NOUVELLES DE

AFICEP

ASSOCIATION FRANÇAISE DES INGÉNIEURS ET CADRES DU CAOUTCHOUC ET DES POLYMÈRES

N°157
Mars
2024

EDITO

Chères toutes, chers tous,

L'année 2024 est désormais bien engagée et nous avons tous de nombreux projets à mener à bien.
Du côté de l'AFICEP, notre ambition reste la même : vous soutenir et vous aider à promouvoir votre activité et celle de la filière.
Pour ce faire, nous avons déjà prévu deux journées techniques, une en juin et l'autre en décembre, où vous pourrez largement vous exprimer et nous montrer toutes les facettes de vos talents.
Nous serons comme les années précédentes présents à de nombreux événements pour vous relayer ce qui se fait de mieux dans notre univers du caoutchouc.
Nous continuerons à soutenir et à participer à l'ensemble des événements organisés par nos partenaires, Elanova, l'IRCO, Polymeris, la SFIP, Ucaplast.

Depuis la fin de l'année 2023, nous nous sommes engagés dans un long marathon pour l'organisation du RubberCon 2026 qui se tiendra en France, sous l'égide de l'IRCO.
Pour cet évènement, nous aurons besoin de toutes les énergies : sponsoring, participations aux différentes commissions d'organisation, relai de l'évènement dans vos filières respectives et bien sûr un apport en conférences, posters et stands.
L'année 2026 vous semble bien loin mais le congrès démarre dès aujourd'hui.
Comme d'habitude, le bureau sera à pied d'œuvre pour que cet événement soit une réussite. Venez le rejoindre et vivre cette belle aventure ensemble, avec nous !

2024 sera une très belle année, une année partagée ensemble dans le sérieux, le travail, la convivialité et l'amitié de se retrouver.

Philippe DABO
Président de l'AFICEP

SAVE THE DATE

Événements AFICEP :

- Assemblée Générale Ordinaire / 23 avril 2024
- Journée Technique « Vision et Perspectives pour la filière Élastomères » / Mardi 18 juin 2024, au 253 (Paris Xè)
- Journée technique sur le thème de “Les Elastomères dans l’Aéronautique et le Spatial” - Décembre 2024 - lieu à définir

Événements de la profession :

En France :

- Global Industrie et MIDEST - 25 au 28 mars - Parc des Expositions Paris Nord Villepinte
- Congrès Plasturgie et Environnement / SFIP - 4 au 7 juin - Lyon Eurexpo
- Eurosatory - 17 au 21 juin - Parc des Expositions Paris Nord Villepinte
- Polymerix 2024 (Biopolymères, source et applications) - 26 au 28 Juin - Rennes
- Conférence Vieillissement des Polymères VIP 2024 - 4 au 6 Juin - Saint-Valery-en-Caux
- Congrès NeMMo (News Materials for Mobility) / SFIP & SIA - 3 au 4 juillet 2024 - Rennes
- Colloque National Recyclage Polymères - 5 au 6 novembre - Clermont-Ferrand

À l’étranger :

- Medical Tubing & Catheters Europe - 9 au 10 avril - Düsseldorf (Allemagne)
- The 29th ETRA Conference on Tyre Recycling - 17 au 19 avril - Bruxelles (Belgique)
- Hannover Messe - 22 au 26 avril - Hanovre (Allemagne)
- TechnoBiz Rubber Week -22 au 26 avril - Bangkok (Thailande)
- DKT - Deutsche Kautchuk-Tagung - 1er au 4 juillet -Nuremberg (Allemagne)

MATEX

Polymeris est partenaire de l'Ambition Recherche et Développement multi MATériaux en conditions EXtremes (ARD MATEX) porté par le CNRS.

Ce programme réunissant 9 laboratoires régionaux a pour but de structurer la recherche régionale pour la mettre ainsi en lumière à l'échelle nationale et internationale à travers le montage de projets collaboratifs avec les industriels.
L'ARD MATEX est une vitrine d'envergure pour la recherche d'excellence en région Centre-Val de Loire.
Elle se décline en 3 volets distincts et complémentaires :

1. Une recherche scientifique d'excellence
2. Une dynamique d'innovation organisée
3. Une nouvelle offre de formation en cohérence avec le besoin des industriels

Cette plateforme de caractérisation des matériaux dans les conditions extrêmes va être un outil très important pour aider à la montée en compétences des industriels de la filière des polymères.
Vous trouverez ci-dessous la plaquette de présentation de cette nouvelle plateforme.

Par **Bruno MARTIN**

MATEX

ARD Multimatériaux en Conditions Extrêmes

Pour la structuration d'une R&D régionale de référence reconnue et visible à l'échelle nationale, européenne et internationale

9 laboratoires associés
CEMHTI, GREMAN, GREMI, ICARE, ICMN, ISTO, LaME, PCM2E, PRISME

5 organismes
CNRS, Université d'Orléans, Université de Tours, BRGM, INSA CVL

2 pôles de compétitivité
S2E2, Elastopôle

2 clusters en région
Lahitolle, Aérocentre

2 centres de ressources technologiques
CRESITT, CETIM

1 technopôle
Orléans Val de Loire

... EXTRÊMES : QUI DÉPASSE LES LIMITES ORDINAIRES, QUI ÉTEND LE FONCTIONNEMENT DES MATÉRIAUX HORS DES CONDITIONS D'USAGE

QUELS ENJEUX AVEC MATEX ?

- **renforcer des collaborations** entre entreprises régionales, nationales, internationales et partenaires académiques en développant des procédés performants, multifonctionnels, endurants, répondant aux besoins dans le respect des enjeux de développement durable.
- **structurer un parc expérimental régional unique et assurer son développement** adapté aux besoins des industriels et à la communauté scientifique nationale, internationale
- **développer des formations spécifiques professionnelles** et académiques du lycée à l'université et contribuer à l'essor d'un campus des métiers

AXE 1

Procédés d'élaboration de multimatériaux

Conception/formulation de multimatériaux (multifonctions, hybrides, composites, multiphasés...),
développement et diagnostic de procédés d'élaboration (fabrication additive, dépôt phase vapeur/phase liquide, frittage multifonctions...),
écoconception respectueuse de l'environnement, bas coût,
contrôle des interfaces (assemblage, adhésion...),
modification chimique et/ou physique des surfaces, différentes échelles (atomique à macroscopique),
définition de nouvelles fonctionnalités.

AXE 2

Matériaux sous sollicitations en conditions extrêmes

Conditions d'utilisation (température, pression, milieux réactifs, cyclage...)
effet couplés thermiques-chimiques -mécaniques, compréhension des processus (aux interfaces, réactivité, dégagement de chaleur, énergie, conversion...),
diagnostics operando et *in situ* (bancs test, spectroscopies, imageries...),
performances (qualification, quantification, rendement...),
prédiction des propriétés d'usage (base de données, modélisation thermomécaniques, généralisation des grandeurs mesurées, process...)

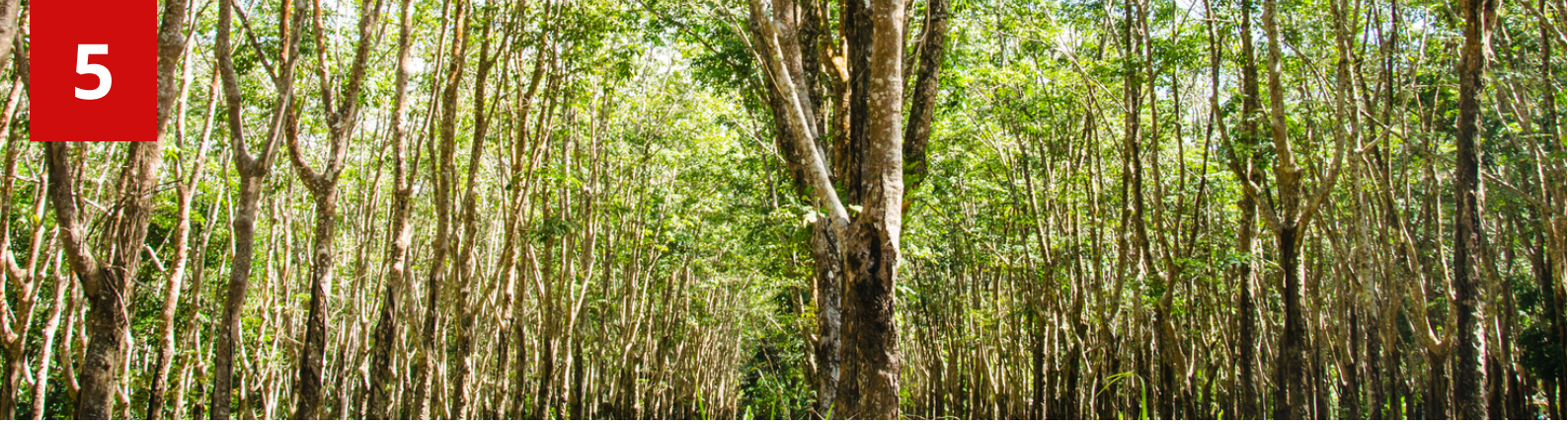
AXE 3

Durabilité, vieillissement et recyclabilité

Évolution dans la durée, fiabilité, (sollicitations extrêmes, fatigue, dynamiques, conditions d'usage...),
matériaux de substitution (biosourcés, biochars...), optimisation des ressources,
économie circulaire (régénération, réutilisation...)

... et aussi

L'accès à un **parc instrumental** pour la fabrication, la caractérisation et la qualification de multimatériaux regroupant les équipements de pointe des 9 laboratoires en bénéficiant de leur **expertise scientifique et technique.**



LE GUAYULE, SOURCE ALTERNATIVE DE CAOUTCHOUC NATUREL

L'hévéa a été à la base du développement industriel du secteur automobile. La demande en caoutchouc ne cesse de croître et devrait atteindre 17 millions de tonnes en 2025-2030. L'hévéa exploité en Asie et en Afrique est l'unique source commerciale de caoutchouc naturel. L'Asie exporte 87% de la production mondiale et en consomme 60%. La culture de l'hévéa risque de ne plus suffire. Il est urgent de développer d'autres sources d'approvisionnement, non pas pour remplacer l'hévéa, mais pour garantir un approvisionnement en polyisoprène non synthétique. Deux plantes, le guayule (Parthenium argentatum) et le pissenlit kazakh/russe, (Taraxacum kok-saghyz) sont les sources alternatives potentielles de caoutchouc naturel.

La garantie d'approvisionnement en matières premières est remise en cause par les tensions géopolitiques (Russie, Chine). La prise de conscience du changement climatique, la lutte contre la déforestation, la nécessité d'une économie plus verte, moins dépendante du pétrole, les maladies potentielles sur l'hévéa, les contraintes sociales des planteurs villageois, et la culture du palmier à huile mettent en péril l'approvisionnement en caoutchouc naturel dans un futur proche. On résume par un tableau, les caractéristiques principales du guayule et de l'hévéa.

Culture	**Guayule**	**Hevea**
Climat	Semi-aride, méditerranéen	Tropical
Localisation géographique	Mexique, USA, Sud Europe, Australie, Afrique Sud, Maghreb, Kenya	Asie du sud-Est, Afrique, Brésil et Amérique centrale
Intérêt commercial	Polyisoprène naturel de masse molaire élevée, latex non allergisant, résines terpéniques, bagasse	Polyisoprène de masse molaire élevée, latex allergisant, bois.
Culture en compétition	Vigne, arboriculture	Palmier à huile, fruits tropicaux
Mode de récolte	Mécanique de la plantation à la récolte.400-600 mm eau/an. Sobre en eau.	Manuelle, désintérêt du métier de saigneur. >1500 mm eau/an
Rendement / ha	Caoutchouc 0.5-1.2 tonne/ha/an.Résines 0.7 à 1.5 tonne/ha/an(récolte bi-annuelle)	1.2-2.5 tonnes/ha/an (récolte 8 mois/an)
Cycle	Première coupe à 2 ans. Cycle d'exploitation sur 6-8 ans avant arrachage et replantation.	Mise en saignée après 6-8 ansDurée exploitation 30 ans

Le guayule n'est pas une culture nouvelle. On résume les étapes majeures du développement du guayule.

Années	**Etapes**
1973-1990	Premier choc pétrolier. La recherche sur le guayule s'intensifie aux Etats-Unis (Arizona et Californie). Relance du guayule au Mexique (CIQA) et aux USA (Firestone). Construction d'unités d'extraction par solvant (Saltillo, Sacaton). Essais de l'IRCA (JB Serier) au Maroc et au sahel.
1990-2000	Intensification de la recherche sur le guayule aux Etats-Unis. Yulex (USA) construit un pilote de production de latex de guayule labellisé non-allergisant (K. Cornish).
2007-2012	Projet européen (EU-PEARLS) avec le CIRAD et CTTM. Champs expérimentaux de guayule à Montpellier (CIRAD) pour la production de latex et de prototypes de gants (PIERCAN). Conférence internationale à Montpellier en 2010.
2013-2025	Plantation Bridgestone en Arizona. Construction d'une usine d'extraction par procédé solvant. Production de pneumatiques 100% en CN de guayule. CooperTire produit des pneumatiques avec 100% de CN de guayule. Yulex construit une nouvelle usine à Mesa pour le marché du latex en Californie (gant et combinaison de plongée Ushuaia). Partenariat de Versalis/ENI (Italie) avec Pirelli, Yulex et Bridgestone pour la production de CN de guayule et la valorisation des résines.
2014-2019	Expérimentations CIRAD dans le cadre d'un projet européen FEADER. Démarches avec l'ETRMA (Association européenne des pneumatiquiers et manufacturiers du caoutchouc) à Bruxelles. Le CN est enregistré dans la liste des matières premières critiques pour l'Europe.
2017-2022	Projet Nokian Tire à Santa-Cruz de la Zarza (sud de Madrid). Plantation de 2-3 ha .
2019-2022	Deuxième conférence internationale sur les sources alternatives de production CN à Montpellier.Projets ADEME/Graine (Figualex et Agroguayule) avec construction d'un pilote de production de latex. Dépôt d'un brevet (CTTM/SATT-AXLR) sur la production de latex de guayule. Création de la société GuaTecs SAS pour exploiter le brevet. GuaTecs obtient un label I-Lab en 2021.
2022-2030	Extension des plantations GuaTecs de 3 à 50 hectares en 2025, puis jusqu'à 10.000 ha de guayule en Europe du Sud. GuaTecs partenaire d'un projet européen (MIDAS). Bridgestone annonce la commercialisation du caoutchouc de guayule en 2025-2027

Production de caoutchouc naturel de guayule

Le guayule est adapté à des terres en friches. Il n'est pas en compétition avec des cultures agro-alimentaires. Il est adapté à un climat méditérranéen (températures de -8°C à +40°C, et une pluviométrie de 300 à 900 mm). Le stress de la plante par le froid ou la chaleur augmente la teneur en caoutchouc des plants. Il existe une similitude de culture entre la culture de la lavande et celle du guayule.
La différence de structure histologique avec coulée du latex par entaille pour l'hévéa (vaisseaux laticifères anastomosés), mais pas d'exudation de latex pour le guayule (cellules épithéliales fermées) oblige à broyer la biomasse de guayule pour en extraire le caoutchouc.

La conférence sur le climat de Paris (COP21) a fait rentrer le monde dans le siècle de la bioéconomie végétale pour envisager un après pétrole. Le guayule est un modèle de bioraffinerie végétale car il produit aussi de nombreux co-produits, substituts potentiels à des produits dérivés du pétrole. Les études sur la viabilité économique d'une filière guayule ont démontré que les co-produits du guayule ont un rôle essentiel pour la filière guayule en France. Le guayule a dépassé le stade de la R&D, et rentre au stade de l'industrialisation. Le guayule progresse plus vite aux Etats-Unis qu'en Europe. Ce n'est pas un hasard si deux chercheurs travaillant sur le guayule recevront en 2024, le prix de la médaille Charles Goodyear (Dr Katrina Cornish) et le prix de l'American Chemical Society division caoutchouc bio-polymères (Dr David Dierig de l'équipe Bridgestone).

"Guayule (Parthenium argentatum A. Gray), a Renewable Resource for Natural Polyisoprene and Resin: Composition, Processes and Applications", A. Rousset & al., Molecules 2021.

Par **Serge PALU**

Retour sur notre Journée Technique du 7 Décembre 2023 : “Dernières nouveautés dans le domaine des élastomères et des réglementations”

Notre dernière manifestation technique a eu lieu au 253 (Paris Xe) où nous avons assisté à onze conférences. Comme souvent, la journée fut très riche et dense en informations et échanges.

01

Martin PAJOT, POLYMERIS (France)

La feuille de route de Polymeris

1°) Devenir LE référent national de l’innovation dans les Caoutchoucs, Plastiques &Composites

- Développer et renforcer le vivier des membres et adhérents
- Créer des synergies entre les différents secteurs des polymères et mettre en place des actions transverses avec la volonté d’être identifié et reconnu comme la porte d’entrée innovation Caoutchoucs, Plastiques & Composites

Animer un réseau territorial dynamique à l’échelle nationale ; assurer une proximité avec les adhérents et acteurs de l’écosystème

2) Être un réacteur de projets d’innovation, accompagnant les mutations à venir, promotion des actions / projets autour de :

3 DAS : Economie circulaire – Usine Numérique – Matériaux Avancés

12 thématiques prioritaires :

1. Formulation et charges
2. Procédés de recyclage
3. Matériaux biosourcés
4. Surveillance des procédés
5. Composites durables
6. Simulation et instrumentation
7. Matériaux recyclables
8. Procédés de transformation
9. Vieillissement et durabilité
10. Ecoconception
11. Fonctionnalisation de surface
12. Electronique structurelle

Un écosystème d’envergure nationale : 534 membres dont 386 industriels, plus 100 adhérents par filiation, 6 régions principales.

Une usine à projet dont quelques-uns en relation avec la thématique de la journée.

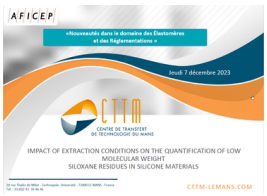
Jean-François MALIGNON – ELANOVA (France)

02

Les réglementations européenne et française sur les substances chimiques évoluent considérablement ces dernières années. Si ces évolutions vont dans le sens d'une meilleure protection de la santé et de l'environnement, elles impliquent pour les industriels des nouvelles contraintes et nécessitent des adaptations. Le récent arrêté du 5 août 2020 relatif aux matériaux et objets en caoutchouc destinés à entrer en contact avec des denrées alimentaires en est une parfaite illustration. Le projet de restriction sur les PFAS de l'European Chemicals Agency (ECHA), sur lequel cette présentation fait un focus spécifique, est également significatif des enjeux d'aujourd'hui et de demain pour nos industries. L'actualisation de la liste REACH des substances SVHC (les formaldéhydes, les PFAS, le diisocyanate, les microplastiques), la révision du règlement REACH (dont l'enregistrement des polymères) et du règlement CLP (classification, étiquetage et emballage des substances chimiques et des mélanges) sont aussi des sujets qui nous concernent directement. Autant de sujets d'actualités qui ont été abordés lors de cette présentation.

Alexis COLIN – CTTM (France)

03



Les cyclosiloxanes (D4, D5, D6, … D10, …) ne sont pas ajoutées intentionnellement dans les matières silicones. Il s'agit de résidus (bas poids moléculaires) du process de fabrication des **produits silicone**. Ces substances sont considérées comme des impuretés sans fonction d'usage dans la réglementation REACh. Néanmoins suite à l'introduction des cyclosiloxanes D4, D5, D6 dans la liste SVHC, le 27/06/2018 par l'ECHA, ces substances lorsqu'elle sont présentes à des teneurs > à 0.1% doivent être mentionnées dans les FDS.

Face aux potentiels risques liés à ces composés leur teneur est donc limitée à 0.1% dans le secteur de la Cosmétique. Dans les secteurs tels que l'électronique ou l'automobile, cette teneur de 0.1% est également largement rependue car la présence de ces substances en trop grande quantité peut induire, suite des phénomènes de migration et/ou d'exsudation, des problématiques au niveau des contacts électriques de par le caractère « isolant » de ces composés.

Les normes en vigueur pour la quantification de telles substances dans les matières silicone sont peu nombreuses. Les conditions d'extraction et d'analyse de ces cyclosiloxanes peuvent parfois différer en fonction des méthodes utilisées et un besoin d'harmonisation quant au dosage de ces substances est exprimé par les industriels utilisateurs de ces produits. De plus certaines conditions d'extraction apparaissent trop « douces » pour juger de réelle teneur en cyclosiloxanes. C'est pourquoi l'objectif de ce travail a été d'étudier l'impact des conditions d'extraction (solvant, solvant + ultrasons, extraction Soxhlet) sur la quantification de ces cyclosiloxanes dans une matière silicone réticulée. C'est ce qui a été illustré lors de l'exposé.

04

Claire CHARLOT – SAFIC ALCAN (France)

Dans le cadre de sa stratégie Environnemental, Social et de Gouvernance (ESG), Safic-Alcan a développé un portefeuille de produits spécifique sur ce thème. Ils ont fait l'exercice de passer d'un composé fossile à un composé durable. Ils ont analysé ce composé durable sous différents angles et ont prouvé qu'ils pouvaient atteindre des propriétés mécaniques équivalentes.

Après une brève présentation de la société, la conférence est consacrée aux résultats obtenus avec un composé durable pour des applications d'étanchéité, en comparaison avec une solution fossile traditionnelle. En première approche, Safic-Alcan a pu démontrer que, dans le cas d'un EPDM, en choisissant uniquement dans leur portefeuille actuel, ils pouvaient fournir une formulation beaucoup plus durable, avec 96% de matières premières non fossiles, ceci sans compromettre les propriétés mécaniques !

Claire a ainsi montré qu'il est possible d'offrir un produit équivalent à un composé standard à base de matières fossiles.

05

Didier PLUQUIN – SI GROUP (France)

Les matériaux biosourcés ont gagné en importance ces dernières années, car la société, les consommateurs et les donneurs d'ordres recherchent des solutions plus durables. SI Group est un acteur de premier plan dans le domaine de la technologie des additifs pour l'industrie du caoutchouc. Il s'engage également à fournir des solutions durables utilisant des ressources renouvelables.

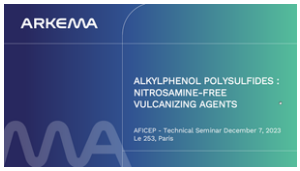
Les accélérateurs sont un intermédiaire essentiel du traitement du caoutchouc ; cependant, certains types d'accélérateurs libèrent des nitrosamines spécifiques pouvant présenter un risque pour la santé. SI Group a donc mis au point un nouvel accélérateur de vulcanisation du caoutchouc qui contient plus de 85 % de matières premières biosourcées.

Dans la conférence, les propriétés de ces nouveaux agents chimiques sont comparées à celles des solutions traditionnelles.

06

Pascal SAINT-LOUIS-AUGUSTIN – ARKEMA (France)

Le marché du caoutchouc est à la recherche constante de solutions plus respectueuses pour l'environnement et pour l'homme. Celles-ci passent notamment par l'utilisation d'additifs peu (moins) ou pas dangereux ou le développement de nouvelles solutions circulaires (biosourcées ou recyclées).



Le groupe Arkéma apporte à ses clients des solutions plus durables répondant aux enjeux sociétaux. Arkéma propose ainsi des polysulfures d'Alkylphenol (nom commercial Vultac®) en tant qu'agents de vulcanisation.

Ces derniers, par leur structure chimique ne génèrent pas de composés de type nitrosamine (ou précurseurs de nitrosamine). Par ailleurs, par leur mode d'action spécifique, les Vultac® offrent une amélioration de la tenue au vieillissement, contribuant ainsi à une durabilité accrue des pièces en caoutchouc.

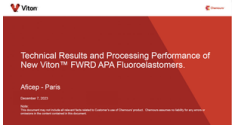
L'utilisation des Vultac® dans le caoutchouc contribue ainsi à répondre à plusieurs objectifs de développement durable.

7

Denis MERCIER – SIGMA ENGINEERING (Allemagne)

Dans un environnement de plus en plus contraignant, le besoin de maîtriser les propriétés mécaniques des pièces moulées en élastomères devient une exigence majeure.
Ces propriétés mécaniques sont liées non seulement à la formulation de l'élastomère, mais également à leur méthodologie de moulage.
Sigmasoft permet aujourd'hui de réaliser la liaison simulation de moulage vers calcul de structure en calculant avec précision les propriétés mécaniques de la pièce en élastomère durant sa transformation.

8



Julien LAGUÉRIE – CHEMOURS FRANCE (France)

Les fluoroélastomères Viton™ APA sont utilisés pour fabriquer différents composants, notamment des joints toriques, des joints d'étanchéité, des joints, des tubes et des tuyaux pour des applications critiques dans des secteurs tels que l'automobile, les semi-conducteurs, la fabrication industrielle et le pétrole et le gaz. Les concepteurs et les ingénieurs reconnaissent les excellentes performances et la durabilité des fluoroélastomères Viton™ APA, qui leur permettent de conserver leur flexibilité, leur résistance, leur forme et leur fonctionnalité lorsqu'ils sont exposés aux environnements les plus extrêmes.
Dans le cadre de leur engagement en faveur de l'amélioration continue et de la fourniture ininterrompue à leurs clients de produits fluoroélastomères de haute performance tout au long de l'évolution du paysage réglementaire, Chemours s'est récemment engagé dans une importante innovation de processus qui a donné naissance à une nouvelle gamme de grades Viton™ APA. Ces nouveaux grades Viton™ FWRD APA ont été fabriqués à l'échelle commerciale et comparés aux anciens grades. La rhéologie des polymères, les propriétés des composés, ainsi que l'aptitude à la transformation par moulage par injection et extrusion ont été évaluées. Des essais approfondis et leurs résultats ont montré que les propriétés et le comportement des nouveaux grades Viton™ FWRD APA sont comparables à ceux des produits déjà existants, les anciens grades Viton™ APA.

9

Andreas KAISER – ARLANXEO DEUTSCHLAND (Allemagne)

La mise au point de carburants synthétiques est considérée comme un moyen d'être plus durable et de réduire l'impact négatif sur l'environnement de l'utilisation de moteurs à combustion. L'un des carburants synthétiques actuellement en cours de développement dans cette catégorie de carburants est le groupe des éthers d'oxyméthylène (OME). Ces matériaux peuvent être produits à partir de matières premières durables, comme le CO_2 issu de la production de ciment, le gaz de synthèse, le méthanol et le méthane renouvelables issus du biogaz ou l'hydrogène produit à partir de l'énergie éolienne ou solaire. Ces nouveaux carburants peuvent être utilisés à la place du (bio)diesel (essence) ou en mélange avec celui-ci, car l'indice de cétane est similaire et seuls des ajustements mineurs du moteur sont à prévoir.
Dans chaque moteur, des articles en caoutchouc tels que des joints d'étanchéité sont nécessaires. Les caoutchoucs en contact avec le diesel sont le FKM ou le HNBR. La polarité du carburant diesel est trop proche pour les caoutchoucs non polaires comme l'EPDM ou le BR. Le gonflement des polymères est généralement corrélé au principe "ce qui se ressemble s'assemble" et peut être exprimé par le paramètre de solubilité des deux matériaux. Cependant, une forte réaction de gonflement a été obtenue pour plusieurs de ces élastomères typiques utilisés en contact avec l'OME. De manière inattendue, pour certains élastomères non polaires, cette réponse au gonflement est beaucoup plus faible que si l'on utilisait le paramètre de solubilité traditionnel (polarité) comme guide. Ces expériences de gonflement démontrent l'utilité de l'utilisation de ces composés pour les joints d'étanchéité ou les garnitures qui seraient en contact avec cette nouvelle classe de carburants.

10

Christian WAHLEN – ALLNEX (Allemagne)

Forte d'un solide héritage dans le domaine des résines de renforcement et des systèmes de promotion de l'adhésion de la corde d'acier au caoutchouc, ALLNEX s'est engagée à faire progresser la durabilité dans son portefeuille d'additifs pour le marché des élastomoères. Après avoir remplacé le résorcinol dans les systèmes d'adhérence des câbles, nous continuons à remplacer les produits chimiques très préoccupants dans la fabrication des pneus. Notre dernière innovation permet de remplacer les sels de cobalt, ouvrant ainsi la voie à une industrie du pneu plus sûre et plus écologique. Pour aller plus loin, nous élargissons notre base technologique en tant que fournisseur d'additifs pour les applications du caoutchouc en tirant parti de notre vaste savoir-faire en matière de matériaux.

11

Étienne DELEBECQ – HUTCHINSON RESEARCH CENTER (France)

Depuis le XIXe siècle, les matériaux en caoutchouc ont toujours été renforcés avec du noir de carbone. Le noir de carbone est une charge connue pour ses avantages substantiels en matière de renforcement du caoutchouc, de résistance à l'abrasion et de durabilité. Néanmoins, le noir de carbone peut poser certains problèmes, tels que l'augmentation de la densité, la dégradation de la résistivité électrique, et l'apparition d'un problème d'usure. L'augmentation de la conductivité électrique et l'apparition de non-linéarités mécaniques sont également des phénomènes à intégrer dès la conception d'une pièce. Hutchinson continue à innover en mettant au point des techniques alternatives pour renforcer les mélanges caoutchouc, en évitant d'utiliser des charges minérales qui apportent d'autres types de problématiques. Ces nouveaux matériaux basés sur l'introduction des thermoplastiques comme le PP permettent de répondre aux nouveaux défis posés par les demandes émergentes en matière de mobilité, d'électrification et d'allègement.

CO2

Viton

Journée Polymeris
« Les Matériaux dans le Secteur de la Défense »

POLYMERIS a organisé le 7 novembre une Journée Emergence de Projets « Les Matériaux dans le Secteur de la Défense » à la CCI de Bourges, dans le cadre du projet ARD MATEX porté par le CNRS et financé par la Région Centre-Val de Loire !

Une cinquantaine de participants se sont réunis pour échanger autour de thématiques telles que les procédés d'élaboration, les sollicitations en conditions extrêmes, la règlementation, la durabilité, le vieillissement et la caractérisation. En ouverture, la Direction Générale de l'Armement (division matériaux structuraux organiques et textiles) a présenté sa feuille de route ainsi que les enjeux matériaux attendus à court et moyen termes. Conférenciers et pitcheurs ont ensuite présenté leurs travaux et leurs structures : Alysophil, Specific Polymers, CRESITT Industrie, CETIM, EFJM, GETELEC, CEHTRA, Safran Power Unit, SMAC, CNEP - Centre National d'Evaluation de Photoprotection, Université de Tours Laboratoire LAME, Carbon Waters, Interep Sa, PeakExpert.
La journée s'est terminée par la visite de la nouvelle plateforme Printing Bourges du CETIM.

Le pôle de compétitivité POLYMERIS s'implique depuis plus d'un an aux côtés du CNRS et des 9 laboratoires académiques de la région Centre Val-de-Loire, dans la définition d'un projet Ambition Recherche et Développement sur la thématique des « multiMATatériaux en conditions EXtrêmes – MATEX ». S'appuyant sur de multiples compétences existantes, ce projet a pour but de mettre en lumière la R&D régionale, de l'échelle nationale à l'échelle internationale, et d'aider à la montée en compétences des industriels. Les enjeux sont de renforcer les collaborations, de structurer un parc expérimental unique et de développer des formations en cohérence avec le besoin des industriels, …

Par **Bruno MARTIN**

L'AFICEP au World Nuclear Exhibition Retour, le plus grand salon mondial du nucléaire civil !

L'édition 2023 du World Nuclear Exhibition s'est déroulée à Paris-Villepinte du 28 au 30 novembre 2023. 20.000 visiteurs venus de 76 pays, 780 exposants du monde entier, des villages de startups, de nombreux projets et innovations présentés, une atmosphère enthousiaste, ceci démontre la vitalité retrouvée de l'industrie du nucléaire civil ! Une vingtaine d'acteurs de la filière élastomères y exposait, mettant en avant les fonctionnalités de nos matériaux dans l'étanchéité, le stockage de l'eau ou la protection.

Le salon WNE 2023 représentait bien la fin du tabou du nucléaire. « C'est un retour en force : des pays qui voulaient dire au revoir au nucléaire, changent d'avis, certains construisent, et l'appétit est croissant, en Chine, en France, aux États-Unis, Canada, Pologne… », a souligné Fatih Birol, le patron de l'Agence internationale de l'énergie (AIE). Le WNE 2023 a marqué le changement des mentalités, un tournant historique confirmé quelques semaines plus tard lors de la COP28. Le nucléaire civil est désormais considéré comme une des solutions d'électricité décarbonée contre le réchauffement climatique.

La France, la Grande-Bretagne, les États-Unis, le Canada, la Chine, la Corée, la Russie, sont lancés dans une course aux "petits réacteurs modulaires" (SMR) et aux réacteurs de 4ème génération désignés sous l'acronyme d'AMR (advanced modular reactors). Ces nouveaux réacteurs sont une solution pour palier à l'intermittence des énergies renouvelables (ENR) et remplacer les centrales au charbon et au gaz utilisées aujourd'hui et extrêmement émettrices de CO_2 .
Le projet NUWARD (nuclear forward) est un projet de SMR de 170 MWe porté par EDF avec un consortium composé d'EDF, de TechnicAtome, de Naval Group, du CEA, de Framatome et de Tractebel. La construction du premier SME français est prévue dès 2030.

À horizon 2030-35, l'objectif est de relancer une filière française leader en Europe, avec des enjeux de souveraineté industrielle, d'innovations et de projets, et de création de chaîne de valeur. 100 000 recrutements sont prévus d'ici-là !

La filière élastomères française était représentée au WNE par des transformateurs tels que le groupe EFIRE, CNIM, Exsto-Sterne, Technetics, Hutchinson avec son distributeur spécialisé Escudier, Musthane, Pronal, Piercan, Ouvry, … des câbliers tels Nexans ou Prysmian, ses fournisseurs tels Elkem, Mersen ou Pinette Emidecau.

Par **Bruno MARTIN**

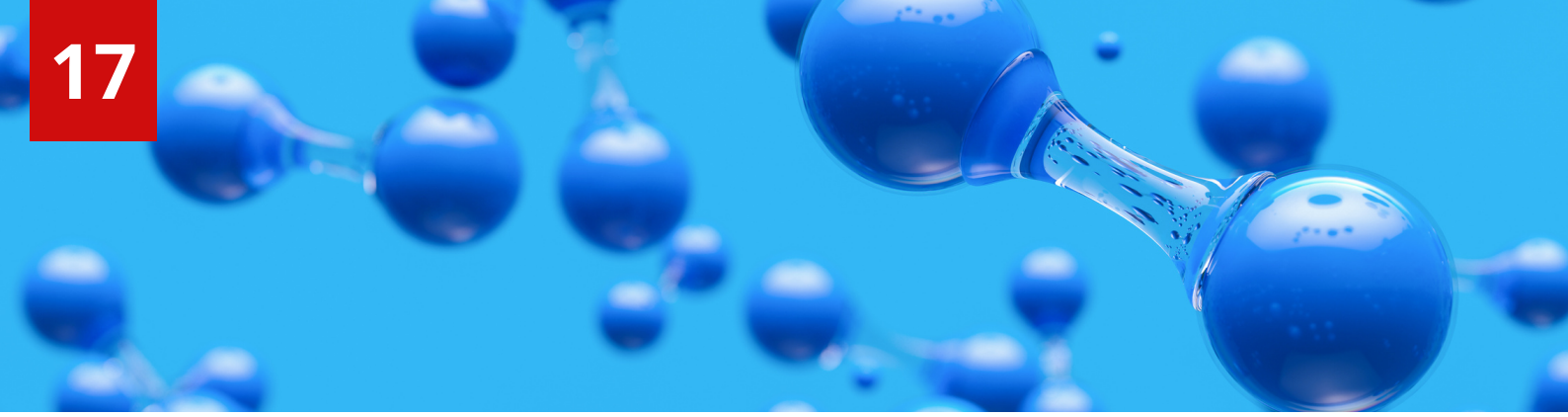
Retour sur la Journée Scientifique Polymeris du 12 décembre 2023

Polymeris a organisé le 12 décembre dernier au CNRS à Orléans sa journée scientifique sur le thème du vieillissement et de la durabilité des matériaux polymères. Différentes structures, centres de recherche académique, centres techniques sont venus présenter leurs innovations dans un domaine qui est capital pour l'ensemble de l'industrie de la transformation des polymères et composites.

Deux centres techniques sont intervenus pour mettre en avant les démarches engagées.

Le **CNEP**, en la personne de son directeur général **M. Hervé MOUSTY**, a tout d'abord présenté leurs moyens disponibles en terme de caractérisations mécaniques et physico-chimiques (traction, indentation, AFM, DSC, ...) et de vieillissement (UV) en précisant que pour mener à bien une étude de vieillissement sur les matériaux polymères, la combinaison de différents techniques et des traceurs associés (mécaniques et chimiques) est indispensable. Il en a profité pour nous présenter une étude de vieillissement physico-chimique sur un élastomère thermoplastique en utilisant l'ensemble de ces outils.
Il a également présenté un de leurs projets de recherche sur la durabilité de plastiques biosourcés et/ou biodégradables en comparaison de solutions fossiles traditionnelles en insistant sur le fait que le terme biodégradation est un terme beaucoup trop générique qui mériterait d'être affiné.

IPC, le centre technique de la plasturgie et des composites a présenté une étude sur la réutilisation des composites : il s'agit de l'évaluation de la durabilité et des performances résiduelles des composites issus de bateaux de plaisance en fin de vie. **M. Romain AGOGUE**, a expliqué que la réutilisation de ces structures à base de composites peut être une alternative. Le souci est la problématique du vieillissement de ces matériaux composites. Il faut en effet savoir si après 40 années de service, ces matériaux ont encore des propriétés mécaniques suffisantes qui permettraient leur réutilisation. Pour mener à bien cette étude, des échantillons ont été prélevés sur différents bateaux de plaisance d'environ 40 ans d'âge moyen. Les analyses effectuées montrent que bien qu'aucune corrélation n'ait été mise en évidence entre les propriétés des différents bateaux et les zones analysées, le constat principal est celui d'un niveau de propriétés mécaniques qui reste satisfaisant. Les matériaux sont donc en grande partie réutilisables.
Mais il faudra à l'avenir mettre en place dans ce domaine une démarche d'écoconception, en travaillant sur le développement de résines recyclables et en augmentant la traçabilité des matériaux composites.



Le **FRAUNHOFER IGCV** d'Augsburg en Bavière, en la personne de **Mme Violetta SCHUMM,** a présenté le projet européen EOLO-HUBS. Ce projet a pour ambition de mettre en place une filiale de démantèlement et de recyclage des ailes d'éolienne. Le constat est effectué qu'il n'existe aucune filière de recyclage sur le sujet à ce jour. Le volume de ces matériaux ne cesse d'augmenter. Différentes problématiques se posent comme celle de leur hétérogénéité, de leur comportement en vieillissement ou tout simplement de leur mise en décharge. Ce projet, piloté par le Fraunhofer IGCV, va rassembler 18 partenaires pour une durée de 4 ans et un budget de 10 millions d'euros.

Des acteurs académiques sont également venus présenter leurs travaux.

Cette première étude pilotée par **Mme Clémence LOGEAIS** du **CENTRE DES MATERIAUX – MINES PARISTech** traite de l'influence du vieillissement sur la compressibilité d'un fluorosilicone pour l'étanchéité de pièces sensibles. La bibliographie menée en amont a permis de montrer qu'il n'existe pas d'étude dans la littérature sur ce sujet. Les élastomères sont considérés a priori comme incompressibles. Cependant, des dispositifs expérimentaux ont été développés dans différents laboratoires pour remonter au module de compressibilité des élastomères. Ce module est indispensable pour les modèles de simulation numérique et la détermination des lois de comportement. Dans le cadre de ce travail de thèse, un montage expérimental spécifique a été développé en PMMA transparent pour pouvoir suivre visuellement la déformation du matériau sous contrainte multiaxiale. L'étude est réalisée sur FMVQ chargé silice et dioxyde de titane et réticulé au peroxyde. Après une mesure à to du module de compressibilité, les échantillons ont été vieillis à 250°C. Dès 2 semaines de vieillissement, le matériau change de couleur et commence à se délaminer. Sous compression multiaxiale, le module K diminue dans un premier temps avant de ré-augmenter. A 200°C, à partir de 15 semaines de vieillissement, ce module K se stabilise. La différence cœur-peau observée visuellement est confirmée par indentation. Cette délamination s'accompagne de la création de cavités et de fissures. Des essais vont être engagés sous tomographe pour comprendre l'ordre d'apparition de l'ensemble de ces phénomènes.
Ces travaux sont importants pour mieux maitriser le comportement de joints en élastomères en service dans des milieux agressifs et en particulier soumis à des phénomènes de décompression explosive.

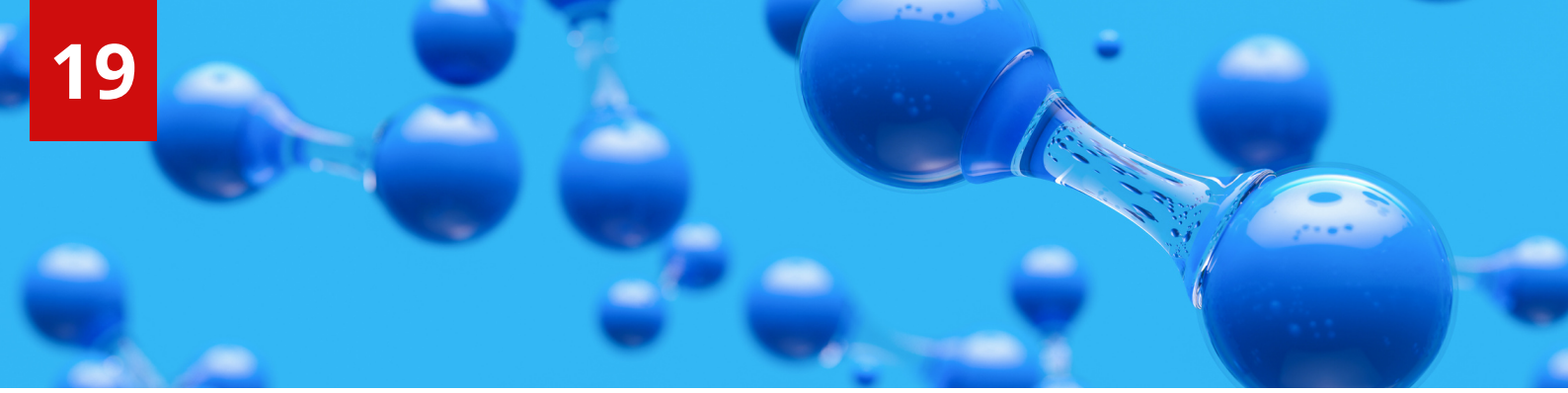
M. Emmanuel RICHAUD, **ENSAM Paris**, nous présente les premiers résultats du projet DUREVE sur la durabilité des revêtements époxy.
Les résines époxy employées dans le génie civil et la construction sont soumises à un vieillissement thermo-oxydant, humide et éventuellement par relaxation structurale. L'absence de méthodes robustes de prédiction de la durée de vie de ces vieillissements complexes limite pour le moment leur utilisation pour des marchés exigeants en matière de durabilité ; réparation dans les centrales nucléaires, galeries de métro, étanchéité des bâtiments de stockage des serveurs informatique ...
Ce projet vise à développer une méthodologie non empirique de prédiction de la durée de vie basée sur une étude multi-échelle de la dégradation. Les matériaux étudiés iront des systèmes industriels actuellement employés à leurs analogues biosourcés en passant par des matériaux modèles permettant d'établir des relations structure-oxydabilité.
L'ensemble des données acquises servira à développer un modèle cinétique de prédiction de la durée de vie qui permet de prédire l'occurrence des dégradations en fonction du temps et de la profondeur de l'échantillon (cas des vieillissements impliquant un mécanisme de diffusion) directement transférables aux partenaires industriels du projet, et permettra également d'acquérir des relations entre structure des époxy, et propriétés à court et à long terme.

Enfin **M. Pascal BRAULT**, **du GREMI-CNRS ORLÉANS** nous a expliqué le potentiel des simulations par dynamique moléculaire réactive pour des études de corrosion vieillissement.
Le laboratoire GREMI du CNRS d'Orléans est spécialisé dans la simulation numérique basée sur la dynamique moléculaire réactive. La dynamique moléculaire permet de fournir des données pour une simulation par éléments finis et ceci selon tout type de sollicitation : stress mécanique, chaleur, électricité, rayonnement, nano-indentation, en présence d'eau, sous O2.
On impose virtuellement au VER (volume élémentaire de référence) un mode de sollicitation et on calcule son évolution pour intégrer les données obtenues dans les modèles numériques. La question du passage du VER à l'échelle supérieure est un point clé. Pour l'auteur, il s'agit de remplacer l'expérimental par des essais numériques pour aller plus vite vers une solution optimale. On en est encore ici à un stade de recherche.

Des industriels étaient également présents pour parler de leurs projets.

M. **Jordane CHARBONNIER** du **GROUPE BARBIER** nous a présenté le laboratoire commun de vieillissement des matières recyclées crée avec l'ICCF.
Le groupe BARBIER est le numéro 1 en France (N°5 européen) pour l'extrusion de films PE destinés au marché de l'emballage. Il produit 120 000 tonnes par an de films pour les marchés de l'industrie, l'agriculture et la sacherie. La société a 60 ans et revendique 700 salariés. Ils se sont lancés dès 1990 dans le recyclage avec la création d'un site dédié aux déchets industriels de palettisation. Le site concerné est celui des Taillas, avec une production annuelle de 26000 t de recyclés sur la base de produits issus de l'agriculture, de l'industrie, du commerce et de déchets ménagers. Ces produits sont destinés à 100% pour le groupe BARBIER. Ils ont créé un laboratoire commun avec l'université de Clermont-Ferrand (le labo POPBA) destiné à mesurer l'impact de la mise en œuvre et de la formulation sur la durabilité de films polymères. À travers ce projet de labo commun avec l'ICCF, ils visent à proposer des lois de comportement en vieillissement de matériaux polymères exposés aux contraintes de leur environnement d'usage.

Enfin, M. **Patrice KIENER** de la société **IN MODELIA** nous a parlé de l'utilisation des réseaux de neurones pour aider à mener à bien des études de caractérisation en laboratoire.
L'objectif de cet exposé est de savoir s'il est possible de mettre en place des plans d'expériences en s'appuyant sur les réseaux de neurones.
Il s'agit d'un projet ancien réalisé pour la société Rhodia. Il s'agissait de trouver un moyen pour éviter de réaliser des tests de vieillissement journalier sur un ensemble grand de cartouches de mastic pour anticiper leur durée d'utilisation.
L'exposé présente tout d'abord la notion de plan d'expériences et celle des réseaux de neurones.
Après analyse des résultats sur les 20 premières semaines et le suivi des points qui sortaient des tolérances, il a été possible d'arrêter les essais sur un certain nombre de cartouches et de ne réaliser que l'essai sur les échantillons après 52 semaines de vieillissement.
L'auteur conclut en disant qu'avec l'utilisation des réseaux de neurones, il a été possible d'anticiper le vieillissement d'un certain nombre d'échantillons et donc d'éviter un grand nombre d'essais de laboratoire.



M. **Martin PAJOT** chargé de mission au sein de **POLYMERIS** a présenté les dispositifs de financement en lien avec la thématique de la journée
Un focus a été effectué sur L'appel à projet RRR, sans doute celui le plus proche de la thématique de la journée.
À noter l'ARD MATEX sur le vieillissement et la durabilité des matériaux dans des conditions extrêmes, une plateforme de recherche d'innovation et de formation basée à Orléans.
À noter également la création d'un pôle de compétitivité sur l'automobile en région Centre-Val de Loire, pôle baptisé CARA. Il aura pour objectif de mettre en relation académiques et industriels autour du secteur de l'automobile.

Cette journée a aussi été l'occasion d'inaugurer la nouvelle implantation de l'antenne Polymeris Centre-Val de Loire, en présence de :

- Mme **Anne BESNIER**, Vice-Présidente déléguée à l'enseignement supérieur pour la **Région Centre-Val de Loire**
- M. **René REVAULT**, Président d'honneur **POLYMERIS**
- M. **Anthony DUMAS**, Chargé de projet, **AGREEN LAB'O VILLAGE BY CA**
- Mme **Pénélope COUTURE**, Responsable régionale Centre-Val de Loire, **Pôle de compétitivité CARA**

L'objectif de cette cérémonie était de présenter les nouveaux locaux du pôle de compétitivité Polymeris en région Centre et de souligner le soutien renforcé de la région auprès du pôle. Il a aussi permis de présenter les prémices de la feuille de route du nouveau pôle de compétitivité CARA.

La journée s'est terminée par une visite très instructive du laboratoire CEMHTI (Conditions Extrêmes et Matériaux : Haute Température et Irradiation), un des 9 laboratoires de recherche piliers de la plateforme ARD MATEX (voir l'article Journée Polymeris « Les Matériaux dans le Secteur de la Défense » p. 14).

Par **Bruno MARTIN** et **Philippe DABO**

RETOUR SUR LA JOURNÉE DE LA FILIÈRE AUTOMOBILE 2023

Plusieurs centaines de dirigeants et de professionnels de l'automobile, ainsi que des ministres et des députés se sont donnés rendez-vous le mardi 24 octobre 2023 à Paris pour discuter des perspectives de leur filière. L'AFICEP y était bien sûr.
Cette 3è Journée de la Filière Auto mettait en évidence les crises passées et les défis à venir ; effondrement de la production française, baisse du marché européen, électrification des mobilités, nécessité de l'innovation, investissements colossaux, soutien de l'État avec un nouveau contrat stratégique de filière, acceptabilité du véhicule électrique par le consommateur, impacts sur l'emploi et les salariés, … . Enfin, le journaliste économique Nicolas Bouzou, a positionné ce challenge pour l'industrie automobile dans le nouveau contexte géopolitique international.

Luc Chatel, Président de la Plateforme de la filière Automobile (PFA), et Marc Mortureux, son directeur général, ont rappelé la tempête vécue par l'industrie automobile depuis 2020, l'électrification de l'automobile d'ici 2035, la nécessité de financements par l'État, tant des industriels pour leurs investissements, que des consommateurs, le véhicule électrique étant et restant significativement plus cher, et bien les sûr les risques et transformations pour les compétences humaines. Les enjeux du nouveau Contrat Stratégique de Filière, qui sera signé d'ici fin 2023, sont présentés dans ce cadre. Luc Chatel rappelle aussi des demandes fortes faites à l'État ; la stabilité des stratégies gouvernementales, par exemple les véhicules hybrides rechargeables subventionnés il y a 2 ans et taxés en 2024, une garantie d'un prix raisonnable, stable et compétitif de l'électricité (aujourd'hui 3 à 4 fois supérieur aux prix américains ou chinois), et le besoin de règles strictes de concurrence vis-à-vis des USA, impacts de l'Inflation Reduction Act, et de la Chine, à la fois concurrent et fournisseur stratégique. La Chine avait annoncé la veille de la journée la limitation et le contrôle de ses exportations de graphite nécessaires pour produire les batteries électriques.

Côté politique, on notera bien sûr les interventions des ministres Bruno Lemaire et Roland Lescure. Ils ont acté la fin du véhicule thermique et l'obligation de transformer l'industrie automobile en très peu d'années, rappelé la volonté du gouvernement de doubler la production annuelle à 2 millions de véhicules, essentiellement électriques, en France. Ils ont confirmé le soutien du gouvernement à l'électrification, 1,5 milliard en 2024, par le bonus et le leasing social pour les consommateurs, par les aides financières, le crédit d'impôt énergie verte, le raccourcissement des délais administratifs pour l'industrie. Dans ce contexte, Bruno Lemaire a exigé la solidarité entre les grands donneurs d'ordres automobiles et les petits acteurs et fournisseurs, PME et ETI.

Pascal Canfin, Président de la commission Environnement du Parlement européen, a rappelé les grands objectifs de la politique européenne pour une mobilité verte et pour une production d'électricité décarbonée. Il s'est félicité des aides apportées à la mise en place d'une filière européenne des batteries. Il a rappelé que les renforcements de la norme Euro 7 sont réduits principalement aux émissions de particules émises par les freins et les pneumatiques. Les véhicules électriques, lourds, puissants et coupleux, devraient être particulièrement concernés pour les pneumatiques ! Enfin en réponse à un industriel, il a précisé que les carburants alternatifs (e-fuel, hydrogène, ...) seront réservés aux transports lourds (camion, avion, bateau) et l'automobile restera concentrée sur la batterie. Barbara Pompili, ancienne ministre de la Transition écologique et députée française, a rappelé les conclusions d'une étude sur la difficile acceptabilité par les Français de la mobilité verte (ZFE très divergentes entre les métropoles européennes, prix, coût et utilisation du véhicule électrique, ...) qu'elle a menée récemment pour le gouvernement.

Les industriels, Jean-Dominique Sénard et Luciano Biondo pour Renault, Patrick Koller pour Forvia et des représentants de fédérations professionnelles sont intervenus au cours de la journée.
Nous retiendrons de leurs propos :
- que le plan européen 2035 est été décidé sans aucune analyse d'impacts aux niveaux industriel, approvisionnements ou social ;
- que les infrastructures électriques, production décarbonée, distribution et stations de recharge des véhicules, annoncées resteront insuffisantes ;
- que la recherche de carburants alternatifs propres n'est pas à négliger, en particulier pour continuer à exporter des véhicules hors d'Europe ;
- que l'hydrogène est toujours une solution à travailler pour la mobilité routière. Renault, Forvia ou Plastic Omnium en étaient la preuve ;
- et que des programmes de formation lourde pour évoluer vers les nouveaux métiers concerneront des dizaines de milliers de salariés actuels et futurs de l'industrie et des services automobile. Un exemple : Renault ElectroCity et son environnement doivent rapidement recruter 3 000 nouvelles compétences dans le nord de la France !

Patrick Koller a en plus développé 2 thèmes originaux ; l'implantation industrielle en Europe de constructeurs chinois au détriment de certains déjà présents, et la nécessité de pouvoir upgrader les véhicules électriques au cours de leur cycle de vie, leur obsolescence étant plus rapide que celle des véhicules thermiques, et leur traitement en fin de vie particulièrement complexe.

Au cours de cette journée, le journaliste économique Nicolas Bouzou, a positionné ce changement très rapide de l'industrie automobile française et européenne dans un nouveau contexte géopolitique international. Aujourd'hui et demain, les tensions résultant de guerres froides entre les États-Unis et la Chine ou de l'exclusion de la France du continent africain d'un côté, de guerres chaudes avec les conflits armés en Ukraine, au Moyen-Orient, en mer de Chine ou peut-être demain à Taïwan, rendront les comportements passionnels et impulsifs. A contrario, une stratégie économique a besoin de comportements réfléchis et prévisibles.
Selon lui, les USA seront les gagnants avec une réindustrialisation qui se fait à une vitesse jusque-là inconnue, et la Chine la perdante avec une croissance en berne et une re-fermeture qu'il qualifie de « maoïste ». Qu'en sera-t-il de l'Europe qui affiche une volonté industrielle forte et en construit instantanément les obstacles, tel le blocage de l'artificialisation des sols versus la création de nouvelles implantations industrielles !

Par **Bruno MARTIN**

IRIS VAN HERPEN : QUAND LA MODE RENCONTRE LES POLYMÈRES ET LES NOUVELLES TECHNOLOGIES

C'est au musée des Arts Décoratifs, à Paris, que l'on peut voir jusqu'au 28 avril 2024 l'extraordinaire exposition « Iris van Herpen. Sculpting the Senses »

Iris Van Herpen est une créatrice de mode néerlandaise, née en 1984, reconnue pour son approche novatrice et avant-gardiste de la mode.
Elle trouve son inspiration dans la nature et le monde du vivant ainsi que dans la danse classique et contemporaine qu'elle pratique depuis son plus jeune âge. Ce sont les éléments fondateurs de son rapport au corps et au vêtement.

Mais l'originalité de cette créatrice réside aussi dans le fait qu'elle allie l'esthétique de la haute couture à l'utilisation des nouvelles technologies, créant ainsi des pièces uniques et futuristes.
Elle utilise des techniques telles que l'impression 3D, la découpe au laser, la découpe au jet d'eau et la réalité virtuelle pour créer des vêtements qui défient les conventions et repoussent les frontières de la créativité. Les visiteurs pourront ainsi découvrir des robes sculpturales, des pièces aux formes organiques et des structures géométriques qui semblent tout droit sorties d'un autre monde.
D'autre part, Iris van Herpen n'utilise pas seulement les matériaux traditionnels de la haute couture, mais aussi des matériaux polymères tels que les silicones, les polyamides en impression 3D, le kevlar, les microfibres et des plastiques recyclés.
L'exposition met également en évidence tout le processus de création, les croquis, les échantillons de tissus, les prototypes et les outils utilisés par la créatrice pour donner vie à ses idées.
L'exposition d'Iris Van Herpen est une expérience immersive unique qui transporte les visiteurs dans un monde poétique où la mode et les nouvelles technologies se rencontrent. Elle nous offre un aperçu fascinant de la manière dont la mode peut être réinventée grâce aux matériaux polymères et aux technologies nouvelles.
À voir absolument.

Par **Jean-Jacques BERNARD**

MEMBRES DU BUREAU

Philipe DABO
Président

Sébastien TAVARES
Trésorier

Sandrine ARIBO

Chloé BUQUEN

Claire CHARLOT

Alain ACHILLE

Jean-Jacques BERNARD

Guy BERTRAND

MEMBRES DU BUREAU

Daniel CLERTÉ

Jérôme DULAS

Serge FANGET

Bruno MARTIN

Sylvain KOMMER

Sylvain LARSEN

Julien SORBON

L' AFICEP ET SES PARTENAIRES

Comité de publication, rédaction :

- Sandrine ARIBO
- Jean-Jacques BERNARD,
- Claire CHARLOT,
- Philippe DABO,
- Bruno MARTIN.

Graphisme, mise en page :

- Claire CHARLOT,
- Julien SORBON.

ASSOCIATION FRANCAISE DES INGENIEURS ET CADRES DU CAOUTCHOUC ET DES POLYMERES
60 rue Auber - 94408 Vitry-sur-Seine
Tel. : +33 (0)1 49 60 57 85
https://www.aficep.com/
Contact : info@aficep.com