015.

Le nombre total des Journées Scientifiques et Technologiques (JST) depuis la fondation de l'AMAC dépasse aujourd'hui 50. Trois ont été organisées pendant l'exercice, respectant le rythme annuel moyen :

- mai 2012, Usinage des Composites, Châtillon (41 participants).

- septembre 2012, Smart Materials, Laval (23 participants).

- novembre 2013, Assemblages Composites, Bordeaux (GST AFM).

Le contenu scientifique et technique des JNC et des JST est de qualité, et d'un niveau capable de rivaliser avec les congrès internationaux sur les composites. Le nombre de participants aux JNC est stable (environ 250), et le nombre de participants aux JST est satisfaisant (< 60). Mais on ne manquera pas de rappeler deux faiblesses endémiques : la proportion de communications industrielles est considérée comme insuffisante, et la communauté des physico-chimistes est faiblement représentée.

Des articles sélectionnés parmi les communications de la JST «Essais Non-Destructifs et durée de vie des composites» (Lyon, octobre 2011) ont fait l'objet d'un numéro spécial de la Revue des Composites et Matériaux Avancés, dont il est utile de signaler qu'elle est aujourd'hui indexée par Scopus.

Lors des JNC18, le Prix Daniel Valentin d'une valeur de 1 500 € a été remis aux lauréats des années 2011 (Karine

Charlet, IFMA) et 2012 (Arthur Lebée, Laboratoire Navier). Le prix 2013 qui a été attribué à Nahienne Hamila (INSA Lyon) lui sera remis lors des JNC19. Le prix du meilleur poster a été remis à trois laboratoires.

Parallèlement aux JNC et aux JST, l'AMAC continue à promouvoir et à accorder son label à des manifestations nationales ou internationales :

- GDR CNRS 3371 MIC (Mise en forme des Composites et Propriétés Induites).

- Groupe de travail Ecomatériaux, AMAC-MECAMAT, 30 juin 2011, Lyon.

- Ecole thématique : Transferts thermiques dans les composites, juin 2013, Nantes.

- Journées jeunes chercheurs en éco-composites, avril 2013, ISAT.

- Colloque National Mecamat, Mécanique des Matériaux Biosourcés, 20 - 24 janvier 2014, Aussois.

- Russian - French Symposium, 10 - 13 juillet 2012, Saint-Petersbourg.

- 13th Japanese European Symposium on Composite Materials, novembre 2013, Nantes.

• International Workshop on Testing and Modeling CMCs, 4 - 6 juin 2014, Cachan.

• Matériaux 2014, 24 - 28 novembre 2014, Montpellier.

• ICCM19, 28 juillet - 2 août 2013, Montréal.

• ECCM16, 22 - 26 juin 2014, Séville.

• ICCM20, 19 - 24 juillet 2015, Copenhague.

Les « Entretiens de l'AMAC » dont une première session s'est tenue à Cachan en mars 2013 sont des journées d'un autre type. Les cinq orateurs industriels et universitaires ont présenté une synthèse de leur domaine, répondant de façon brillante et utile à la question qui était posée : les Composites ont-ils un avenir ?

Ces entretiens devraient être suivis d'une longue série de façon à donner une vision stratégique régulière. On trou-

vera un compte rendu plus complet dans ce numéro.

L'AMAC entretient des relations avec plusieurs sociétés savantes. Elle est partenaire de l'AFM (Association Française de Mécanique). Elle est représentée au Conseil Scientifique. L'AFM compte 2 800 adhérents de 46 laboratoires et 21 sociétés industrielles.

L'AMAC anime le Groupe Scientifique et Technique (GST) sur la Mécanique des Matériaux Composites. A ce titre elle organise des JST communes avec l'AFM. L'AFM publie la Revue Mécanique et Industrie.

L'AMAC est membre de la Fédération Française des Matériaux, et à ce titre participe au comité de pilotage du congrès MATERIAUX 2014. Elle est représentée au conseil de ESCM (European Society of Composite Materials) par Christian Hochard, Philippe Olivier et moi-même.

Le projet UNIT conforte l'AMAC dans son rôle d'association savante à destination non seulement des ingénieurs et des chercheurs, mais aussi des enseignants. C'est en réponse à l'appel d'UNIT, université numérique, que le projet de l'AMAC a été retenu pour la diffusion numérique de supports sur les matériaux composites à destination des enseignants, quel que soit le niveau où cet enseignement se fait, construits par les meilleurs spécialistes, et donnant la matière première et les explications pour des cours, séances de TD, travaux pratiques, vidéos, etc.

Pour terminer je souhaite remercier très vivement les membres du conseil d'administration pendant cet exercice dont les noms sont ci-dessous, et les adhérents sans le soutien de qui, l'AMAC ne pourrait exister :

• Emmanuel Baranger (secrétaire),

• Philippe Boisse (vice-président),

Jean-François Caron (liste diffusion, trésorier adjoint),

• Nicolas Carrère,

• Michel Cataldi,

• Jacques Cinquin (vice-président),

• Frédéric Dau (JST),

• Nathalie Godin (site web),

• Laurent Guillaumat (secrétaire adjoint),

• Christian Hochard (trésorier),

• Jacques Lamon (vice-président, puis président de mars 2013 à mars 2014),

• Philippe Olivier (Amac Infos),

• Arnaud Poitou,

• Yves Rémond (président jusqu'en mars 2013),

• Frédéric Thiébault (Prix D. Valentin),

• Fabienne Touchard (annuaire).

Jacques Lamon,
président de l'AMAC
de mars 2013 à mars 2014

Le nouveau Conseil d'Administration 2014 - 2016

Les élections de ce début 2014 auxquelles les adhérents de l'AMAC ont participé massivement ont permis – le 27 mars 2014 – de désigner les 16 membres du nouveau conseil d'administration pour la période 2014-2016 :

Philippe BOISSE, LaMCoS, INSA Lyon, président de l'AMAC

Jacques LAMON, LMT, ENS Cachan, vice-président

Jacques CINQUIN, Airbus Group Innovation, vice-président

Michel CATALDI, Herakles Groupe Safran, vice-président

Christian HOCHARD, LMA, Université Marseille, trésorier

Frédéric THIEBAUD, Institut FEMTO-ST, Université Besançon, trésorier Adjoint et Prix Daniel Valentin

Emmanuel BARANGER, LMT, ENS Cachan, secrétaire

Laurent GUILLAUMAT, Arts & Métiers ParisTech, Angers, secrétaire adjoint

Jean-François CARON, Institut Navier, Champs sur Marne, liste de diffusion e-mail

Fabienne TOUCHARD, Institut P', Poitiers, annuaire de l'AMAC

Nathalie GODIN, MATEIS, Lyon, vie du site web de l'AMAC

Philippe OLIVIER, ICA, Université de Toulouse, édition d'AMAC INFOS

Frédéric DAU, I2M, ENSAM Bordeaux, coordination des JST

Nicolas BOYARD, LTN, Nantes, assistant coordination des JST

Nicolas FELD, PSA, assistant Edition AMAC INFOS

Cédric HUCHETTE, ONERA, Châtillon, assistant vie du site web de l'AMAC



Bilan financier AMAC 2013

par Christian Hochard

AMAC 2013				
DEPENSES	DEBIT	CREDIT	TOTAUX	REMARQUES
PUBLICITES - PUBLICATIONS			6 474,03	
Lavoisier : 300 ex Rcma JST2011 Lyon (Essai non destructifs)	4 500,63			
BL Communication : Bulletin Amac 30 (310 ex)	1 973,40			
RECEPTIONS			495,70	
Déjeuner Réunion CA 6/12/2013	159,40			
Restaurant Repas CA du 6/6/2013	153,70			
Restaurant Repas CA du 12/9/2013	182,60			
APPELS DE FONDS - AVANCES COLLOQUES			0,00	
ENTRETIENS DE L'Amac 19/3/2013			1 333,83	
Traiteur Entretien	1 089,36			
Pauses Entretien de l'Amac (19/3/2012)	158,36			
Promo Sciences : Temps passé	86,11			
JST Talence 18/11/2013			3 148,78	
JST Talence : Restaurant	1 375,00			
JST Talence : Pauses Café	76,99			
JST Talence : Location Salle Badiane	200,00			
Promo Sciences : Remb. Frais (Envois Factures JST)	119,00			
Promo Sciences : Temps passé	1 377,79			
JNC 2013 : 12-14/06/2013			67 684,24	
Jnc18 : Semitan : Achat cartes transport	1 936,00			
Jnc18 : Semitan : Achat cartes transport	264,00			
Prix Daniel Valentin 2012 : Karine CHARLET	1 500,00			
Prix Poster 2013 : xx	500,00			
Prix Daniel Valentin 2013 : A. LEBEE	1 500,00			
Jnc18 : Le Voyage à Nantes : Location salle pour diner	9 389,80			
Jnc18 : Traiteur Hebel : déjeuners, pauses, diner	39 880,50			
Jnc18 : Avenir communication : Sac Shopping cooton (250)	343,85			
Jnc18 : Avenir communication : Portfolio A5 (250)	1 704,30			
Jnc18 : Connivence : Impression Brochures Intervenant	2 386,02			
Jnc18 : Amexpo : Grilles Poster (32)	1 148,16			
Jnc18 : Incentive Europe : Clés USB (250)	1 415,70			chèque non encaissé
Promo Sciences : Remb. Frais (Envois Factures JNC)	499,75			
Jnc18 : remboursement règlement en doublon de M. Liotier	480,00			chèque non encaissé
Promo Sciences : Temps passé	4 736,16			
Revue RCMA 1/2014 : 300 exemplaires				4500 euros à venir
FONCTIONNEMENT			5 754,59	
Promo Sciences : Temps passé	3 068,94			
Promo Sciences : modification du site Web (géolocalisation)	1 614,60			
Promo Sciences : Remb. Frais Prestation 2013 (Envois AG + Amac)	1 071,05			
DIVERS			0,00	
TOTAL GENERAL DEPENSES	84 891,17		84 891,17	
RECETTES	DEBIT	CREDIT	TOTAUX	REMARQUES
Cotisations 2012		408,40		
Cotisations 2013 : 104 ADHESIONS		9 866,21		
ENTRETIENS DE L'Amac : 8 INSCRIPTIONS		455,00		
JNC 18 Nantes : 251 INSCRIPTIONS		106 014,88		
JST 13 Talence : 59 INSCRIPTIONS		6 364,08		reste dû : 455 Euros
Remboursement Avance colloque St Petersburg		2 000,00		reste dû : 18 000 Euros
TOTAL GENERAL RECETTES		125 108,57		

Les Entretiens de l'AMAC - 2013

Les premiers Entretiens de l'AMAC se sont déroulés le 19 mars 2013, à l'ENS de Cachan, en présence d'une quarantaine de participants. Pour ces journées d'un type nouveau pour les manifestations de l'AMAC, il est demandé à quatre ou cinq intervenants des exposés sur un thème important et fondamental pour les matériaux composites. L'objectif répond à la réflexion suivante d'un éminent penseur : « Rien ne sert de penser, il faut réfléchir avant » (Pierre Dac). Pour cette première édition, le sujet proposé était « Les composites ont-ils un avenir ? ». On sait, en effet, que les matériaux composites présentent des avantages et des inconvénients.

Ce sont des matériaux complexes, hétérogènes, anisotropes, orthotropes, non-linéaires, etc., bref ils accumulent des caractéristiques peu sympathiques. Pourtant, ils présentent aussi nombre de caractéristiques intéressantes pour l'emploi dans des domaines variés qui leur permettent de rivaliser avec les métaux. Ils sont légers, capables de résister à l'endommagement, à des agressions diverses, à la température, aux chocs. Ils peuvent supporter des charges élevées et répétées, et ils peuvent être construits à partir d'éléments que l'on peut choisir en fonction des propriétés recherchées. Les avantages semblent l'emporter sur les inconvénients, et les difficultés intéressent les chercheurs. Le moteur de leur évolution dépend donc de la résultante de ces éléments contraires. L'intérêt qu'ils suscitent périodiquement et un retour sur le chemin parcouru depuis le milieu du siècle dernier indiquent que celle-ci n'est ni croissante ni une constante, mais qu'elle varie de façon périodique, passant par des hauts et des bas, sans être devenue négative jusqu'à ce jour. L'avenir des composites est-il pour autant assuré ? Resteront-ils une curiosité de laboratoire ou auront-ils une vie aussi longue que les métaux ? Les problèmes qu'ils posent peuvent-ils être résolus ? Les connaissances acquises sont-elles suffisantes ? De nouveaux problèmes sont-ils envisageables ? De nouveaux concepts sont-ils nécessaires ? Bref, toutes les questions que l'on peut se poser se résument en une phrase : les composites ont-ils un avenir ?

Pour essayer de prévoir et non de prédire leur trajectoire, l'AMAC a demandé la contribution de spécialistes reconnus dans les secteurs de l'aéronautique, du spatial, de l'énergie, de l'automobile, et des éco-composites afin de discuter de ces questions sur la base de leur expérience. Jacques Cinquin (EADS IW), Michel Cataldi (Herakles), Thierry Massard (CEA), Laurent Rota (PSA) et Christophe Baley (Université de Bretagne) se sont prêtés avec talent à cet exercice. Ils ont apporté un éclairage instructif sur l'état d'avancement des applications des matériaux composites dans les secteurs des transports et de l'énergie, et sur le potentiel des éco-composites renforcés par des fibres végétales. Ils ont dressé un tableau complet de l'introduction des composites dans des systèmes divers fonctionnant dans des conditions variées, discutant les réalisations réussies, les contraintes diverses d'emploi et d'industrialisation, les performances requises. Il apparaît que la nouveauté n'est pas un attracteur déterminant, que des propriétés excellentes ne sont pas un critère suffisant, mais qu'il faut considérer aussi les performances, apportant ainsi une illustration des notions de base sur les propriétés et les performances rappelées dans l'introduction de cours de science des matériaux.

Les composites ne se réduisent pas aux seuls composites à matrice organique. Ils incluent les composites à matrice céramique, carbone, et les éco-composites. Les outils numériques doivent être une aide au développement et la durabilité est un facteur de gains économiques. La connaissance des composites (sans négliger les CMC) dans les bureaux d'étude est aussi une composante importante de l'emploi des composites. Pour les applications diverses évoquées, la fibre de carbone a tendance à devenir la fibre la plus utilisée, devant les fibres céramiques. Les composites à matrice organique ou céramique sont des matériaux matures. Leur composition et leur structure sont pratiquement figées. Ils sont donc surtout le sujet de recherche incrémentale. Ils apparaissent moins comme des matériaux nouveaux. Les matériaux nouveaux seraient plutôt aujourd'hui, les éco-composites. A ce titre, ils peuvent susciter davantage de recherche académique. Cette première édition des Entretiens de l'AMAC peut être considérée comme un succès. Elle sera suivie d'autres selon une fréquence annuelle ou biennale. ■

Jacques Lamon

Bilan Journée Scientifique et Technique AMAC

« Assemblages des structures composites technologies, comportement et tenue en service »

C'est sous cet intitulé que s'est tenue, le 18 novembre 2013, sur le campus de Bordeaux Talence, cette Journée Scientifique et Technique parrainée par l'AMAC et l'AFM avec pour objectif d'échanger autour des méthodologies et des outils développés pour traiter des problématiques soulevées par les assemblages structuraux de sous-ensembles réalisés en matériaux composites.

Les douze communications (programme complet disponible sur www.amac-composites.org) concernaient les diverses technologies d'assemblage applicables aux matériaux composites. Sept portaient sur le collage et cinq sur les assemblages dits mécaniques (boulonnage et rivetage). Un bon équilibre entre travaux expérimentaux et de simulation a été respecté. On peut toutefois regretter l'absence de communication portant sur le soudage de composites à matrice thermoplastique. Les deux demi-journées ont débuté par une présentation issue de l'industrie (PSA et AIRBUS). Ces présentations ont permis d'illustrer les problématiques technologiques et de mettre en perspective les travaux scientifiques présentés en suivant. L'ensemble des communications fera l'objet d'un numéro spécial de la Revue des Composites et Matériaux Avancés qui devrait être disponible au printemps.

La JST a attiré plus de 60 personnes réparties pour moitié entre industriels et académiques. Parmi les industriels représentés, on retrouve les grands groupes des secteurs de l'aéronautique, du spatial mais également de l'automobile. On notera également la participation de concepteurs et fabricants de solution d'assemblage, et de prestataires de service en ingénierie. ■

Christophe Bois, I2M

Bilan des JNC 18

Les 18^e journées nationales des composites ont eu lieu à l'École Centrale de Nantes du 12 au 14 juin 2013. La présidence du comité d'organisation a été assurée par Arnaud Poitou, secondé par Francisco Chinesta et Frédéric Jacquemin. Le comité d'organisation rassemblait des membres du GeM (Christophe Binetruy, Sébastien Comas et Adrien Leygue), de l'Université de Bretagne Sud (Christophe Baley), de l'Université de Nantes (Nicolas Boyard) et de l'ENSAM Angers (Laurent Guillaumat). Le riche comité scientifique (la liste complète de ses membres se trouve sur le site du congrès <http://website.ec-nantes.fr/jnc18/>) a assuré la qualité scientifique des contributions retenues ainsi que l'organisation et le pilotage des différentes sessions thématiques.



12-14 juin 2013

ÉCOLE CENTRALE NANTES

Les thématiques mises en avant lors des 18^e JNC ont été :

- Endommagement, Rupture (C. Hochard, O. Allix, P. Davies, L. Gornet)
- Interface, Mouillage, Adhésion (J. Breadrd, C. Baley, F. Jacquemin)
- Dynamique, Impact, Crash (L. Guillaumat, F. Collombet)
- Technologie des procédés (P. Olivier, C. Binetruy)
- Eco et Biocomposites (C. Baley, J. Breard, F. Jacquemin)
- Vieillessement, Durabilité (F. Jacquemin, X. Colin, M. Gigliotti)
- Modélisation multi-échelles (P. Ladeveze, J-C. Grandidier)
- Conception optimale des pièces composites (F. Thiebault)
- Nanocomposites (F. Chinesta)
- Contrôles non destructifs (M. Benzeggagh)
- Modélisation avancée des procédés (C. Binetruy, P. Boisse)
- Méthodes numériques, simulation et optimisation (E. Baranger, S. Drapier, A. Leygue)
- Méthodes et approches expérimentales (M-C. Lafarie-Frenot, S. Comas-Cardona, F. Touchard, N. Boyard)
- Applications industrielles (M. Cataldi, J. Cinquin, M. Weber)
- Assemblages (J-F. Caron, N. Carrere).

Les journées ont réuni 251 participants. Le programme a comporté des présentations orales organisées dans les sessions thématiques citées ci-dessus. Comme de coutume lors des JNC, de très nombreuses contributions ont été présentées dans les sessions poster dont les synthèses ont été réalisées par les responsables thématiques. Dans cette édition, les conférences plénières ont été assurées par K. Lafdi de l'Université de Dayton, les deux prix Daniel Valentin 2011 et 2012, K. Charlet et A. Lebéé respectivement, M. Nardin (de l'Institut de Science des Matériaux de Mulhouse) et enfin le duo L. Rota et C. Mesny de PSA. Aux résumés distribués sur des supports USB s'ajoute un numéro spécial de la Revue des Composites et Matériaux Avancés publié en janvier 2014. ■



*Le dîner de Gala très convivial et animé a eu lieu aux « Machines de l'île ». La météo a été indulgente, comme c'est l'habitude à Nantes !
Merci à tous les participants, aux membres de l'AMAC et à tous les collègues et amis mobilisés qui ont contribué à la réussite scientifique et humaine des 18^e JNC !*

Le comité d'organisation des JNC18

Prix Daniel Valentin : le lauréat 2013

Monsieur Nahiene Hamila, âgé de 34 ans au moment de sa déclaration de candidature, est le lauréat du Prix Daniel Valentin 2013. Il est diplômé de l'Université Pierre et Marie Curie - Paris 6, il a obtenu une Licence et une Maîtrise de Mécanique puis un DEA Solides Structures Systèmes Mécaniques (S3M) en 2004. En décembre 2007, il soutient une thèse, intitulé « simulation de la mise en forme des renforts composites mono et multi plis » au Laboratoire de Mécanique des Contacts et des Structures (LAMCOS) de l'INSA de Lyon, sous la direction de Philippe Boisse.

L'année suivante, M. Hamila occupe un poste d'ATER dans le même établissement. En 2008, il obtient un poste de Maître de Conférences à l'INSA de Lyon, poursuivant ses activités de recherche au LAMCOS et dispensant ses activités d'enseignement au Département de Génie Mécanique et conception (GMC). Ses travaux de recherche portent sur la simulation numérique de la mise en forme de renfort de composites textiles, plus particulièrement sur les procédés de type LCM (Liquid Composite Moulding). Il s'intéresse également à la gestion du verrouillage élément fini des milieux fortement anisotropes. Les modèles développés ont été adaptés au cas des Non Crimp Fabric (NCF). La simulation du thermoformage de pré imprégnés multiplis CFRTP (Continuous Fiber Reinforcement and Thermoplastic Resin) a été également étudiée.

Notons que Monsieur Hamila a participé à divers encadrements d'étudiants pour des activités de recherche (Post-Docs, Doctorants, Masters) et est également impliqué dans de nombreux projets de recherche collaboratifs avec des partenaires industriels. Sa production scientifique témoigne de la qualité de l'ensemble de ses travaux. Il présentera ses activités lors des prochaines Journées Nationales des Composites, JNC19, en 2015 à Lyon. ■

*Frédéric Thiébaud (chargé de l'organisation du prix D. Valentin)
Département de Mécanique Appliquée / FEMTO-ST
24 rue de l'Épitaphe - 25000 Besançon*

Laboratoire Navier, équipe Matériaux et Structures Architecturés (MSA)

par Jean-François Caron

Le Laboratoire Navier (UMR 8205) est une unité mixte de recherche de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (ENPC), de l'Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux (IFSTTAR) et du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS). Elle est dirigée par Karam Sab. Le personnel du laboratoire (189 personnes) se répartit sur deux sites voisins de la Cité Descartes (Marne-la-Vallée).

Le Laboratoire Navier mène des recherches de base sur la mécanique et la physique des matériaux, des structures et des géomatériaux, et sur leurs applications à la géotechnique, au génie civil, aux transports, à la géophysique, et à l'exploitation pétrolière. Les enjeux sociétaux concernent la construction durable, les risques naturels, l'environnement et l'énergie. Il est membre de la Fédération Francilienne de Mécanique (Fédération de recherche CNRS FR2609) et porte avec ses partenaires de l'Université Paris-Est (UPE) le Laboratoire d'Excellence (Labex) « Modélisation et Expérimentation Multi-Echelles des Matériaux pour la Construction Durable » (MMCD). Outre les équipements classiques d'expérimentations mécaniques, dont ceux très importants de la dalle d'essai de l'IFSTTAR, le laboratoire dispose également de quelques gros équipements d'imagerie tels que IMR, microtomo et nano-indenteur.

Navier est constitué de 6 équipes, Dynamique des Structures et Identification, Géotechnique, Modélisation et expérimentation multi-échelle pour les solides hétérogènes, Physique des milieux poreux, Rhéophysique et Matériaux et Structures Architecturés (MSA). C'est cette dernière équipe qui regroupe la plupart des activités de recherche ayant trait aux matériaux composites.

Pilotée par Jean-François Caron, l'équipe MSA regroupe 12 chercheurs, environ 15 doctorants et mène des recherches dans le domaine de la mécanique des matériaux et des structures complexes ou architecturées.

Les travaux théoriques portent sur l'élaboration de modèles et méthodes numériques appliqués aux matériaux hétérogènes et aux structures complexes. Les réflexions portent également sur la recherche de concepts de structures innovants et optimaux intégrant des matériaux choisis pour leurs performances à la fois mécaniques et environnementales et une évaluation rigoureuse des impacts (Analyses de Cycles de Vie).

Les objectifs et enjeux de l'ensemble de ces travaux de recherche peuvent être regroupés autour de deux préoccupations majeures du développement durable :

- *Conception éco-orientées d'architectures complexes optimisées et innovantes*
- *Renforcement, réparation et réhabilitation*

Les recherches MSA spécifiquement liées aux matériaux composites et multicouches sont détaillées ci-dessous.

Modélisation et changements d'échelle

L'équipe MSA possède un important savoir-faire en matière de changement d'échelle et de réduction de modèle appliqués aux structures. Approches variationnelles, techniques perturbatives (développements asymptotiques) et approches micromorphiques (par exemple milieu de Cosserat ou d'ordre supérieur) permettent de faire ressortir des phénomènes microstructuraux qui ne sont pas pris en compte dans les approches classiques : effets de bord, fissuration, localisation des déformations, etc. Ceci concerne les composites mais également des travaux sur les maçonneries (comportement dynamique et fiabilité) et matériaux en grandes transformations (laminage des aciers) et à changement de phase (AMF).

Modélisation de plaque composites : Concernant plus particulièrement les composites, une modélisation multicouches ori-

ginale LS1 offre une représentation très fine des champs de contraintes au sein des plaques stratifiées. Les effets de bord sont très bien représentés, des critères de rupture ont été proposés et une implémentation éléments finis de ces modèles existe, intégrant des interfaces imparfaites. Le modèle de type plaque de Reissner-Mindlin pour les plaques épaisses a été rigoureusement étendu au cas des plaques stratifiées et périodiques. Ce modèle nommé Bending-Gradient est issu d'une approche asymptotique et offre une modélisation monocouche équivalente très performante pour mettre en évidence les effets du cisaillement transverse (panneaux sandwich cellulaires, dalles

orthotropes, panneau lamellé croisés en bois...)

Endommagement des composites : outre l'étude du délaminage/décollement, MSA développe des travaux sur le fluage des composites UD renforcés avec des fibres de verre. Des modèles micromécaniques prenant en compte localement l'endommagement et le fluage des matériaux constitutifs et des essais de fluage en flexion sous température contrôlée permettent d'accroître la connaissance sur la durabilité des composites pultrudés qui sont notamment utilisés aux constructions du génie civil. MSA participe à la rédaction d'un Eurocode pour les composites.

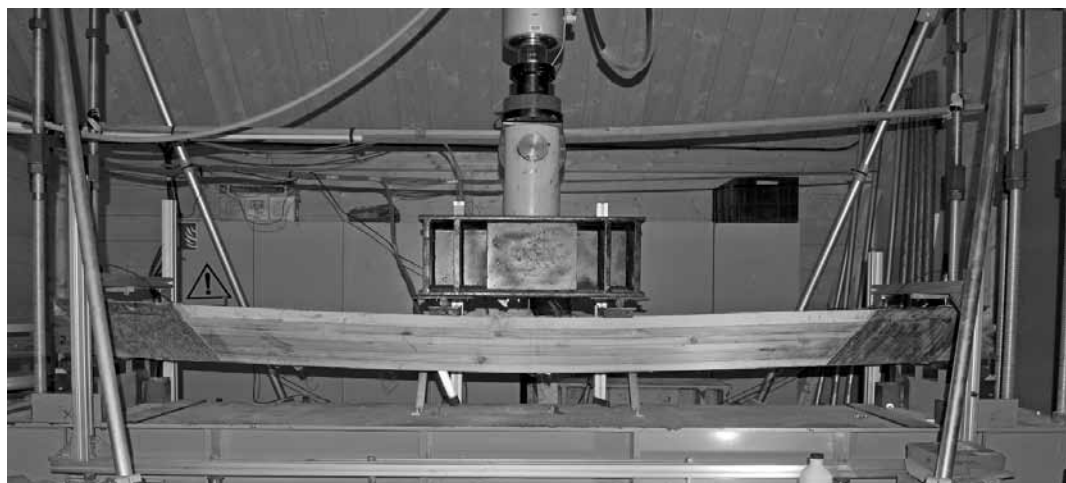
« Cathédrale éphémère » de Créteil. TESS/Navier/évêché de Créteil. 2014. Environ 400 m², 1 800 m de profilé pultrudé verre-polyester, 5kg/m². Elle est à ce jour la première structure composite de ce type finalisée et en service.



Matériaux composites et nouvelles constructions

MSA participe également à des développements concernant l'utilisation de matériaux composites dans des structures constructives. En 2012, un prototype de mur rideau en pultrudé fibre de verre a été réalisé dans le cadre du projet COFAHE (initié en 2010), financé par l'Ademe et piloté par le CSTB, intégrant plusieurs partenaires industriels. Un JEC Award a été obtenu pour cette innovation.

L'une des spécialités de l'équipe concerne les *gridshells* élastiques, structures grilles déployables, pour lesquels l'intérêt de composites déformables est évident. Des recherches sont développées sur ces thèmes : équilibre par relaxation dynamique, méthodes d'optimisation (algorithmes génétiques) de maillages de Tchebychev, analyses numériques sur la ductilité et la maillabilité de telles formes complexes. Dans le cadre de la chaire Bouygues « bâtir durable et innover », un travail plus général sur « Représentation, simulation et optimisation de géométries et structures à comportements complexes » laisse également la part belle aux composites qui peuvent répondre à de nombreuses situations nouvelles imposées par les modelleurs 3D désormais d'usage courant chez les architectes. Sur ces thèmes les collaborations internationales sont nombreuses (EPFL, UDK-Berlin, Princeton...). MSA propose et participe également à la mise en œuvre de prototypes échelle : 1, le *gridshell* « forum Solidays » en 2011 (300 m² couvert), et tout récemment en collaboration avec le bureau d'étude TESS pour le diocèse de Créteil, une « cathédrale éphémère » d'environ 400 m². Elle est à ce jour la première structure composite finalisée en service de ce type au monde. Elle sera l'objet d'un suivi et d'expérimentation diverses. A noter aussi que MSA participe de plus en plus à des missions d'expertise concernant des structures constructives en composites.



Eco-conception et composites

Dans le cadre de l'éco-conception des ouvrages d'art et des bâtiments, MSA a développé plusieurs projets basés sur l'association de différents matériaux, bois, bio-sourcés, béton ou pierre et composites, afin de mieux prendre en compte la complémentarité des matériaux et en terme de durabilité. Le multi-renforcement des structures en bois par des composites et des structures mixtes bois-béton-composites sont à l'étude et des systèmes brevetés. Plusieurs prototypes de dalles de ponts, planchers et poutres ont été réalisés échelle :1 avec en particulier des développements technologiques et de modélisations autour du collage.

Plus généralement MSA travaille à l'optimisation environnementale de produits de construction, classiques, à base de bois ou d'autres bio-sourcés. En parallèle, l'équipe mène une recherche sur les méthodologies ACV et les applique à ces propositions innovantes. Ainsi MSA participe à la mise au point des solutions à faible impact environnemental, du point de vue du CO₂ émis et de la dépense énergétique, et étudie les principes de conception d'ouvrages d'art qui minimisent (principalement) ces indicateurs d'impact.

Plusieurs fiches environnementales matériaux ont été établies, certaines concernant les composites.

Réparation et réhabilitation par composites

De nombreux ouvrages nécessitent des remises à niveau dues à l'âge et aux nouvelles normes environnementales. Le collage de plats carbone ou de plats d'acier sur les éléments de structure (poutres ou dalles) en béton armé, en acier ou en bois, qui doivent être renforcés ou réparés est actuellement une technique qui connaît un grand essor à travers le monde. Une part importante de l'activité de MSA est liée à cette problématique qui mêle expérimentations et développement de modélisations originales (collages pour renforts et ancrages, endommagement et multicouches).

Les applications sont diverses, par exemple la problématique de tenue des barrières de sécurité sur les ouvrages, sur ainsi que leur tenue en fatigue, la mise au point d'ancrages (brevet), de systèmes de renforcement efficaces pour les coques métalliques de plates-formes offshore ou plus classiquement pour les ouvrages d'art, systèmes carbone pour la précontrainte du Béton Fibré Ultra Performant. ■

Poutre bois/béton multi-renforcée (3 m) par des couches de prepreg carbone.

Les chercheurs permanents de MSA

Alaoui Amina,
Baverel Olivier,
Caron Jean-François,
Caré Sabine,
Ehrlacher Alain,
Feraille Adelaïde,
Foret Gilles,
Le Roy Robert,
Lebée Arthur,
Peigney Michael,
Sab Karam,
Stefanou Ioannis.

En lire plus :

<http://navier.enpc.fr/Materiaux-et-Structures>

• Conférences organisées ou parrainées par l'AMAC

JNC 19

Lyon, 29, 30 juin et 1^{er} juillet 2015

19^e Journées Nationales sur les Composites

Contact : <http://jnc2015.sciencesconf.org> et site web de l'AMAC

JST Transition statique/dynamique

Châtillon, 5 novembre 2014

Journée Scientifique et Technique AMAC

Transition Statique / Dynamique dans les matériaux et structures composites

Contact : johann.rannou@onera.fr et site web AMACr

• Autres conférences

16th ICEM

Cambridge, 7 - 11 juillet 2014

16th International Conference on experimental mechanics

Contact : <http://www.icem16.org>

2nd BiPoCo

Visegrad (Hongrie), 24 - 28 août 2014

2nd International Conference on Bio-based polymers and Composites

Contact : <http://www.bipoco2014.hu/>

2nd BCCM

Sao Jose Dos Campos, 15 - 18 septembre 2014

2nd Brazilian Conference on Composite Materials

Contact : <http://www.bccm.com.br/>

Thermoset 2015

Berlin, 16 - 18 septembre 2015

Thermoset 2015 - From monomer to components

Contact : http://www.thermosets.de/call_for_papers.html

CONTACTS

Adhésions :

Formulaire téléchargeable sur le site de l'AMAC : www.amac-composites.org

Président de l'AMAC : Philippe BOISSE, LaMCoS, INSA Lyon – philippe.boisse@insa-lyon.fr

Secrétaire de l'AMAC : Emmanuel BARANGER, LMT, ENS Cachan – emmanuel.baranger@lmt.ens-cachan.fr

Trésorier de l'AMAC : Christian HOCHARD – hochard@lma.cnrs-mrs.fr

Liste de diffusion aux adhérents de l'AMAC :

Pour les annonces de soutenances de thèses, propositions de sujets, conférences...

Envoyez un courrier électronique (sans fichier attaché) à : amac@enpc.fr

AMACINFORMS
Rédaction - Information

(Envoyez vos annonces de conférence à publier dans AMACINFORMS)
Philippe OLIVIER, groupe Matériaux & Structures Composites, Institut Clément Ader,
I.U.T. Paul Sabatier, Dépt. GMP, 133 C avenue de Rangueil, B.P. 67701, 31077 Toulouse Cedex 4
Tél : 33 5 61 17 10 65 - philippe.olivier@iut-tlse3.fr - www.institut-clement-ader.org