

Congrès Les composites hautes performances : de la petite série à la grande diffusion

20 et 21 juin 2018

CCI de Nantes – Centre des Salorges



Organisé conjointement par la SFIP, le CETIM, l'IRT Jules Verne et le Technocampus Composites, avec le concours de JEC Group, Centrale Nantes, l'IRT M2P, l'IRT Saint-Exupéry, le GPA et Plasti Ouest, ce congrès a rassemblé **plus de 140 personnes** représentant environ **73 raisons sociales** dont 51 sociétés industrielles (fabricants de matières premières, transformateurs et donneurs d'ordre) et 22 entités, organismes de la filière plasturgie et grands centres universitaires ou écoles.

Les matériaux polymères composites se sont progressivement développés dans tous les secteurs industriels. En 2017, le marché global des composites a atteint 74 milliards d'Euros et a crû d'environ 5% par an tous les dix ans. En 2017, la production globale des composites s'élève à environ 11 millions de tonnes.

Les matériaux composites structuraux sont de plus en plus utilisés dans les domaines des **transports (automobile, aéronautique, ferroviaire, nautisme) et des énergies renouvelables (éoliennes, hydroliennes)**. Leurs développements croissants répondent aux attentes de performances mécaniques élevées, de grandes possibilités de mise en forme, d'aspects originaux, d'une faible maintenance, d'efficacité énergétique et d'allègement.

Toutefois, de nombreux challenges restent à relever par ces industries pour atteindre la grande diffusion. Afin de faire un point d'avancement des progrès réalisés durant ces deux dernières années et dans la continuité des deux précédents congrès (Nantes 2014 et Saint-Avold 2016), la SFIP et ses partenaires se sont associés pour organiser ce nouveau congrès.

Ces deux journées ont permis de faire un état de l'art sur les dernières innovations proposées par l'ensemble des acteurs de la filière des composites et ce particulièrement dans les applications aéronautiques et automobiles.

Outre la conférence d'ouverture, ces journées étaient articulées autour de **18 conférences**, réparties en 3 sessions (les **applications aéronautiques**, les **leviers pour atteindre la grande diffusion** et les **applications automobiles**), une **visite du Technocampus Composites** et une **exposition** rassemblant neuf stands où étaient représentées les sociétés suivantes : Basaltex, Bollhoff, Borealis, Clariant, Exotest, Hexion, Inovev, Repsol, SGS.

Christophe CHAMPENOIS et **Gérard LIRAUT** ont ouvert le congrès avec respectivement une présentation du CETIM à Nantes et une présentation de la SFIP.

Conférence d'ouverture

Frédéric REUX – JEC Group: Overview and dynamism of the composites industry.

Au cours de cette conférence, un panorama, abondamment documenté, est présenté :

- Poids des composites comparativement aux autres matériaux,
- Répartition et évolution future des marchés mondiaux selon les secteurs d'applications,
- Futures grandes tendances d'évolution des matériaux (matrices TP/TD et fibres de carbone) et de leurs procédés de mise en œuvre destinés à la grande diffusion,
- Challenges à relever pour satisfaire les demandes futures,
- Importance croissante du marché asiatique,
- Evolution du marché mondial de l'automobile.

Session 1 : Les applications aéronautiques

Damien SIREUDE – STELIA Aerospace : Composites in aerostructures at Airbus: from ATR72 to A350XWB and beyond

Après une brève présentation de STELIA Aerospace, la répartition de ses principales activités, les avantages et les inconvénients de l'utilisation des composites renforcés fibres de carbone sont décrits. Les applications en aérostructure, en forte croissance depuis ces dix dernières années (A 380 → A350 XWB), sont illustrées de l'ATR 72 à l'A 350.

Des exemples concernant le fuselage montrent la concurrence métal/composites et les challenges industriels à satisfaire. En conclusion, les évolutions futures sont présentées en fonction des types d'avions.

Florence SAFFAR – ONERA : Out-of-autoclave manufacturing of carbon/PEKK composites: influence of process parameters on the interlaminar consolidation

Cette thèse, effectuée à l'IMT Lille Douai, montre l'évolution des composites TP pour l'aéronautique (carbone/époxy → carbone/PEEK → carbone PEKK) et des procédés de mise en œuvre (autoclave $p \geq 5-6$ bars → étuve ≤ 1 bar). L'enjeu est de produire des pièces sous faible pression avec un haut niveau de qualité et à faible coût. Les conditions optimales retenues pour les matériaux et les procédés sont décrites. Il est ainsi démontré que le procédé hors autoclave est une bonne alternative pour produire des pièces carbone/PEKK de haute qualité à des coûts moindres.

Mohcine HASSAR – SINTEX NP : Thermoplastic over molding: a new challenge to integrate this process in aeronautics

Après une présentation de SINTEX NP (le déploiement en Europe, les différents marchés, les technologies mises en œuvre : injection et estampage CFRP), le développement d'un procédé one-shot permettant **simultanément** de surmouler et d'estamper des composites TP pour l'aéronautique est décrit (avantages et inconvénients). Ces travaux sont illustrés par la réalisation de pièces prototypes qui montre les difficultés à résoudre pour satisfaire les exigences aéronautiques : caractérisation des interfaces, simulation numérique des procédés et des caractéristiques mécaniques et Contrôle Non Destructif.

Denis ESPINASSOU – CETIM : QSD, an optimization methodology to use at best tailored preform process

Le CETIM développe depuis 2015 une ligne pilote permettant de produire à forte cadence des pièces composites TP (procédé **QSP**). Afin d'optimiser ces fabrications, de trouver le meilleur compromis coût/performance et d'offrir une grande liberté de conception au niveau des empilements, une nouvelle méthode de conception « design to cost » (**QSD**) a été développée en collaboration avec l'**ONERA** et **ALTAIR**. Elle comporte trois étapes : optimisation des matériaux, optimisation des préformes et identification de l'agencement des patches. L'optimisation de QSD est en cours : projet européen de cache hublot.

Nicola PICCIRELLI – SAFRAN : Composite materials for aircraft equipments: impact of critical service conditions on the performances of new generation of resin systems

SAFRAN/ZODIAC Aerospace est fournisseur d'équipements et de moyens de propulsion pour les avionneurs (exemples de pièces). L'intérêt de l'utilisation des matériaux composites est illustré par le gain de masse obtenu / titane pour les aubes des moteurs CFM - 5C → LEAP : - 40% (soit 500kg/moteur) et - 15% de consommation carburant. L'évolution des matériaux et des procédés pour satisfaire les exigences futures : température (250°C), production « grande série » ($\geq 13\ 000$ moteurs / an), réglementations et réduction des coûts sont décrits. En conclusion, il est mentionné que les matrices polymères offriront dans le futur un avantage compétitif pour l'industrie aéronautique.

*Cette session a été clôturée par une **intervention de Madame Stéphanie HOUEL, Vice-présidente du Conseil Régional des Pays de Loire en charge de la recherche, de l'innovation et de l'enseignement supérieur**. Les quatre plateformes Technocampus de la région ont été présentées : Smart Factory, Océan, Alimentation et Composites. Un zoom sur ce dernier a permis d'en décrire les moyens, les objectifs et les acteurs. Par ailleurs, la création de quatre nouveaux Technocampus est annoncée : robotique et cobotique, acoustique, électronique du futur et énergie.*

Session 2 : Les leviers pour atteindre la grande diffusion

Guillaume CLEDAT – ARKEMA: Elium resins for high production rate process: C-RTM / Pultrusion / Sheet Molding Compound

ARKEMA a présenté sa famille de résines thermoplastiques fluides et réactives ELIUM (leur chimie et leurs propriétés respectives sont décrites). Renforcées par des fibres de verre et/ou de carbone, elles permettent d'élaborer des matériaux composites hautes performances adaptés aux procédés C-RTM / FAST-RTM, Pultrusion et plus récemment SMC, et utilisables dans les transports, le bâtiment et les éoliennes. De nombreux exemples illustrent ces applications. De plus, les résines ELIUM sont facilement recyclables suivant deux procédés : le compoundage et la dépolymérisation.

Francisco DE OLIVEIRA – CHOMARAT: Non-Crimp glass Fabrics with high resistance stitching yarn for thermoplastics processes in automotive industry

Après une brève présentation du groupe Chomarat et de sa gamme de tissus (GF et CF) dédiés aux attentes de l'industrie automobile, les matériaux NCF (Non Crimp glass Fabrics) sont décrits : ce sont des assemblages multi matériaux multiplis réalisés à l'aide de coutures spécifiques (fibres de verre enrobées de résines PA) permettant d'atteindre des hautes performances à des coûts compétitifs. L'application de cette technologie à des « organo-sheets » polyamides, développés en collaboration avec **DUPONT**, est illustrée au travers d'un développement particulier : une poutre latérale de renfort de portière.

Frédéric RUCH – CETIM-CERMAT: ThermoPRIME and ThermoSaic technologies: 2-in-1 line for high performance recycled thermoplastic composites

Au cours de cette conférence sont présentés les marchés des plastiques et des composites (les quantités produites et recyclées, ainsi que les tendances futures) et les deux procédés de recyclage proposés par le CETIM-CERMAT :

ThermoPRIME : des broyats de plastiques sont insérés entre deux couches de tissus de verre et compactés à chaud permettant l'obtention de panneaux stratifiés hautes performances.

ThermoSaic : des broyats de composites sont simplement compactés à chaud permettant l'obtention de plaques composites de plus faibles propriétés.

Ces deux procédés sont illustrés par une vidéo et des applications potentielles sont montrées.

Mehdi MARIN – IRT Jules Verne: High rate & cost-effective local reinforcement of polymer components for the industry

L'IRT Jules Verne développe des technologies hybrides et innovantes de mise en œuvre pour répondre aux attentes de l'industrie automobile : réduction des temps de cycle, intégrations de fonctions et liberté de conception. Ces nouveaux procédés concernent le surmoulage de pièces structurales, les assemblages composite/métal et enfin les renforcements locaux à l'aide de fibres continues sur des pièces injectées : le **projet FORTAPE**. Celui-ci est dédié à la réalisation d'un panneau de porte résistant au crash. Les résultats obtenus montrent : un procédé automatisé et mature, des surcoûts limités, une utilisation des outils de simulation existants applicables et des temps de cycle réduits.

Jean POURTIER – IRT M2P: High cadency RTM manufacturing: optimisation of stamping process for preform realization

Les activités et les objectifs de l'IRT M2P sont présentés. La priorité est donnée au développement de plateformes technologiques répondant aux attentes des industriels de l'automobile. Les projets FAST RTM et FAST FORM sont ensuite décrits. Ce dernier concerne plus particulièrement l'estampage de renforts textiles secs : description du procédé et des méthodes de simulation (Bias extension test). Les résultats expérimentaux sont comparés aux prédictions. L'état de l'art du projet FAST FORM et les travaux d'optimisation en cours sont présentés.

Lionel SCHAAL – ROCTOOL: Roctool launches an innovative composite process: Light Induction Tooling

Après une présentation de la technologie LIT de Roctool et de ses déclinaisons pour la plupart des procédés de mise en œuvre des matériaux composites, des exemples d'applications pour les pièces extérieures et intérieures d'automobile et pour des pièces de structure aéronautique sont commentés.

Philippe LE MERRER – DECATHLON et Denis ESPINASSOU – CETIM: Thermoplastic composites for large scale production of sports and leisure products

Decathlon a pour objectif de concevoir et de vendre ses produits ; les fabrications sont externalisées. L'utilisation, depuis 40 ans, de matériaux composites TD dans les articles de sport est présentée ; toutefois les procédés restent manuels et peu automatisés. L'introduction de composites TP présente des potentiels intéressants : intégration de fonctions, grande capacité de production, esthétisme, coûts. Afin d'évaluer ces potentiels, Decathlon a mis en place, en collaboration avec le CETIM à Nantes (procédé QSP), un projet démonstrateur d'une planche de skate board. Celui-ci est décrit : cahier des charges, conception, choix des matériaux, performances, aspect et coûts du procédé. Les résultats obtenus et les optimisations futures pour atteindre les objectifs fixés sont décrits.

Emmanuelle BERLIRE et Yann BERNARD – BOLLHOFF, Xavier BRANCAZ – IPC et Clément CALLENS – CETIM: In-moulding structural fasteners for composite materials – IMTEC HR products family

Le marché cible de Bollhoff est le développement de fixations innovantes destinées à l'industrie automobile grandes cadences. Deux nouvelles technologies de fixations destinées aux structures en composites qui s'intègrent dans les procédés de moulage ont été mises au point : **IMTEC HR (In Moulding Technology, High mechanical Resistance fastener for composite materials)**. Ces fixations sont décrites (applications, conception, performances mécaniques). Deux exemples d'intégration dans les procédés illustrent ces développements : l'un avec **IPC (SMC, estampage, C-RTM)**, l'autre avec le **CETIM Nantes** (intégration dans le procédé QSP). Les performances obtenues montrent que IMTEC HR répond aux objectifs : applications structurelles, intégration dans les procédés et aptitude aux grandes cadences.

Session 3 : Les applications automobiles

Fabrice GIAUME – DUPONT: Organo sheets, thought for high throughput: manufacturing process and their simulation

Dans un premier temps, il est montré que les « organo sheets », ou tôles organiques ou thermoplastic composite materials, sont très proches des tôles métalliques : présentation et procédés de mise en œuvre (pliage et emboutissage à chaud). La simulation de l'estampage d'une poutre réalisée avec le matériau DUPONT™ VIZILON® SB63G1 est décrite (utilisation du logiciel **ANIFORM** en collaboration avec **TPRC – Thermoplastic Composites Research Center**). Enfin, la description de l'estampage du Vizilon® montre que ces matériaux peuvent se mettre en œuvre de façon similaire aux tôles métalliques : équipements, outils de simulation et temps de cycle.

Maxime GROJEAN – GAMING Engineering, Erwan TESSIER – FAURECIA et Pascal LIGOT – PSA Groupe : Foster the growth of high performance composite materials by simplifying their integration and assembly in large-scale multi-material environments

Cette conférence présentée conjointement par Gaming Engineering, Faurecia et PSA Groupe se propose de répondre à la question suivante : quel est l'impact de l'introduction de pièces composites sur les lignes actuelles d'assemblage automobile ? Le succès de l'introduction progressive du mix-matériaux (tôles acier, aluminium et composites) repose sur des assemblages multi-matériaux sans nécessiter d'investissements et en conservant le soudage par point. Pour ce faire, Gaming Engineering présente la technologie **ERWIN** (Electric Resistance Welding Insert). Celle-ci est décrite et illustrée par l'assemblage du plancher AR Faurecia en SMC sur une caisse PSA en acier. Par ailleurs, Gaming Engineering présente deux autres technologies d'assemblage permettant l'introduction de fonctionnalités sur pièces composites : **SNIPESERT** et **MFAST** : intégration « one-shot » de fixations lors de la fabrication des pièces composites, sans reprise et sans surcoût.

Thierry RENAULT et Justine MARTIN – FAURECIA : Comcat project: thermoplastic composite behavior during e-coating process

Faurecia présente le projet Comcat (comportement des pièces composites durant le passage de la caisse en cataphorèse), une étude commune réalisée par **PSA Groupe, Centrale Nantes et Faurecia** dans le cadre de l'association **Excelcar**. Il s'agit de définir une procédure de validation pour étudier : la non pollution du bain de cataphorèse, l'influence du cycle de cataphorèse sur les performances mécaniques et l'intégrité du composite, la stabilité géométrique de la pièce. Les conditions d'essai et les résultats obtenus sont décrits ainsi qu'un essai en vraie grandeur sur un renfort de porte (matériau Vizilon® SB6361-TI5) : comportement thermomécanique, stabilité géométrique et simulation numérique. L'ensemble de ces résultats positifs permet d'envisager l'extension de ces travaux à d'autres matériaux : pièces TP surmoulées, pièces SMC et RTM.

Roland HERCOUET – COOPER STANDARD et Adrien KREIS – PSA Groupe : Composite engine mount

Après un rappel des résultats obtenus lors du projet DYNAFIB (système anti vibratoire en composites TP renforcé par des fibres de carbone) développé de 2013 à 2016 (gain de masse -50% /aluminium, performances mécaniques conservées), cette conférence présentée conjointement par Cooper Standard et PSA Groupe décrit le développement en grande série d'un support moteur gauche pour la plateforme EMP2 PSA : examen de la concurrence, analyse fonctionnelle, sollicitations mécaniques comparativement aux différents supports moteurs, description du procédé de fabrication (moulage partie en caoutchouc, enroulement des fibres de carbone et surmoulage du PA 66) et validation. Les résultats obtenus mettent en évidence : un gain de masse de - 35% / version aluminium, la validation de la conception et du procédé par analyse par éléments finis et permettent d'envisager une approche robuste du comportement de la pièce et un procédé de fabrication compétitif.

Gérard LIRAUT – Groupe RENAULT: The smart composites and their opportunities

Après une brève présentation de l'Alliance Renault-Nissan-Mitsubishi, il est rappelé que la forte sévèrisation de la réglementation CO2 impose à l'industrie automobile de prendre en compte tous les leviers qui permettent de réduire l'empreinte carbone, à savoir : chaîne de traction, architecture, aérodynamisme, effort de roulement et allègement. Celui-ci restera un levier important pour compenser les masses additionnelles dues aux nouvelles fonctionnalités générées par les véhicules électrifiés, connectés et autonomes. Toutefois, la réduction des coûts restant prioritaire, l'allègement par les composites ne pourra avoir lieu que, soit en diminuant le coût des matières premières (exemple : les fibres de carbone, voir projet FORCE), soit en développant des « smart composites » qui apporteront de nouvelles fonctionnalités telles que : tenue au crash et à la fatigue, réduction des émissions sonores, transmissions d'informations, électrification ou amélioration du confort, ...

Visite du Technocampus Composites



Technocampus Composites

Lors de ce congrès, une demi-journée a été consacrée à la visite de 6 ateliers du Technocampus Composites :

- **Atelier Airbus innovation – Didier FILLEUL**
Démonstration et description d'un moyen de placement de fibres de carbone 16 mesh sur résine PEKK comprenant la dépose d'une protection foudre à base de cuivre. Ce procédé permet de bénéficier de tous les avantages des composites thermoplastiques : pas de souci de stockage de la résine, soudure induction et ultra-sons.
- **Atelier Airbus Technocentre – Denis BOURDY et Eric RAMBAUD**
Airbus Technocentre est une plateforme de services dans les domaines suivants : démonstrateurs pour l'ingénierie, essais acoustiques, mise en œuvre de composites TP pour caractérisations, réparation pour les compagnies aériennes avec formation des équipes. Les moyens suivants ont été présentés : mise au point d'encadrements de pare-brise, réalisation d'un caisson central de voilure (procédé one-shot) et machine de placement de fibres TD associée au drapage en vertical d'un panneau de fuselage double courbure d'A 350.
- **Atelier IRT Jules Verne- Philippe LE BOT et Céline MERCADER**
 - 1 - Présentation du projet FORCE (CANOE) : fabrication de fibres de carbone à partir d'un précurseur à base de cellulose avec un objectif de 8 € / kg. Une ligne de fabrication en continu (capacité 1 à 4 tonne/an) sera opérationnelle à Lacq fin 2018.
 - 2 - Le projet HOBIT est décrit : fabrication one-shot d'une pale d'hydrolienne comprenant la semelle métallique et des capteurs intégrés pour assurer la maintenance.
 - 3 - Présentation d'une presse verticale, associée à un four IR et un robot permettant de fonctionnaliser une pièce injectée par des renforts de fibres composites (voir conférence de Mehdi MARIN).
- **Atelier CETIM, plateforme QSP-Clément CALLENS, Elise DREANO, Franck BORDELLIER**
Démonstration de la plateforme QSP avec réalisation d'une poutre AV de pare-choc en composite TP : mise en place de la préforme, chauffage IR, estampage, surmoulage pour fonctionnaliser la pièce. La préforme plane est optimisée grâce à la démarche QSD.
- **Atelier CETIM, plateforme Spide - Benoit COURTEMANCHE**
Démonstration de la plateforme SPIDE dédiée à l'enroulement filamentaire assisté par laser pour la fabrication en thermoplastiques de réservoirs sous pression et de canalisations. Description des essais spécifiques développés pour caractériser des pièces circulaires / pièces habituellement planes.

- **Atelier CETIM, laboratoire de validation des polymères et des composites – Emmanuel VASSOR, Alexandre PEROU**

Ce laboratoire nouvellement installé rassemble toutes les activités polymères et composites du CETIM. Il est dédié à Airbus mais également à toutes les industries. Il emploie 40 personnes travaillant en 2x8 et réalise un C.A. annuel de 4 millions d'€. Les différents moyens d'essais sont présentés : mise en peinture, essais mécaniques, vieillissements thermique et humide, microscopie, essais physico-chimiques (HPLC, DMA, IR, TGA, Rhéologie, DSC...), essais chimiques, préparation d'éprouvettes y compris usinage. Il est certifié ISO 17027, NATCAP, AIRBUS, SAFRAN DASSAULT...

Conclusion :

Au terme de ces deux journées, Gérard LIRAUT a conclu ce congrès en ces termes :

« Ce congrès a permis de faire un point d'avancement sur l'application grande série de matériaux composites dans le monde de l'éolien, de l'aéronautique et de l'automobile sur l'ensemble de la chaîne de valeur. Je constate que les niveaux de maturité atteints en simulation, essais, temps de cycle, recyclage, peuvent être perçus différemment entre par exemple l'automobile et l'aéronautique. Mais les solutions sont là. Nous avons à notre disposition un ensemble de solutions : fibres, textiles, résines, outils de simulation, plateformes technologiques, procédés de mise en œuvre, essais-validations et recyclage.

Cependant, le coût actuel de ces matières (surtout les fibres de carbone) conduit à un compromis technique/économique n'apportant pas une valeur suffisante pour être appliqué dans certains secteurs.

Il faut donc poursuivre pour améliorer ce ratio en diminuant les coûts, en améliorant la connaissance et l'efficacité sur la chaîne complète de valeur et en créant d'autres fonctionnalités qui rendront évidente l'utilisation des composites.

Bon retour et à très bientôt à la SFIP. »