



## EDITORIAL

### MATERIAUX AVANCES A BASE DE BOIS

Par Pierre MORLIER,

Laboratoire de Rhéologie du Bois de Bordeaux CNRS / INRA / Université Bordeaux 1



Le bois massif, scié et séché sans autre transformation, est un bon matériau de construction : une longue tradition l'accompagne, il a de bonnes performances (rigidités et résistance en flexion, en compression transversale) eu égard à sa légèreté, il s'usine et s'assemble facilement, tout particulièrement par collage. Sur les chantiers, sa légèreté est un atout considérable, ayant des retombées favorables sur les coûts d'infrastructures, la construction bois relève de la filière sèche ce qui lui assure une bonne image, la durée d'immobilisation des terrains, des matériels, est réduite car la plupart des éléments sont préfabriqués en atelier. Et le bois est une éco-matériau, dont les possibilités esthétiques sont indéniables.

Néanmoins quelques caractères de ce matériau s'opposent encore à la reconquête du marché des matériaux de grande diffusion, désormais entreprise à la demande des Ministères en charge de la Forêt, de l'Environnement et de la Construction dans la majorité des pays européens : biodégradabilité, instabilité dimensionnelle, manque de fiabilité dans les performances sont trois boulets que, par manque de connaissances le plus souvent, le bois traîne face à ses concurrents, acier, béton, plastiques. Les deux premiers caractères sont essentiellement liés à l'hygroscopicité du bois; le second relève également de la variabilité du matériau, en particulier le caractère capricieux de la disposition des directions matérielles du bois (celle du fil, les directions transversales, radiales et tangentielles) dans une planche ; le troisième caractère est typiquement lié à la variabilité générale du bois en dimension d'emploi.

Variable est en effet l'adjectif principal qu'on accole à la production de matière

première par l'usine qu'est l'arbre (1) : c'est une usine qui apprend progressivement son métier, qui travaille six mois par an, qui est soumise aux variations saisonnières et annuelles d'approvisionnement en substances nutritives, qui lutte pour trouver un fonctionnement optimal sous des contraintes variées ; le tronc d'arbre n'est donc jamais droit, ni formé de cernes concentriques, il est le siège de contraintes résiduelles ; du bois de microstructure et densité différentes y est finalement déposé de façon irrégulière, souvent autour de singularités telles que les nœuds.

Déstructurer une matière première hétérogène puis mélanger les fragments obtenus et les resolidariser entre eux par un liant permet de réaliser des matériaux dont les performances sont constantes et dont l'anisotropie peut être aisément contrôlée. C'est une stratégie utilisée depuis longtemps dans l'industrie des bois dits "de process" ou composites à base de bois. L'industrie peut créer, quand elle mobilise une ressource ligneuse

suffisamment permanente, des unités de production de tels composites car toutes les techniques nécessaires ont déjà été domptées : au niveau de la destruction, des colles (2) (250 000 tonnes consommées en France), des adjuvants destinés en particulier à améliorer la durabilité des produits et à réduire leur hygroscopicité, enfin de la reconstitution des produits finaux sous forme de poutres, de panneaux, voire de corps tridimensionnels.

La déstructuration peut se faire à différents niveaux :

- les sciages sont débarrassés des plus importantes singularités, aboutés et collés dans l'industrie du lamellé collé (presque 100 000 m<sup>3</sup>/an en France) ;
- le déroulage produit des placages qui sont collés entre eux dans une importante industrie des stratifiés (500 000 m<sup>3</sup>/an en France) : contreplaqués classiques ou techniques, LVL (laminated veneer lumber) utilisant des placages épais collés

et pressés fil sur fil afin de reconstituer des poutres de hautes performances ;

- les placages, lorsqu'ils sont massicotés, donnent des fines lames de un à deux centimètres de large et 50 centimètres de long qui sont collées et comprimées dans une filière pour donner une poutre droite en continu ; non encore produits en France, ces matériaux ont pour nom générique PSL (parallel strand lumber) ;



Vue en coupe du parallel strand lumber élaboré à partir de lamelles de bois parallèles. Cohésion : colle résorcine-phéno-formaldéhyde.

- le LSL (laminated strand lumber) est obtenu par collage et pressage d'un matelas de larges et fins copeaux ;
- les OSB (oriented strand board) sont des panneaux de larges particules (10 centimètres environ) orientés par une

technique grossière et organisées en plis croisés ;



*Oriented Strand Board* : matériau à base de particules de bois orientées. Pièce moulée par thermo-compression.  
Cohésion : colle résorcine-phéno-formaldéhyde.

- les panneaux de particules (2 Mm<sup>3</sup>/an en France) utilisent principalement des produits connexes de l'industrie de sciage ;
- le MDF (medium density fibre) provient de bois défilé, encollé ; le matelas obtenu est pressé à chaud ; on obtient ainsi un matériau remarquablement homogène (350 000 m<sup>3</sup>/an en France) ;
- pour certaines applications spéciales on peut utiliser des sciures et farines de bois tamisées ;
- l'industrie du papier utilise enfin de la fibre cellulosique plus ou moins raffinée.

Tous ces produits constituent une offre nouvelle sur le marché des matériaux de construction, qu'on appelle généralement EWP (Engineered Wood Products) : des produits reconstitués à partir d'un approvisionnement maîtrisé à l'issue d'un procès contrôlé et livrés après des contrôles de fabrication : le consommateur peut compter sur les performances affichées, il reçoit une information claire sur l'utilisation des produits (mise en œuvre, entretien, usinage...) ; l'EWP peut être livré à la dimension demandée, il est protégé (emballé) et livré rapidement sur le chantier. Un EWP fait donc aussi bien pour son consommateur que les concurrents du bois (acier, béton, plastique) mais conserve l'identité du bois et véhicule l'image verte du bois. Peu de bois massifs sont capables de tenir le même pari.

Les EWP sont le fruit de recherches longues et coûteuses, prises en charge par les majors de la filière bois mondiale ; il sont fabriqués dans des unités de production assez typiques : quelques 100 000 m<sup>3</sup>/an, une centaine de salariés directs, situation rurale proche de la forêt. Le plus souvent la forêt cultivée (purpose grown forest) fournit en matière première les unités de production d'EWP : des bois jeunes, donc, car le

process accepte facilement toutes leurs singularités et le résultat final en est affranchi ; des essences aussi dont les applications structurales étaient jusqu'alors jugées aventureuses.

Ainsi la Filière Bois peut poursuivre son évolution, dans le cadre d'une gestion durable des ressources naturelles, vers une meilleure reconnaissance de ses produits par le monde du Bâtiment, son plus gros client.

#### Références :

(1) Pierre MORLIER "Le bois : la diversité des produits forestiers permettra-t-elle au bois d'être le matériau du XXIème siècle ?" Université de Tous les Savoirs, vol. 5, Qu'est ce que les technologies - éditions Odile Jacob (2001).

(2) "Performances du collage dans le Génie Civil Bois" n° spécial 1999 des Annales GC BOIS (1999).

(3) Pierre MORLIER, Patrick CASTERA, Frédéric BOS (Coordinateurs). "Composites à base de bois", n° spécial 1999 de la Revue des Composites et des Matériaux Avancés.

Pierre MORLIER  
Laboratoire de Rhéologie du Bois de Bordeaux (LRBB)  
Domaine de l'Hermitage, B.P. n°10 (Pierroton)  
33610 Cestas-Gazinet  
e-mail : morlier@lrbb3.pierroton.inra.fr

## ALBUM

- 2<sup>nd</sup> ATELIER FRANCO-COREEN
- BILAN DES JNC 12
- PRIX DANIEL VALENTIN 1999



## DEUXIEME ATELIER FRANCO-CORÉEN SUR LES MATÉRIAUX COMPOSITES

Université Nationale de Séoul - 21 - 25 août 2000

co-organisé par Seung Jo KIM<sup>†</sup> et Alain VAUTRIN<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> professeur à l'université nationale de Séoul,

<sup>‡</sup> professeur à l'école nationale supérieure des mines de Saint-Étienne

Le deuxième atelier franco-coréen sur les matériaux composites a été organisé à Séoul du 21 au 25 août 2000 par le *Department of Aerospace Engineering* de l'Université Nationale de Séoul (SNU). Cet atelier était placé sous le co-patronage de la *Korean Science & Engineering Foundation* (KOSEF) et du Ministère des Affaires Étrangères, qui a soutenu financièrement le déplacement en Corée d'une délégation de neuf scientifiques français. Il a reçu le soutien des deux associations nationales coréennes et françaises pour les composites : la *Korean Society for Composite Materials* (KSCM) et l'Association pour les Matériaux Composites (AMAC), de l'association ARIEL, agissant en tant qu'opérateur du Ministère Français des Affaires Étrangères et du Programme coréen *SNU Brain Korea 21 for Mechanical Engineering*. Il s'est tenu à la suite de la conférence internationale ACCM-2000 '*Applications of Composite Materials and Structures for the New Millennium*' organisée en Corée, de façon à permettre aux membres de la délégation française d'éventuellement y participer.

Il a réuni environ une trentaine de scientifiques et faisait suite au premier atelier organisé en France les 28 juin – 2 juillet 1999 et qui avait

notamment permis à 25 scientifiques français et coréens de présenter les principales activités de leurs laboratoires dans le domaine des matériaux et des structures composites. L'atelier a donné lieu les 22 et 23 août à un séminaire scientifique puis à des visites industrielles dans le sud de la Corée : les sociétés *Korean Air* et *Hankuk Fiber* et le centre de recherche *Korea Institute of Machinery & Materials*.

Le thème scientifique du séminaire était : '*Composite Materials for the New Millennium*' et les organisateurs souhaitaient mettre l'accent sur les dernières avancées en matière d'élaboration, de caractérisation et de modélisation du comportement mécanique de structures composites. Les conférences présentées sont publiées dans les actes du séminaire, pour toute information complémentaire prendre contact avec M. W. S. Han ([han@emse.fr](mailto:han@emse.fr)).

Les trois principaux thèmes couverts ont été :

- Modélisation du comportement mécanique,
- Méthodes de caractérisation et capteurs in-situ par fibres optiques,
- Conception des structures composites.

Le thème 'procédés' n'a été directement abordé que dans une

conférence, les travaux portant sur la caractérisation et la modélisation mécanique étant de loin les plus nombreux.

Plusieurs sujets simultanément abordés par des équipes française et coréenne, tels que la conception et la caractérisation des micro-systèmes, les capteurs à fibres optiques et la caractérisation rhéologique, ont permis d'ouvrir des discussions pendant le séminaire en vue de mettre sur pied des projets communs, dans le cadre de l'appel à propositions pour des projets communs de recherche 2001 du Ministère des Affaires Étrangères. En effet, comme pour le précédent séminaire, l'objectif principal de cette rencontre était d'aider à l'émergence de projets scientifiques franco-coréens dans le domaine des composites.

Les visites industrielles ont été denses, intéressantes et parfaitement organisées par nos partenaires coréens. Elles ont couvert un très large éventail de matériaux et de technologies industrielles, allant des matériaux hautes performances et des structures aéronautiques, aux matériaux pour les secteurs du transport ferroviaire et applications industrielles plus générales. Elles ont permis de constater en

particulier la politique volontariste coréenne dans le domaine aéronautique et spatial (volonté de développer un secteur aéronautique national) et l'effort important consenti dans le domaine de la recherche et du développement. Le centre de recherche *Korea Institute of Machinery & Materials* (KIMM, <http://www.kimm.re.kr/>) a une mission très large de soutien au développement de systèmes mécaniques dans tous les secteurs industriels.

L'intérêt de ces rencontres au plan des échanges scientifiques a été relevé par l'ensemble des participants, confirmé par la qualité des projets déposés dans le cadre de l'appel d'offres 2001. Le prochain atelier sur les matériaux composites devrait donc se tenir en France en 2002. L'idée est de le coupler avec une conférence internationale ou nationale sur les composites. Elle sera organisée sous les auspices de l'AMAC et toutes suggestions sont dès maintenant les bienvenues, concernant les thèmes scientifiques, les localisations et visites industrielles possibles (*prendre contact avec A. Vautrin, e-mail : [vautrin@emse.fr](mailto:vautrin@emse.fr)*).



Les deux délégations à l'université nationale de Séoul

## JNC12 – ENS DE CACHAN 15-17 NOVEMBRE 2000 : BILAN

Les Journées Nationales sont organisées tous les deux ans en collaboration entre un laboratoire et l'AMAC. Les JNC12 se sont déroulées les 15, 16 et 17 novembre 2000 à l'ENS de Cachan. Sur 125 propositions de communication, 115 ont été retenues. Ces propositions émanaient de 362 co-auteurs correspondant à 300 individus différents. La communauté représentée lors des JNC couvre des domaines d'études de plus en plus larges. Ceux-ci concernent **l'ensemble des matériaux** composites, quelle que soit la nature des renforts ou des matrices et vont de l'échelle de la microstructure à celle de la pièce finie. Ils couvrent les aspects physiques (interfaces, interphases) (7 papiers) mais également, suite à une ouverture du comité scientifique, les couplages Chimie/Mécanique des composites (9 papiers).

Grâce à l'effort des acteurs industriels, un nombre important de présentations a concerné les applications (12 papiers) et les "liens propriétés des matériaux/structures" (13 papiers), aspects développés lors de la conférence générale de Jean-Pierre Cabanac (EADS, Toulouse) : "La recherche composite EADS-Airbus – Application sur la Poutre ventrale A340-600".

La quasi-totalité de la vie d'un produit composite est abordée, incluant la mise en œuvre, la caractérisation et la simulation du comportement.

Les procédés d'élaboration et de fabrication représentent 13 papiers. Cette thématique a été soulignée par la conférence générale de Piet J. Lemstra (Eindhoven University of Technology) "New tendencies in composites matrices and associated

manufacturing processes".

Les approches expérimentales sont toujours très présentes aux JNC : 17 papiers leur sont dédiés. On note que le thème nouveau sur les méthodologies d'identification a eu un certain succès avec 6 présentations. Grâce aux améliorations des techniques de mesures de champs (précision obtenue, simplicité d'utilisation), leur utilisation se généralise et leur exploitation lors des essais de caractérisation devient effective. L'impact de ces techniques sur la caractérisation était d'ailleurs le thème central de la conférence plénière d'Alain Vautrin (Ecole des Mines de St Etienne) : "Mécanique expérimentale : identification du comportement des composites".

Les modélisations et simulations du comportement mécanique des

composites incluent les phénomènes complexes d'endommagement et de rupture (11 papiers), de dynamique et d'impact (6 papiers) et les approches multi-échelles (8 papiers) mais aussi à la durabilité (13 papiers). La mise à disposition d'outils pour l'ingénieur est abordée par l'intégration de ces modèles dans des codes de calcul.

Notons enfin que la relativement bonne représentation des aspects physico-chimiques lors des JNC12 semble avoir eu des prolongements positifs dans la constitution du nouveau C. A. de l'AMAC et s'est également concrétisée par la participation de l'AMAC à la JST "Relation Chimie/Propriétés des matériaux composites" organisée à Besançon sous la responsabilité de Claude Dubois.

Bien que cela soit toujours très difficile à évaluer précisément, ces

jours semblent avoir été très appréciées par l'ensemble des participants. Les deux principales raisons sont sans doute :

- La qualité générale des travaux présentés.
- Le renouvellement des thèmes et des "têtes" témoignant d'une vitalité importante.

Ces deux constatations n'étaient pas forcément acquises. En effet, les composites ont connu une période assez difficile ces deux, trois dernières années. Une raison possible en est les restructurations dans le domaine de l'Aéronautique qui ont fait que les objectifs scientifiques ou techniques sont passés momentanément au second plan. Ceci a entraîné une réduction

assez sensible du soutien industriel aux composites. Ce mouvement s'est par ailleurs accompagné d'une absence de grands projets nationaux. Or, dans le passé, l'incidence positive des grands programmes nationaux sur le renouvellement des JNC a toujours été très sensible. Notons qu'en ce milieu d'année 2001 la demande industrielle paraît être assez

nettement relancée et que des programmes nationaux d'envergure sont en gestation. Ces éléments nous font penser que les JNC ont encore un bel avenir.

Bonne chance à Yves Rémond et rendez-vous à Strasbourg en mars 2003 pour les JNC13 !

Olivier Allix et  
Christophe Cluzel

## PRIX DANIEL VALENTIN 1999



Jacques LAMON (président de l'AMAC) et P. OLIVIER (chargé de l'organisation du prix Daniel Valentin) félicitent le lauréat 1999.



Emmanuel FERRIER recevant le prix des mains d'Yves REMOND (trésorier de l'AMAC)

AMACINFOS  
Rédaction -  
Informations

**Philippe OLIVIER**  
PRO<sup>2</sup>COM – Laboratoire de Génie Mécanique de Toulouse  
Dépt. GMP, IUT Paul Sabatier, 133 avenue de Rangueil, 31077 Toulouse CEDEX 4  
Tél : 05 62 25 88 36 ; Fax : 05 62 25 87 47 ; e-mail : [Philippe.Olivier@gmp.iut-tlse3.fr](mailto:Philippe.Olivier@gmp.iut-tlse3.fr)



### 3-5 septembre 2001

### ECOCOMP (LONDON)

La première conférence internationale sur les éco-composites est programmée du 3 au 5 septembre 2001 au Queen Mary & Westfield College à Londres. L'objectif d'ECOCOMP est de promouvoir les échanges d'informations sur les nouveaux développements d'éco-composites. Les thèmes abordés

seront : fibres naturelles et composite, composites à base de fibres de bois, résines bio-dérivées, polymères et composites bio-dégradables...

**Contact :** Ton Peijs (e-mail : [t.peijs@qmw.ac.uk](mailto:t.peijs@qmw.ac.uk)) et Caroline Baillie (e-mail : [c.baillie@ic.ac.uk](mailto:c.baillie@ic.ac.uk))

### 3-5 septembre 2001

### 15<sup>ième</sup> CFM (NANCY)

Le 15<sup>ième</sup> Congrès Français de Mécanique a inscrit dans son programme une session 'Matériaux et Structures Composites'. Cette session aura notamment pour objectifs de préciser l'état de l'art et de faire le point sur les avancées récentes faites en France dans ce domaine. Elle aura également pour ambition

de situer ses acquis par rapport aux enjeux et besoins industriels.

**Contact :** 15<sup>o</sup> Congrès Français de Mécanique, LEMTA, 2 av. de la forêt de Haye, BP 160, 54504 Vandoeuvre-lès-Nancy CEDEX.

### 11-14 septembre 2001

### 7<sup>th</sup> IPCM (ARCACHON)

La 7<sup>ième</sup> conférence internationale sur les phénomènes d'interface dans les matériaux composites se tiendra du 11 au 14/09/01 au Palais des Congrès d'Arcachon (tel : 05 56 84 83 21). Cette conférence couvre la plupart des aspects relatifs aux interfaces et interphases dans les composites à matrices

polymère, céramique, métallique et dans les matériaux nano-structurés.

**Secrétariat :** J.F. Sylvain, Institut de Chimie de la Matière Condensée de Bordeaux – CNRS, 87 avenue du docteur A. Schweitzer

### 1-3 octobre 2001

### HT CMC 4 (MUNICH)

Du 1<sup>er</sup> au 3 octobre 2001 se tiendra au centre des congrès de Munich la 4<sup>ième</sup> Conférence sur les composites à matrice céramique hautes températures. Elle sera notamment couplée avec l'exposition 'MATERIALICA'. Les principaux thèmes abordés porteront sur :

- Les applications ;
- Les revêtements ;

- Les CMC non-oxydes ;
- Les CMC oxyde/oxyde ;
- Les interfaces et interphases ;
- Les fibres.

**Contact :** HT-CMC Congres Office, Werkstoffwoche-Partnerschaft GBRmbH, Hamburger Allee 26, 60486, Frankfurt, Germany ; e-mail : [info@htcmc.org](mailto:info@htcmc.org)

### 5 octobre 2001

### JST AMAC (LYON)

Journée Scientifique et Technique « Réparation et renforcement des ouvrages par matériaux composites »

Cette journée est organisée avec le co-patronage de l'Association Française de Mécanique (GST AFM 'mécanique des composites') le vendredi 5 octobre 2001 à l'Université de Lyon I. L'objectif est de présenter des travaux de recherches récents sur la prise en considération dans les méthodes de calcul et de dimensionnement des ouvrages de la durabilité des matériaux, interfaces et assemblages. Les méthodes d'identification et la modélisation des interfaces composites –

substrats, la prévision de la durabilité et de la fiabilité des matériaux et des structures et les méthodes d'essais en environnement contrôlé ou de vieillissement spécifiques aux applications du domaine du génie civil pourront être abordées.

**Secrétariat :** Laboratoire Mécanique et Matériaux (L2M), Caroline PARET, Université Lyon I, 82 boulevard Niels Bohr, Domaine scientifique de la Doua, 69622 VILLEURBANNE CEDEX ; Tél. 04.72.69.21.30 - Fax : 04.78.94.69.06, e-mail : [l2m@iutal2m.univ-lyon1.fr](mailto:l2m@iutal2m.univ-lyon1.fr)

**Election du nouveau CA de l'AMAC le 18/01/2001****COMPOSITION :**

<b>Président :</b>	Jacques LAMON, LCTS, Pessac
<b>Vice Présidents :</b>	Louis HERAUD, SNECMA Moteurs, Le Haillan Jean François MAIRE, DMSE, ONERA, Châtillon Alain VAUTRIN, Ecole des Mines de St. Etienne
<b>Trésorier :</b>	Yves REMOND, IMFS, Strasbourg
<b>Trésorière adjointe :</b>	Myriam PERONNET, Lab. Multi Matériaux Interface, Lyon 1
<b>Secrétaire :</b>	Marie Christine LAFARIE-FRENOT, LMPM, ENSMA Poitiers
<b>Secrétaire adjoint :</b>	Christophe CLUZEL, LMT, ENS Cachan
<b>Membres :</b>	Malk BENZEGGAGH, UTC, Compiègne Philippe BOISSE, ESEM, Orléans Jean François CARON, ENPC – CERAM, Marne la Vallée Jacques CINQUIN, EADS, CCR, Suresnes Claude DUBOIS, Lab. Micro-analyse Nucléaires, Besançon Laurent GUILLAUMAT, LAMEFIP, ENSAM, Bordeaux Philippe OLIVIER, Lab. Génie Mécanique, IUT, Toulouse 3 Dominique ROUBY, GEMPPM, INSA de Lyon

**Prix Daniel Valentin 2000**

Joël BREARD est le lauréat du Prix Daniel Valentin 2000. Joël BREARD est actuellement Maître de Conférences à l'Université de Havre. Il a obtenu un doctorat de mécanique et matériaux en 1997 Ses travaux de thèse, effectués sous la direction du Pr. G. BOUQUET (Laboratoire de Mécanique du Havre), ont eu pour objectif l'amélioration de la maîtrise des conditions d'imprégnation d'un renfort fibreux dans les procédés LCM. Au cours de ce travail, il a notamment mis en place une technique originale de mesure 3D des perméabilités des renforts fibreux secs. Joël BREARD a effectué ensuite un stage post-doctoral de deux années au CRASP à l'École Polytechnique de Montréal, où il a travaillé avec les Pr. TROCHU & GAUVIN, sur l'étude numérique par éléments finis des procédés LCM,

l'analyse de la dynamique des écoulements dans les milieux poreux et l'étude de la granulométrie d'une structure poreuse à double échelle.

Au delà des aspects purement scientifiques, Joël BREARD est animateur de la plate forme technologique régionale 'Mécanique des Systèmes Composites' et a très fortement contribué à la mise en place d'une culture 'mécanique des matériaux composites' dans la région Haute Normandie. Il a participé, dès ses premières années de thèse, à la mise en place de nombreux partenariats avec les industries régionales, ce qui a certainement poussé la région Haute Normandie à lui décerner en 1997 le prix de développement local.

Joël BREARD, présentera ses travaux lors des JNC 13.

**Secrétariat de l'AMAC : nouvelles coordonnées**

Secrétariat de l'AMAC  
ENSAM – LM3 / AMAC  
151 Boulevard de l'Hôpital, 75013 Paris  
Tel : 01 44 24 63 41 ; Fax : 01 44 24 62 90

**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](mailto:amac@enpc.fr)

**WEB – AMAC**

Retrouvez l'AMAC et son actualité sur son site Internet : <http://www.lamef.bordeaux.ensam.fr/Amac>