

**Les matériaux polymères**  
**dans le domaine du sport et des équipements sportifs**  
**Colloque SFIP-CNEP-ENSCCF**  
**Mercredi 11 et jeudi 12 février 2015**

*Ce colloque s'est tenu à Clermont-Ferrand dans les locaux du pôle commun Polytech-ISIMA, sur le campus universitaire des Cézeaux. Chacune des trois entités avait une motivation particulière pour organiser ce colloque. Pour la SFIP, il s'agissait d'organiser pour la première fois une rencontre entre le monde des polymères et celui du sport et loisirs. Le CNEP, pour sa part, a une activité importante dans ce domaine pour lequel il traite les problèmes de durabilité. Enfin l'ENSCCF permet dans son cycle préparatoire à des étudiants sportifs de bon ou très bon niveau de mener de front leurs études et leur carrière sportive dans une ville où ils peuvent s'exprimer grâce des installations sportives de qualité.*

*Le colloque a rassemblé sur deux jours 88 personnes, représentant 22 sociétés industrielles, 10 centres techniques ou clusters, 8 écoles ou laboratoires de recherche, 4 associations ou institutionnels locaux. Les thèmes proposés dans l'appel à communication ont permis d'établir un programme articulé en trois sessions :*

- *Approches diverses des matériaux polymères dans le sport,*
- *Les polymères dans les installations sportives,*
- *Les polymères dans les équipements et accessoires sportifs.*

En ouverture du colloque, **Jacques Lacoste** a accueilli les participants puis il a présenté **le CNEP dont il est directeur**. **Gérard Liraut, président de la SFIP** et **Sophie Commereuc, directrice de l'ENSCCF** ont, à leur tour, présenté leur entité.

### **Approches diverses des matériaux polymères dans le sport**

**La première session du congrès** a été ouverte par **Robin Lamy de Sporaltec**, cluster d'innovation pour l'industrie du sport en région Rhône-Alpes. Il a présenté le panorama des matériaux polymères dans ce domaine, dans une première partie, en donnant les chiffres du marché du sport aux niveaux monde, Europe et France. Il a précisé les tendances du marché en France (CA de 9,7 milliards € en 2013 / + 1,3% par rapport à 2012) : croissance du marché des chaussures de sport et du matériel, et des équipements pour le vélo (croissance très importante du vélo électrique), baisse pour le matériel de ski et légère baisse pour les textiles sportifs, en général. Par ailleurs, on dénombre 350 000 infrastructures sportives en France, généralement gérées par les municipalités. Elles représentent un budget global de 9,4 milliards € par an. Un investissement spécifique de 2 milliards € est prévu pour l'Euro de Football 2016 organisé en France. Dans une deuxième partie, il a illustré avec quelques exemples comment l'innovation par les polymères constituait un levier de croissance pour ce marché : amélioration de l'équipement, plastronique, biomatériaux, amélioration de la sécurité, développement de nouvelles pratiques...

Dans la conférence suivante, la parole était aux physico-chimistes et **Florence Delor-Jestin de l'ENSCCF** a montré comment la grande diversité des matériaux polymères, des élastomères aux composites, offrait aux ingénieurs une palette de solutions pour concevoir et fabriquer des objets, des structures ou des équipements sportifs. Elle a présenté aussi les techniques de caractérisation disponibles en laboratoire, permettant d'optimiser le choix du matériau pour une application donnée, d'étudier leur comportement en service et d'analyser leur mode de défaillance. La perche du sauteur et les planches du skieur ont servi d'illustration à son propos.

La session s'est poursuivie avec la conférence de **Guillaume Doy de DuPont** qui a montré comment quelques grandes familles de thermoplastiques classiques permettaient de répondre à des exigences de design et d'aspect (PMMA) ou de résistance mécanique (PA-Fibres de verre et POM). Dans ce dernier cas des pièces de mécanismes de vélo (commande de dérailleur unique, potence, levier de frein) illustraient le propos. Il a également évoqué l'utilisation du Surlyn® pour les balles de golf et de l'EVA Elvax® pour la fabrication de semelles de chaussures de sport.

La matinée s'est terminée avec la présentation de **Jérémy Magnias d'Agrocomposites** qui, à travers la description du développement d'un ski avec la firme **Salomon**, a montré comment les fibres de lin pouvaient constituer un renfort qui, combiné avec des fibres de carbone, apporte des propriétés complémentaires au ski : gain de masse et d'amortissement en particulier.

## Les polymères dans les installations sportives

**Dans la deuxième session** dédiée aux installations sportives, une première partie portait sur les pelouses artificielles et les sièges de stade, une autre sur les sols et murs de salles de sport.

Dans la première conférence, après avoir listé les problèmes posés par les pelouses artificielles le **Professeur Jacques Lemaire du CNEP** a développé l'évaluation de leur comportement à long terme. A travers un exemple de contentieux client/fournisseur en Amérique, il a fait l'analyse critique du protocole imposé par la FIFA pour évaluer le vieillissement aux intempéries, sous l'angle de la décoloration. Il a proposé la méthodologie développée au CNEP où sont mises en relation l'évolution des propriétés physiques sous contraintes d'usage et l'évolution chimique du matériau (matrice et additifs) en laboratoire, sous contraintes représentatives. Le protocole d'essai permettant d'évaluer la tenue au photovieillissement (aspect et propriétés mécaniques) mis au point sur cette base a été présenté.

Dans la conférence suivante, après avoir défini les propriétés des PE qui conduisent à de bons matériaux, **Pieter Geerickx de Total** a présenté une gamme de polyéthylènes « métallocène » optimisés pour les pelouses synthétiques. Ils possèdent des caractéristiques générales voisines des LLDPE classiques mais des propriétés d'usage, frottement sur la peau et durabilité (selon le Lisport test de la FIFA), nettement meilleures. Ces matériaux sont plus adaptés à la réalisation de pelouses pour des sports qui impliquent des contacts entre les joueurs et le terrain, comme le football ou le rugby.

Pour terminer cette séquence, **Laurent Jayle de RadiciGroup** a décrit les différents matériaux utilisés pour les pelouses artificielles (PE, PP, PA) en donnant les avantages et les inconvénients pour chacun. Il a montré la supériorité d'une pelouse constituée de fils de PE, configurés par biomimétisme sous la forme « Lob ». Ce sont les plus performants selon le Lisport test de la FIFA.



Dans une deuxième partie de sa présentation, il a décrit des sièges fournis pour équiper des stades au Brésil utilisés pour la coupe du monde de football 2014. Le challenge est de réaliser le bon compromis résistance mécanique/ tenue au feu / stabilité lumière. La solution retenue pour les assises est un PA6 renforcé par des fibres de verre, ignifugé sans halogène ni phosphore et stabilisé UV.

La conférence suivante faite par **Giampiero Manca de Clariant** portait précisément sur la gamme de mélanges-maîtres disponibles pour colorer et stabiliser les polymères utilisés pour les sièges de stades. Des applications concernant des assises de sièges en PP et en PA, répondant aux réglementations feu nationales et internationales, ont été présentées. Pour des applications ne nécessitant pas de résistance au feu, une protection de 10 ans peut être obtenue avec une stabilisation UV renforcée.

Les deux dernières conférences de la session étaient relatives aux espaces sportifs intérieurs. **Bastien Puech de Gerflor** a présenté les exigences sur les revêtements de sol de salle de sport, décrites dans la norme européenne (EN 14904). Les principales propriétés à optimiser sont l'absorption de choc, la déformation verticale et le glissement. La conception d'un revêtement hétérogène à déformation ponctuelle est basée sur une couche compacte, un renfort et de la mousse. L'analyse mécanique dynamique (DMA) est un outil de choix pour caractériser les matériaux et identifier les meilleures solutions.

**Thierry Grossetête de PolyDyam** et **Jean-Philippe Thomé d'Acoudesign** ont présenté l'optimisation de l'acoustique des complexes sportifs souvent de mauvaise qualité, en raison notamment de la présence de matériaux fortement réfléchissants sur les murs et sols des locaux. Une approche structurale pour optimiser la perception acoustique est proposée. Elle consiste, après une phase d'analyse, à créer un modèle acoustique numérique et simuler les solutions et matériaux innovants pour la correction acoustique et la sonorisation. La conférence s'est terminée par la démonstration d'une solution sonore utilisant des transducteurs magnétostrictifs qui a permis « d'entendre » comment les matériaux en tant que surface rigide, peuvent constituer un support à la génération du son.



*Cette deuxième session était illustrée en soirée par une visite des installations sportives du stade Marcel Michelin utilisées pour la pratique du rugby de haut niveau.*

## Les polymères dans les équipements et accessoires sportifs

**La troisième session** portait sur les polymères dans les équipements et accessoires sportifs, elle a occupé toute la deuxième journée du colloque.

Elle a été ouverte par une conférence d'**Aristide Wolfrom de Babolat** sur l'innovation. Il a décrit les grandes étapes de l'histoire de Babolat, et montré comment un spécialiste du cordage de tennis en boyau naturel est devenu, grâce à l'innovation, un fabricant de raquettes puis de chaussures. Cette dernière étape de diversification s'est faite via un transfert de technologie de Michelin sur son expertise de contact au sol. Au-delà de l'innovation sur les matériaux, l'ajout de fonctions connectées sur la raquette en vue d'enregistrer les données spécifiques de chaque joueur est un nouvel axe d'innovation.

**René-Paul Eustache d'Arkema** a ensuite présenté les nouveaux développements des PEBA dans le domaine des équipements de sports d'hiver. Ce sont des copolymères blocs à base de PA pour les segments rigides et de polyéther pour les segments souples. L'utilisation de PA11 permet de qualifier le matériau de biopolymère et lui confère une plus grande rigidité permettant d'alléger les chaussures de ski tout en conservant la tenue au choc à froid, la flexibilité et la tenue en fatigue. De nouveaux tests d'évaluation mécanique ont permis de mieux appréhender le comportement à la fissuration et de concevoir des produits plus résistants. Des études de vieillissement réalisées en collaboration avec le CNEP ont permis d'optimiser la durabilité de ces nouveaux produits et de garantir leur performance dans le temps.

**Jérôme Bodillard**, étudiant en thèse au **CEMEF**, a présenté l'avancement de ses travaux sur la résistance au glissement des chaussures de randonnée et de trail. Ce travail, réalisé pour **Amer Sports FOOTwear**, consiste à revisiter la norme EN ISO 13287 qui permet de mesurer les propriétés d'adhérence et de frottement résumées par le terme Grip. Parmi les améliorations à apporter à la norme, deux points ont été développés : la mesure du grip qui dépend grandement de la préparation de surface de la chaussure, ce qui n'est pas spécifié précisément dans la norme, et la mesure du coefficient de frottement en fonction du temps qui se fait dans la partie dynamique de la courbe et ne prend pas en compte la transition statique-dynamique.

**Fabien Resweber de MCPP** a montré comment les contraintes réglementaires liées aux polymères étaient prises en compte dans le marché du sport et loisirs. Sa société intervient dans le marché de la semelle de chaussure en fournissant des matériaux allant du caoutchouc aux élastomères thermoplastiques en passant par le PVC. Après avoir défini comment se décline le terme « Safe », il a cité les réglementations sur les substances interdites (REACH) mais aussi les référentiels ou normes spécifiques à certaines industries que MCPP prend en compte par anticipation. Ceci les conduit parfois à changer de famille chimique pour une application donnée. Une bonne communication avec leurs fournisseurs de matières premières est capitale pour satisfaire au mieux ces nouvelles exigences réglementaires.

**Christine Courroy de l'Itech** et **Robin Lamy de Sporaltec** ont présenté le prototype d'un vêtement de trail incluant une fonction sac-à-dos, résultat du projet collectif ANT-TEX « Atelier Nouvelles Technologies Textiles » piloté par le cluster Sporaltec en région Rhône-Alpes. Au-delà de ce résultat concret, le but était de revaloriser le savoir-faire français et de développer des technologies alternatives (innovation) dans la découpe et l'assemblage de textiles. La découpe et la décoration par laser et le thermocollage ont été finalement choisis parmi les différentes technologies expérimentées.



**Edouard Ferry du CEDREM** (Centre Etude en Dynamique Rapide Explosion et Multiphysique) a montré comment, à l'aide de la méthode aux éléments finis en simulation numérique, on peut prévoir le comportement de structures complexes sous sollicitations (lentes ou rapides). On peut alors optimiser les paramètres de conception, matériaux, forme, assemblages... L'exemple d'une protection contre les chocs pour motocycliste a été déroulé. Cette pièce doit répondre aux exigences d'une norme (NF EN 1621-2) qui sert de méthode de validation. La solution retenue est une plaque de polymère formée d'alvéoles hexagonales rainurées et nervurées, introduite dans un gilet fabriquée par Le Gilet Français.

**David Valleré de la société Kurz** a montré de nombreuses applications de films transferts sur textiles et plastiques pour l'industrie du sport. Après dépôt sur son support, un film transfert est constitué d'un vernis de protection, d'une couche de métallisation et d'une couche adhésive. Dans le domaine du textile et du cuir, on utilise un primaire d'accrochage qui assure entre autres la tenue au lavage. Les applications présentées concernent les chaussures, les habits et les sacs. Pour le plastique, les technologies sont l'insertion du film dans le moule et l'utilisation de films thermoformables (casques, chaussures à crampons).



Pour terminer, des applications (capteurs, écrans) de films électroniques imprimés, transparents, souples, dotés de propriétés chauffantes ou tactiles ont été montrées.

**Clément Nouvion de FRD** (Fibre Recherche Développement) a présenté des applications de produits pour sport et loisirs intégrant des fibres végétales comme renfort. Après avoir listé les avantages et les inconvénients de ces fibres, il a présenté des exemples dans le vélo, les raquettes et les accessoires pour sports de glisse et d'eau. Outre sa contribution à l'allègement, la valeur ajoutée de ces renforts en fibres naturelles réside dans ses propriétés d'amortissement. Enfin, il existe des solutions comme la protection et la fonctionnalisation des fibres, pour améliorer la durabilité des pièces en matériaux renforcés par des fibres naturelles fonctionnant en milieu marin.

**Brice Filipczack de RTP Company** a montré des exemples d'utilisation de compounds thermoplastiques en substitution à des matériaux traditionnels dans le domaine du sport et loisirs. Une jante d'ATV et une pagaie de kayak, les deux en PA 66 renforcé par de la fibre de carbone, présentent une excellente rigidité et un bon aspect.

Lors de la dernière conférence du colloque, **Roland Durand de Solvay** a présenté une application dans le sport automobile. Il s'agit d'un volant de voiture de sport en matériau composite à matrice 66 renforcée par des tissus de fibres de carbone et de verre. Le PA choisi est très fluide afin d'imprégner au mieux les tissus de renfort au cours de la fabrication du pré-imprégné. L'insert de volant est alors fabriqué par thermocompression du semi-produit, puis habillé pour constituer le produit final. La simulation numérique permet de prédire le comportement mécanique du composite et ainsi d'optimiser le matériau.

En synthèse, les objectifs énoncés au départ de ce colloque, à savoir faire le point sur l'utilisation des matériaux polymères dans les accessoires, les installations et les équipements sportifs et illustrer comment l'innovation est prise en compte dans ce secteur d'activité, ont été atteints. Grâce à leur grande versatilité, les matériaux polymères remplissent un grand nombre des fonctions attendues : design, propriétés mécaniques, allègement, aspect... La tenue de ces propriétés dans le temps demande encore une amélioration des connaissances pour assurer une durabilité suffisante aux produits correspondants. Les innovations qui sont très souvent réalisées dans le cadre d'un travail collaboratif en cluster, doivent prendre en compte les contraintes du développement durable par exemple par l'utilisation des matériaux recyclés ou biosourcés (polymères et renforts). Enfin le couplage matériaux/électronique est un vecteur de progrès pour les performances des sportifs de haut niveau mais il a déjà des répercussions sur les pratiquants du sport loisir.

Xavier Duteurtre