

Colloque Fatigue et durabilité des composites biosourcés

25 - 27 mai 2016
Besançon



Programme

 INSTITUT FEMTO-ST

Amphithéâtre Jean-Jacques GAGNEPAIN

15B Avenue des Montboucons

25030 Besançon CEDEX

Mercredi 25 mai 2016

13h00	Accueil des participants
14h00 – 14h15	Mot de bienvenue
14h15 – 15h00	Conférence plénière
	Propriétés mécaniques des composites renforcés de fibres naturelles sous sollicitations monotone et cyclique IGNAAS VERPOEST
15h00 – 16h00	Session thématique « vieillissement & constituants »
	Influence du vieillissement au champ des tiges de chanvre sur les propriétés des fibres industrielles J. BEAUGRAND, A. DAY, V. PLACET
	Vieillessement accéléré et propriétés mécaniques des fibres issues du chanvre C. FRANÇOIS, S. HANANA, V. PLACET, S. FONTAINE, L. PLASSERAUD, S. POURCHET
	Durabilité des adhésifs biosourcés à base de tanin d'acacia mollissima du maroc et des ligno-sulfonates N. RHAZI, M. OUMAM, A. SESBOU, H. HANNACHE, F. CHARRIER-EL BOUTHOURY
	Pause café
16h30 – 17h10	Session thématique « traitements & durabilité »
	Elaboration de composites bio-sources par procédés directs : effet d'un traitement thermique sur les fibres de lin et propriétés induites. M.F. PUCCI, P.J. LIOTIER, S. DRAPIER
	Amélioration de la durabilité et des propriétés d'un éco-composite par un traitement par décharge corona E. PADAYODI, M. AGHAHADI, M. MAHDJOUB
18h00 – 19h30	Visite musée du temps (Départ bus 17h30)
	Apéritif

Jeudi 26 mai 2016

8h30 – 09h15	Conférence plénière
	Comportement hygroscopique des biocomposites : verrous et opportunités ANTOINE LE DUIGOU
09h15 – 10h15	Session thématique « humidité et milieux fibreux »
	Influence de l'humidité relative sur le comportement en flexion de matériaux de renfort à base de fibres de lin : impact sur l'apparition des défauts lors de la mise en forme de géométries complexes A. BASSOUMI, E. CAPELLE, P. OUAGNE, J. GILLIBERT, G. HIVET
	Influence des variations de teneur en eau sur les propriétés microstructurales et de déformabilité de mats de fibres de lin. P. DUMONT, J. VIGUIE, F. MARTOŃA, L. ORGEAS, S. ROLLAND DU ROSCOAT, J.F. BLOCH, P. VROMAN
	Analyse de l'influence de l'eau sur le comportement mécanique de l'interface fibre/matrice dans des composites chanvre/epoxy par corrélation d'images numériques A. PERRIER, F. TOUCHARD, L. CHOCINSKI-ARNAULT, D. MELLIER
	Pause café
11h00 – 12h20	Session thématique « durabilité des composites biosourcés »
	Evaluation d'un bio-composite lin/pla pour une application semi-structurale en environnement opératoire J. MOOTHOO, P. OUAGNE

	Modelisation du vieillissement hydrothermique de composites biosources à fibres courtes A. REGAZZI, R. LÉGER, S. CORN, P. IENNY
	Vieillessement humide d'un composite jute/époxy A. CÉLINO, T. PERET, S. FRÉOUR, P. CASARI, F. JACQUEMIN
	Modelisation multi-échelle de la diffusion d'eau dans un composite ud polyester/lin R. LÉGER, G.APOLINARIO TESTONI, S.CORN, A.BERGERET, J.M.HAUDIN, P.IENNY
	Déjeuner
14h00 – 14h45	Conférence plénière
	Fibres naturelles et composites hybrides: propriétés mécaniques et physiques FABRIZIO SCARPA
14h45– 16h05	Session thématique « fatigue des composites biosourcés »
	Modes de rupture d'une structure éco-composite sandwich soumise à des sollicitations statiques et dynamiques MONTI, A. EL MAHI, Z. JENDLI, L. GUILLAUMAT
	Influence du chargement thermohydrigue sur le comportement mecanique statique, cyclique et dynamique de composites renforcés de fibres de lin M. BERGES, R. LÉGER, V. PLACET, V. PERSON, S. CORN, X. GABRION, J. ROUSSEAU, P. IENNY, S. FONTAINE
	Comportement post-fatigue des composites lin-epoxy F. BENSADOUN, K.A.M VALLONS, L.B. LESSARD, I. VERPOEST, A.W. VAN VUURE
	Modelisation variabiliste de la tenue en fatigue de stratifiés lin/epoxy P.B. GNING, S. LIANG, L. GUILLAUMAT
	Pause café
16h30 – 18h00	Visite de la centrale de technologie mimento
	Visite du laboratoire
20h00 – 23h00	Diner

Vendredi 27 mai 2016 programme en cours de finalisation

9h00 – 10h15	Session « industriels »
	Durabilité des composites thermoplastiques renforcés par des fibres naturelles dans les intérieurs de véhicules K. BEHLOULI – ECOTECHNILIN
	Évolution de la croissance de moisissures sur des non-tissés et composites à base de fibres de lin - C. Segovia - CETELOR
	Le lin dans le ski, état de l'art et perspectives - A. Grenetier - SALOMON
	Vieillessement en milieu marin des composites biosourcés et retour d'expérience d'un trimaran en biocomposites - E. Grossmann - KAIROS
	Pause café
10h45 – 12h15	Ateliers thématiques
	Morphologie 3d des fibres végétales et hygrométrie - détermination des coefficients d'hygro-expansion des fibres/parois végétales Animateurs : P. DUMONT, A. LE DUIGOU, V. PLACET
	Caractérisation de la microstructure et mesure du taux volumique de fibres végétales dans les composites biosourcés Animateurs : S. FONTAINE, V. PERSON, B. PIEZEL
	Rigidité et module d'young des composites biosources Animateurs : R. LÉGER, S. CORN, P. IENNY
12h15 – 14h00	Déjeuner
14h00	Clôture de la conférence

Session thématique « Vieillessement & Constituants »

Influence du vieillissement au champs des tiges de chanvre sur les propriétés des fibres industrielles

Ce travail propose une quantification de l'influence d'un rouissage non-contrôlé du chanvre au champ, et du vieillissement climatique associé, sur un large spectre de propriétés physico-chimiques et mécaniques des fibres extra-xylémiennes. Les résultats montrent que cette exposition aux intempéries et aux micro-organismes induit une diminution de la proportion massique en pectines et facilite l'individualisation des fibres transformées industriellement. Elle induit également un changement de couleur, une augmentation de la rugosité de surface, une diminution du taux de cristallinité de la cellulose et des propriétés de rigidité et de résistance en traction à l'échelle des fibres élémentaires et des fibres techniques.

J. Beaugrand, A. Day, V. Placet

Vieillessement accéléré et propriétés mécaniques des fibres issues du chanvre

Ce travail a pour objectif de caractériser l'influence d'un vieillissement environnemental accéléré sur les propriétés mécaniques de fibres extra-xylémiennes issues du chanvre. Le protocole de vieillissement accéléré proposé dans cette étude consiste en des cycles de 24h comprenant une phase d'immersion de 12h dans une eau distillée à 70°C et une phase de séchage de 12h dans une étuve contrôlée à 50°C. Les résultats montrent une perte de masse significative et une diminution des propriétés de rigidité et de résistance en traction de l'ordre de 50% après 30 cycles de vieillissement.

C. François, S. Hanana, V. Placet, S. Fontaine, L. Plasseraud, S. Pourchet

Durabilité des adhésifs biosourcés a base de tanin d'acacia mollissima du Maroc et des lignosulfonates

De nos jours, les adhésifs Phénol-Formaldéhyde (PF), d'origines pétrochimiques, sont les plus utilisés dans les industries du bois (Chupin et al 2015 ; Moubarik et al 2010). Ces résines engendrent pendant leurs synthèses, un taux énorme d'émission de formaldéhyde et d'autre gaz à effet de serre (COV...). Face à ces contraintes, il est important de développer des alternatives renouvelables pour protéger la santé des utilisateurs et l'environnement et aussi satisfaire les nouvelles exigences concernant l'émission des produits volatils. Le but de cette étude sera d'élaborer des adhésifs biosourcés à base de lignosulfonates et de tanins extraits à partir des écorces d'Acacia mollissima.

N. Rhazi, M. Oumam, A. Sesbou, H. Hannache, F. Charrier-El Bouthoury

Session thématique « Traitements & Durabilité »

Elaboration de composites bio-sourcés par procédés directs : effet d'un traitement thermique sur les fibres de lin et propriétés induites

L'utilisation de renforts bio-sourcés tend à exacerber des phénomènes déjà limitant lors de l'élaboration de composites par procédés directs tels que le comportement mécanique des renforts et de l'interface fibre/matrice, la stabilité dimensionnelle des renforts, leur imprégnation et la modification de perméabilité qui en découle. Un traitement thermique est appliqué à des fibres de lin à l'échelle du tissu pour que ceux-ci puissent servir de renforts à des composites élaborés par infusion. L'effet de ce traitement sur l'écoulement à travers la préforme est abordé à travers l'aspect capillaire que ce soit à l'échelle microscopique, mésoscopique et macroscopique.

M.F. Pucci, P.J. Liotier, S. Drapier

Amélioration de la durabilité et des propriétés d'un éco-composite par un traitement par décharge Corona

L'étude vise à améliorer les propriétés d'un éco-composite UD lin/polyester par un traitement préalable du renfort par décharge Corona. Avec ce traitement, le module d'élasticité longitudinal EL du composite lin/polyester croît d'environ +38% en passant de 2900 ± 100 MPa à 4000 ± 100 MPa et sa contrainte de rupture XT augmente de +22% en passant de 130 ± 10 MPa à 160 ± 10 MPa. Dans le cas du composite verre/polyester, EL croît de +21% et XT de +43%. En perspective, l'étude sera complétée par une étude de l'influence de ce traitement sur le vieillissement des composites biosourcés.

E. Padayodi, M. Aghahadi, M. Mahdjoub

Session thématique « Humidité et milieux fibreux »

Influence de l'humidité relative sur le comportement en flexion de matériaux de renfort à base de fibres de lin : impact sur l'apparition des défauts lors de la mise en forme de géométries complexes

Le comportement en flexion de renfort fibreux à base de fibres de lin a été étudié afin de pouvoir mieux comprendre l'apparition de défauts de type boucles ou plis pouvant apparaître lors de la mise en forme de géométries complexes. Les fibres de lin étant très hydrophiles, l'influence de l'humidité relative sur les propriétés de flexion de mèches et de renforts 100% et comelés a été étudié et mis en relation avec l'apparition de défauts lors du procédé de mise en forme.

A. Bassoumi, E. Capelle, P. Ouagne, J. Gillibert, G. Hivet

Influence des variations de teneur en eau sur les propriétés microstructurales et de déformabilité de mats de fibres de lin

Nous avons étudié l'influence de variations de teneur en eau sur la structure et les propriétés hygro-expansives et mécaniques de mats de fibres de lin. Par analyse d'images acquises in situ par microtomographie à rayons X, nous montrons que des phénomènes d'hydroexpansion anisotropes et irréversibles apparaissent à l'échelle de ces réseaux fibreux au cours des séchages et humidifications successifs. Cette analyse multi-échelle montre que ces phénomènes ne sont cependant pas directement liés aux variations des dimensions transversales des fibres. Ces variations peuvent toutefois influencer sur la connectivité des mats de fibres de lin et leurs propriétés mécaniques.

P. Dumont, J. Vigié, F. Martoia, L. Orgéas, S. Rolland du Roscoat, J.F. Bloch, P. Vroman

Analyse de l'influence de l'eau sur le comportement mécanique de l'interface fibre/matrice dans des composites chanvre/epoxy par corrélation d'images numériques

Ce travail a pour but d'étudier les propriétés d'un composite constitué d'un fil de chanvre imprégné dans de la résine époxy. Des éprouvettes ont été immergées dans de l'eau afin d'observer l'influence de l'absorption hydrique sur les caractéristiques mécaniques et sur l'adhésion entre le fil et la matrice. Des essais de traction ont été réalisés sur une micromachine placée sous un microscope optique et les champs de déformation ont été mesurés par corrélation d'images soit sur la face, soit sur la tranche des éprouvettes. Ces champs ont ensuite été comparés à ceux obtenus à partir d'une modélisation par éléments finis.

A. Perrier, F. Touchard, L. Chocinski-Arnault, D. Mellier

Session thématique « Durabilité des composites biosourcés »

Évaluation d'un bio-composite lin/PLA pour une application semi-structurale en environnement opératoire

Le cas d'un bio-composite Lin/PLA destiné à constituer une pièce semi-structurale en environnement opératoire est étudié. L'interaction des produits détergents-décontaminant en milieu opératoire sur le bio-composite est examinée du point de vue de l'absorption et de l'évolution du comportement mécanique en traction. Le problème est abordé par une approche expérimentale et traite de deux cas: vieillissement par immersion et par reproduction du protocole cyclique de nettoyage. La finalité étant d'intégrer l'interaction avec l'environnement opératoire dans le dimensionnement de la pièce.

J. Moothoo, P. Ouagne

Modélisation du vieillissement hydrothermique de composites biosourcés à fibres courtes

Afin de répondre à la problématique de durabilité posée par les composites à renfort lignocellulosique, les travaux menés dans cette étude ont eu pour objectif de prédire la perte de rigidité de tels matériaux et leur durée de vie dans des conditions hydrothermiques. Un modèle numérique en éléments finis calé sur des mesures expérimentales menées sur des composites PLA/lin est proposé. Il permet de simuler l'évolution simultanée de la diffusion hydrique au sein de l'échantillon et de sa rigidité. L'utilisation conjointe d'un modèle analytique d'homogénéisation permet in fine d'estimer la dépendance du comportement élastique des constituants (fibres et matrice) à la teneur en eau au sein du composite pour différents taux de fibres, températures et temps de vieillissement.

A. Regazzi, R. Léger, S. Corn, P. Lenny

Vieillessement humide d'un composite jute/époxy

Ce travail porte sur le comportement diffusif d'un composite jute/époxy fabriqué par un procédé d'infusion. Les cinétiques de diffusion associées au gonflement hygroscopique ont été mesurées pour différents environnements humides. Les résultats montrent un comportement diffusif différent entre les composites et leurs constituants ainsi qu'une dilatation hygroscopique élevée dans la direction normale des échantillons. Ceci peut être corrélé à la déformation radiale très importante des fibres de jute. Des simulations numériques par éléments finis ont également montré que les fibres dans le composite n'atteignent pas la totalité de la capacité maximale d'absorption obtenue lorsqu'elles sont libres de se déformer.

A. Céline, T. Peret, S. Fréour, P. Casari, F. Jacquemin

Modélisation multi-échelle de la diffusion d'eau dans un composite UD Polyester/Lin

La durabilité d'une structure en service peut être prédite en s'appuyant sur la simulation numérique de son comportement et, pour le cas où l'eau est impliquée, par la modélisation de la diffusion de ce solvant dans le matériau. Pour les matériaux composites, cette modélisation est rendue complexe par la nature hétérogène du matériau et par sa structuration multi-échelles. Des approches analytiques ont donné des résultats satisfaisants (El Hadi et al., 2016), mais elles négligent la microstructure réelle du composite en approximant les gradients locaux. Une approche numérique semble alors pertinente, d'autant plus si l'on s'intéresse à des composites renforcés par des fibres naturelles hydrophiles.

R. Léger, G.Apolinario Testoni, S.Corn, A.Bergeret, J.M.Haudin, P.Ienny

Session thématique

« Fatigue des composites biosourcés »

Modes de rupture d'une structure éco-composite sandwich soumise à des sollicitations statiques et dynamiques

Cette étude présente la réalisation et la caractérisation mécanique d'une structure éco-composite sandwich constituée de peaux en composite à matrice thermoplastique renforcée par des fibres de lin et d'une âme en balsa. Le comportement mécanique du sandwich a été étudié sous divers types de sollicitations. Les modes de rupture ont été identifiés, dans un premier temps, par des essais statiques en flexion pour différentes configurations. Ensuite, l'évolution de la charge maximale, de l'énergie dissipée et de l'amortissement ont été étudiés en fonction du nombre de cycles dans des essais de fatigue. Enfin, une étude de la réponse de la structure à des impacts à faibles énergies a été réalisée.

A. Monti, A. El Mahi, Z. Jendli, L. Guillaumat

Influence du chargement thermohydrigue sur le comportement mécanique statique, cyclique et dynamique de composites renforcés de fibres de lin

Ce travail porte sur la caractérisation de l'influence d'un chargement thermohydrigue sur le comportement en traction quasi-statique, en fatigue et vibratoire d'un matériau composite lin/époxy unidirectionnel. Les résultats montrent que lorsque ces composites sont exposés à ces conditions hygrothermiques (70°C et 85% d'humidité relative), ils absorbent de l'eau suivant une loi de Fick 1D. L'absorption d'eau induit un changement de l'allure de la réponse en traction, diminue le module élastique d'environ 20% et augmente le coefficient d'amortissement d'approximativement 50%. La résistance sous chargement monotone n'est pas significativement affectée par l'absorption d'eau et la résistance en fatigue est accrue pour les grands nombres de cycles.

M. Berges, R. Léger, V. Placet, V. Person, S. Corn, X. Gabrion, J. Rousseau, P. Ienny, S. Fontaine

Comportement post-fatigue des composites lin-epoxy

La présente étude se concentre sur la caractérisation des propriétés résiduelles de composites de lin-époxy en fatigue. La compréhension de ces propriétés permet la prédiction de la viabilité et la durabilité de ces matériaux à long terme. L'étude s'est concentrée sur la compréhension de l'effet de l'architecture du textile sur les propriétés en post-fatigue telles que: la déformation plastique résiduelle, la dissipation de l'énergie, la dégradation du module de rigidité et les propriétés mécaniques.

F. Bensadoun, K.A.M Vallons, L.B. Lessard, I. Verpoest, A.W. Van Vuure

Modélisation variabiliste de la tenue en fatigue de stratifiés lin/epoxy

L'étude présentée s'intéresse à la prédiction de la durée de vie en fatigue de composites lin/époxy par une modélisation par éléments finis basée sur une loi de cumul de l'endommagement. Des cas-tests déterministes ont permis la validation par les courbes d'endurance expérimentales. Cependant, la prise en compte des variabilités matérielles et géométriques a révélé une prédiction conservatrice, imputable aux phénomènes physiques complexes propres aux biocomposites, non intégrés aux simulations.

P.B. Gning, S. Liang, L. Guillaumat

Conférenciers invités



Prof. Ignaas Verpoest

Propriétés mécaniques des composites renforcés de fibres naturelles sous sollicitations monotone et cyclique

Prof. Ignaas VERPOEST was a full professor at the Katholieke Universiteit Leuven (Belgium) and guiding a group of 8 postdoc researchers and 25 PhD-students.

He is the author of more than 210 journal papers, about 500 conference papers and 3 books, and holds 15 patents. Since September 2013, Ignaas Verpoest is emeritus professor at KU Leuven. Prof. Verpoest is holder of the Toray Chair in Composite Materials at KU Leuven. He was President of the European Society for Composite Materials (ESCM), and of the International Committee on Composite Materials. Prof. Ignaas Verpoest won several awards, amongst others the Descartes Prize for Science Communication of the European Commission (2004), the International Fellowship of the Society for the Advancement of Materials Processing and Engineering (SAMPE, 2009) and of the International Committee on Composite Materials (ICCM, 2009). In 2014, he was awarded the 'Medal of Excellence in Composite Materials' of the University of Delaware. He is also co-founder and board member of the company Econcore, worldwide producer of innovative honeycomb cores



Prof. Fabrizio Scarpa

Fibres naturelles et composites hybrides: propriétés mécaniques et physiques

Dr Fabrizio Scarpa obtained a MEng in Aeronautical Engineering and a PhD in Machine Design at the Politecnico of Torino, Italy. In 1997 he joined the Dynamics Research Group at the University of Sheffield to work in the field of negative Poisson's ratio materials for vibroacoustic applications. He then became Lecturer and Senior Lecturer at the Department of Mechanical Engineering of Sheffield working as Aerospace Departmental Coordinator and International Student Exchange Officer. He joined the Department of Aerospace Engineering in Bristol in 2005.

His research activities span the field of auxetics (foams and honeycombs), shape memory alloy honeycombs, smart multifunctional cellular solids, viscoelasticity and structural-acoustic coupling. Dr Scarpa is Principal Investigator in EPSRC, European Framework 6, Transfer Technology partnerships and DTI projects, working also in International Collaboration projects with US Army ARO and Georgia Institute of Technology.

Dr Scarpa is a member of the Royal Aeronautical Society and features in the Editorial team of the Aircraft Engineering and Aerospace Technology Journal.



Dr Antoine Le Duigou

Comportement hygrosopique des biocomposites : Verrous et opportunités

Dr Antoine Le Duigou obtained in 2010 a PhD in Natural fibre composites aging and interfacial characterization at the South Brittany University and Ifremer (France). In 2011 he became associate professor in South Brittany University where he is still supervising students on Eco-materials for Eco-buildings. He is the author or co-author of more than 35 journal papers and held around 50 conferences. He is member of AMAC and participates to the scientific committee of the French Society of Adhesion (SFA).

Research topics are focused on multiscale evaluation of aging and interfacial mechanism on natural fibre composites and more recently on bio-inspiration with the development of hygromorph biocomposites inspired by natural actuators such as pine cone. He was awarded in 2009 by JEC environmental prize.



Organisé par le département
Mécanique Appliquée
de l'institut FEMTO-ST

Sous l'égide du groupe de
travail « Ecomatériaux »
MECAMAT/AMAC

Avec le soutien de la SFMC
et du Pôle de compétitivité IAR

<http://events.femto-st.fr/ecomat-besancon2016/>

Contact : ecomat-besancon2016@femto-st.fr

