

Montée en puissance des

Dans un contexte économique et sociétal de naturalité, force est de constater que les polymères biosourcés innovants sont attendus ! La 7^e édition du colloque Polymerix, organisée par CBB Capbiotek, les 2 et 3 juillet dernier, à Rennes, a réuni industriels et chercheurs pour apprécier l'étendue des nombreux travaux entrepris dans ce domaine. De la conception en laboratoire jusqu'aux applications déjà sur le marché, ces nouvelles alternatives offrent de belles opportunités d'innovations et de développements concrets.



Plusieurs études de marché prévoient une augmentation très importante de la demande globale en biopolymères. Selon Jean Bausset, responsable innovation au Pôle IAR ⁽¹⁾, les polymères biosourcés connaissent une croissance stable depuis près de dix ans avec une perspective haussière de 20 % au cours des cinq

prochaines années. Transition vers une économie circulaire et à faible intensité de carbone, et bio-économie – au soutien important des politiques –, sont autant de facteurs qui poussent à l'effort croissant d'innovation. D'après la cartographie sectorielle des brevets couvrant les polymères biosourcés, présentée par Damien Guiffant du Cabinet Vidon, le domaine de la chimie et, plus précisément, celui des

The ramp up of biobased polymers

In an economic and societal context of naturalness, it cannot be denied that innovative biosourced polymers are more than welcome! The 7th edition of the Polymerix symposium organized by CBB Capbiotek on 2 and 3 July, in Rennes, brought together manufacturers and researchers to assess the range of work carried out in the area. From in lab design to already marketed applications, these new alternatives offer great opportunities for practical innovations and developments.

Several market studies predict a very significant increase in global demand for biopolymers. According to Jean Bausset, head of innovation at the IAR cluster ⁽¹⁾, biobased polymers have been growing steadily for almost ten years, with a growth prospect of

20% over the next five years. A transition to a low-carbon, circular economy, and bio-economy – with strong policy support – are all factors stimulating the growing innovation drive. According to the sectoral patent mapping for biobased polymers, presented by Damien Guiffant from the Vidon Agency, the field of

chemistry and, more specifically, of organic macromolecules (proteins, polysaccharides...) tops the list. Note: Natural polyesters are also at the heart of R&D actions (Figure 1) with a fairly recent but rapid increase in patent applications.

► Challenges and opportunities in cosmetics

Polymers are key ingredients in the design and preparation of a large number of formulations present on the cosmetics market. As a rheology modifier, a texturing agent, a stabilizer, a suspending agent, a film former, the carrier contributes significantly to the consumer's sensory experience when the product is applied on the skin. Finding alternatives that both have high performance levels and a versatility allowing them to be integrated into different types of formulations – water-

polymères biosourcés

macromolécules organiques (protéines, polysaccharides...) apparaît en tête du classement. À noter : les polyesters d'origine naturelle sont également au cœur des actions de R&D (Figure 1) avec une augmentation assez récente mais rapide des demandes de brevets.

► Des défis et des opportunités pour la cosmétique

Les polymères : des ingrédients incontournables dans la conception et la préparation d'une grande partie des formulations présentes sur le marché des cosmétiques. Modificateur de rhéologie, agent texturant, stabilisant, suspensif, filmogène, l'excipient contribue, de façon importante, à l'expérience sensorielle vécue par le consommateur lors de l'application sur la peau. Trouver des alternatives

based gels, emulsions, creams – is therefore a real challenge. Aurélie Pierre from Seppic (Photo 1) stated that this dynamic market is also the subject of significant regulatory changes along with changes in consumer habits that require more transparency in the composition of products with naturally derived ingredients, respectful of the environment and biodiversity throughout their life cycle.

► Bio-sourced polysaccharides, always more efficient...

Promising alternatives: polysaccharides. Natural extracts, obtained by biotechnological or modified processes, their combinations and the synergies that can stem out from them lead to new and particularly interesting ingredients.

• **Dextran** is an example of a molecule which, by covalent bonding with

qui présentent des niveaux de performance élevés et une versatilité qui leur permet d'être intégrés dans différents types de formulations – gels aqueux, émulsions, crèmes – est donc un véritable défi. Aurélie Pierre de Seppic (Photo 1) précise que ce marché dynamique est, en outre, soumis à d'importantes évolutions réglementaires ainsi qu'à celles des habitudes des consommateurs qui exigent plus de transparence dans la composition des produits avec des ingrédients d'origine naturelle, respectueux de l'environnement et de la biodiversité tout au long de leur cycle de vie.



► Des polysaccharides biosourcés toujours plus forts...

Alternatives prometteuses : les polysaccharides. Extraits naturels, obtenus par procédés biotechnologiques ou modifiés, leurs combinaisons et les synergies qui peuvent en découler

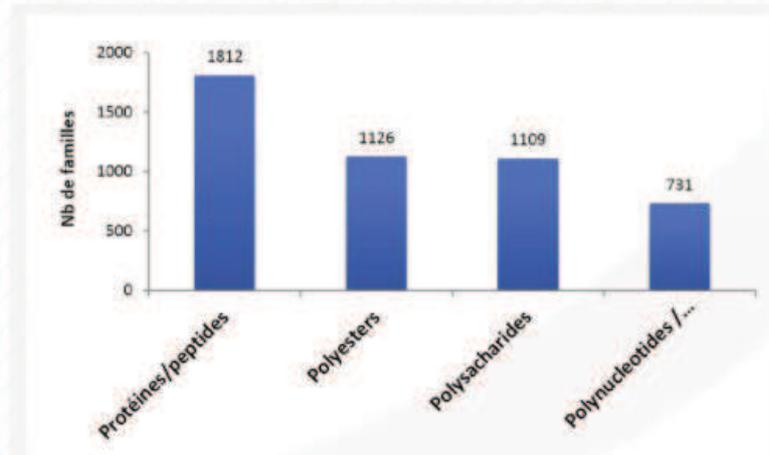


FIGURE 1

STOCK DE FAMILLES DE BREVETS PAR CATÉGORIE DE POLYMÈRES D'ORIGINE NATURELLE

STOCK OF PATENT FAMILIES BY CATEGORY OF POLYMERS OF NATURAL ORIGIN

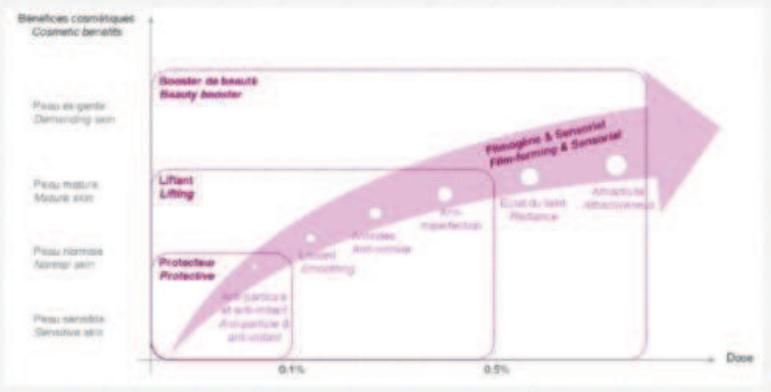
(© GROUPE VIDON)

aliphatic or aromatic hydrocarbon chains, becomes amphiphilic. Jacques Desbrières of the IPREM institute⁽²⁾ of the University of Pau (Photo 2) specified that by limiting the number of hydrocarbon groups grafted on the macromolecular backbone of dextran, it remains water-soluble. He presented a two-step semi-continuous process for preparing oil-in-water gel emulsions that remain homogeneous and stable for two years.

• **Scleroglucan** is a neutral exopolysaccharide belonging to the group of (1-3)- β -D-glucans. Soluble in an aqueous medium and of high molar mass, its triple helix tertiary structure gives it remarkable properties; in cosmetics, as a moisturising molecule.

Jacques Mazoyer, in charge of technical innovation at Cargill France, presented the production process of this biopolymer, with a filamentous fungus *Athelia rolfsii*. Because of its neutrality, scleroglucan, which demonstrates a shear-thinning behaviour, even at low concentrations, can be used with no change of functionality in media containing salts and cationic surfactants as well as at various pH's (pH 1 to 12). This, INCI approved molecule, is used in a large number of cosmetics - for the skin and hair, sun care, shaving cream, make-up... Combined to xanthan, its moisturising properties are increased tenfold. Cargill has recently developed a scleroglucan/citrus peel fibre

FIGURE 2
REPRÉSENTATION
DES BÉNÉFICES
COSMÉTIQUES DE
L'IBPN TECHNOLOGY®
EN FONCTION DE LA
DOSE D'UTILISATION
EN FORMULATION
REPRESENTATION
OF THE COSMETIC
BENEFITS OF THE
IBPN TECHNOLOGY®
ACCORDING TO THE
DOSE OF USE IN
FORMULATION
(© SILAB)



conduisent à de nouveaux ingrédients particulièrement intéressants.

- Le **dextrane** est un exemple de molécule qui, par liaison covalente avec des chaînes hydrocarbonées aliphatiques ou aromatiques, devient amphiphile. Jacques Desbrières de l'Institut IPREM ⁽²⁾ de l'Université de Pau (**Photo 2**), précise qu'en limitant

le nombre de groupements hydrocarbonés greffés sur le squelette macromoléculaire du dextrane, celui-ci reste hydrosoluble. Il a présenté un procédé semi-continu en deux étapes pour préparer des émulsions de gel huile-dans-eau homogènes et stables pendant deux ans.

- Le **scléroglycane** est un exopo-

lysaccharide neutre appartenant au groupe des (1-3)- β -D-glucanes. Soluble en milieu aqueux et de masse molaire élevée, sa structure tertiaire en triple hélice lui octroie des propriétés remarquables ; en cosmétique, comme molécule hydratante. Jacques Mazoyer, en charge de l'innovation technique au sein de Cargill France, a présenté le procédé de production de ce biopolymère, par un champignon filamenteux *Athelia rolfsii*. Du fait de sa neutralité, le scléroglycane, qui montre des comportements rhéofluidifiants, même en faible concentration, peut être utilisé sans modification de fonctionnalité dans des milieux contenant des sels et des tensioactifs cationiques ainsi qu'à des pH variés (pH de 1 à 12,5). Cette molécule, approuvée INCI, se retrouve dans de nombreux produits de soins cosmétiques – pour la peau et les cheveux, solaire, crème

Prix de la meilleure présentation poster Prize for the best poster presentation



Muriel BUSCAGLIA
Doctorante au Lemar ⁽¹⁸⁾
PHD student in Lemar ⁽¹⁸⁾

Remis par Roland Conanec, coordinateur de l'évènement Polymerix, le prix poster a été décerné à Muriel Buscaglia – doctorante au Laboratoire des Sciences de l'Environnement Marin (29) – pour ses travaux sur le développement d'un collagène marin réticulé par enzyme à destination de l'ingénierie tissulaire osseuse. Ce prix lui offre notamment un chèque de 300 € offert par la société Wyatt Technology qui développe et commercialise des outils pour la caractérisation des macromolécules et nanoparticules et 1 an d'abonnement à Expression Cosmétique.

Handed out by Roland Conanec, coordinator of the Polymerix event, the poster prize was awarded to Muriel Buscaglia – PhD student at the Laboratory of Marine Environmental Sciences (29) – for her work on the development of an enzyme crosslinked marine collagen with applications in bone tissue engineering. This prize also comes with a € 300 check offered by Wyatt Technology, which develops and markets instruments for the characterization of macromolecules and nanoparticles and a one-year subscription to Expression Cosmétique.



complex called *FiberDesign™ Sensation* that can replace emulsifiers and provide a lasting feeling of freshness (see Expression Cosmétique No.56, p.124).

- This approach which consists in blending polymers to obtain new properties is of growing interest, as with Silab who took inspiration from it for the development of its **Interpenetrating Polymer Network (IPN)** technology. It involves cross-linking two or more polymers at the molecular level in order to exacerbate the desired properties while blurring their weaknesses. Thus, Michel Dana presented the IBPN technology®, developed in house by their laboratory and patented. It combines two networks of biopolymers



derived from biosourced plants (galactomannans of *Caesalpinia spinosa* and sulfated galactans of *Kappaphycus alvarezii*) with properties conducive to the development of a film-forming ingredient. This IPN, a real natural second skin, shows multiple cosmetic benefits and offers formulators a wide range of applications depending on doses of use (**Figure 2**).

► ... for significantly improved rheological properties.

- This is the case for **xanthan gum**, which is widely used for its ability to thicken aqueous phases. Michel Grisel of the URCOM ⁽³⁾ of the University of Le

à raser, maquillage... Associée à du xanthane, ses propriétés hydratantes sont décuplées. Cargill a récemment mis au point un complexe scléroglycane/fibres de peau de citron, appelé FiberDesign™ Sensation capable de remplacer les émulsifiants et apportant une sensation de fraîcheur durable (Cf. Expression Cosmétique N°56, p.124).

• Cette approche visant à mélanger des polymères pour obtenir des propriétés nouvelles connaît un intérêt grandissant à l'instar de Silab qui s'est inspirée de la technologie des **Réseaux Interpénétrés de Polymères (RIP)**. Il s'agit d'entrelacer deux ou plusieurs polymères à l'échelle moléculaire afin d'exacerber les propriétés recherchées tout en estompant leurs faiblesses. Ainsi, Michel Dana a présenté l'IBPN technology®, développée au sein de leur laboratoire et brevetée. Celle-ci associe deux réseaux de biopolymères issus de végétaux

biosourcés (des galactomannanes de *Caesalpinia spinosa* et des galactanes sulfatés de *Kappaphycus alvarezii*) présentant des propriétés propices au développement d'un ingrédient filmogène. Véritable seconde peau naturelle, ce RIP montre des bénéfices cosmétiques multiples et offre aux formulateurs une large palette d'applications en fonction des doses d'utilisation (Figure 2).

► ... pour des propriétés rhéologiques nettement améliorées.

• C'est le cas de la **gomme xanthane** très utilisée pour ses capacités d'épaississement des phases aqueuses. Michel Grisel de l'URCOM® de l'Université du Havre a rappelé que le xanthane peut adopter deux conformations ; une structure hélicoïdale semi-rigide ordonnée et une pelote flexible désordonnée. Cette molécule, dépourvue de propriétés

Havre recalled that xanthan can adopt two conformations: an ordered semi-rigid helical structure or a disordered flexible ball. This molecule, devoid of interfacial properties, can be subjected to a grafting of alkyl residues on the polysaccharide chain so as to obtain amphiphilic xanthan with rheological properties clearly superior to those of native xanthan. Alexandre Cordinier, a PhD student in the same laboratory, focuses on the structuring stage of xanthan/galactomannan mixtures, already known for their ability to form gels. The analytical results obtained prove that both the ratio of the two compounds and the nature of the galactomannan largely influence the structuring speed of mixtures leading to highly varied blends of water-soluble polymers. According to Aurélie Pierre, xanthan gums have quickly positioned themselves as an alternative to synthetic polyelectrolytes. Seppic, combining them, through a coating process, with acacia gum, proposes Solagum™ AX (Figure 3) to be used as a thickening agent, oil stabilizer and texturizer. In a gel-cream formulation, the xanthan/acacia combination (at

1 to 4%) enables to stabilize 50% of caprylic/capric triglycerides and 40% of mineral oils. Mixed with conventional synthetic polymers, it also allows the formulation of smooth and shiny gels. Finally, this combination really improves the sensory properties in terms of hydration, skin softness and suppleness and ease of use.

• Based on polysaccharides, the use of **bio-aerogels** is very promising in food, cosmetic and biomedical applications used as composites and/or nanostructured networks. Tatiana Budtova from CEMEF⁽⁴⁾, Mines Paris Tech (Photo 3) presented the versatility of "organic-organic" composite aerogels (pectin-

Prix de la meilleure communication orale Prize for the Best Oral Communication



Philippe MICHAUD

INSTITUT PASCAL

Professeur – Chercheur au Gepeb⁽¹⁷⁾
Professor - Researcher at Gepeb⁽¹⁷⁾

Philippe Michaud de l'Institut Pascal de l'Université Clermont Auvergne a été plébiscité pour sa présentation sur le criblage de microalgues et cyanobactéries afin d'identifier de nouveaux producteurs d'exopolysaccharides (EPS) à haut potentiel de valorisation. Financé par l'Agence Nationale de la Recherche, le projet Polysalgue (ANR-15-CE21-0013) a abouti à la production en photobioréacteurs de lots d'EPS qui sont actuellement évalués pour leurs propriétés biologiques et rhéologiques.

Philippe Michaud of the Institut Pascal of the Clermont Auvergne University was singled out for his presentation of the screening of microalgae and cyanobacteria aimed at identifying new exopolysaccharides producers (EPS) with high development potential. Funded by the National Agency for Research, the Polysalgue project (ANR-15-CE21-0013) has resulted in the production in photobioreactors of batches of EPS which are currently evaluated for their biological and rheological properties.

cellulose) and "organic-inorganic" (pectin-silica) in applications with a controlled release of active ingredients in the human body.

• Finally, significant focus of attention was given to **polyhydroxyalkanoates (PHAs)**, in particular in terms of production optimization in *Halomonas sp.*, presented by Tatiana Thomas from the IRDL⁽⁵⁾ at UBS⁽⁶⁾. This halophilic bacterial strain is proving to be a good candi-



FIGURE 3

COMBINAISON
XANTHANE / ACACIA
– SOLAGUM™ AX

XANTHANE / ACACIA
COMBINATION -
SOLAGUM™ AX

(© SEPPIC)

interfaciales, peut être soumise à un greffage de résidus alkyles sur la chaîne polysaccharidique de manière à obtenir un xanthane amphiphile aux propriétés rhéologiques nettement supérieures à celles du xanthane natif. Alexandre Cordinier, doctorant dans ce même laboratoire, s'intéresse à l'étape de structuration de mélanges xanthane/galactomannane, déjà connus pour leur capacité à former des gels. Grâce à ses résultats analytiques, il prouve que le *ratio* des

deux composés ainsi que la nature du galactomannane conditionnent largement la vitesse de structuration des mélanges conduisant à des mélanges de polymères hydrosolubles très variés. Selon Aurélie Pierre, les gommes de xanthane se sont rapidement positionnées comme une alternative aux polyélectrolytes synthétiques. En les combinant par enrobage avec de la gomme d'acacia, Seppic propose le Solagum™ AX (Figure 3) comme agent épaississant, stabilisant d'huiles et texturant. En formulation gel-crème, la combinaison xanthane/acacia (dose de 1 à 4 %) permet de stabiliser 50 % de triglycérides caprylique/caprique et 40 % d'huile minérale. Mélangée avec des polymères synthétiques classiques, elle permet également la formulation de gels lisses et brillants. Enfin, cette association apporte une réelle amélioration des propriétés sensorielles en termes d'hydratation, de peau douce et souple et de facilité d'utilisation.

- À base de polysaccharides, les **bio-aérogels** sont très prometteurs pour les applications alimentaires, cosmétiques et biomédicales comme composites et/ou réseaux nanostructurés. Tatiana Budtova du CEMEF⁽⁴⁾ des Mines de Paris Tech (**Photo 3**) a présenté la polyvalence d'aérogels composites « organique-organique » (pectine-cellulose) et « organique-inorganique » (pectine-silice) pour des applications à libération contrôlée de principes actifs dans le corps humain.
- Enfin, une large part a été donnée aux **polyhydroxyalcanoates (PHA)**, en termes notamment d'optimisation de production chez *Halomonas* sp., présentés par Tatiana Thomas de l'IRD⁽⁵⁾ à l'UBS⁽⁶⁾. Cette souche bactérienne halophile se révèle être une bonne candidate pour la production à l'échelle industrielle. Comme l'a fait remarquer Bertrand Thollas de Polymar Biotechnology, société au savoir-faire reconnu pour la production de biomolécules par fermentation,

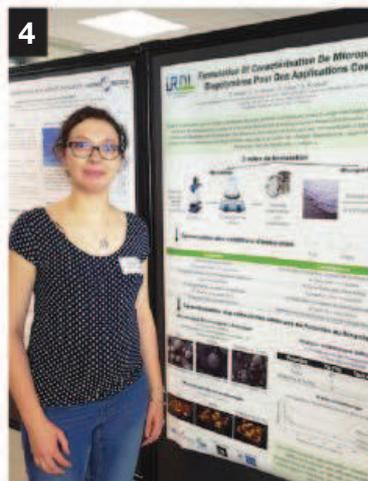
Ce qu'elle en a pensé What she thought about it...



Carine BÉZIVIN
IFF-LUCAS MEYER COSMETICS
Directrice technique
Technical Director

Polymerix a l'avantage d'être un événement composé de sujets très diversifiés telles les communications sur les thermoplastiques appliqués aux packagings, les biopolymères appliqués à la formulation... C'est la première fois que je participe à un colloque scientifique pour lequel académiques et privés placent le développement durable au cœur des thématiques. Les présentations sur les emballages recyclables biosourcés m'ont particulièrement intéressée.

Polymerix has the advantage of being an event that proposes very diversified subjects such as communications on thermoplastics applied to packaging, biopolymers applied to formulations... This is the first time I participate in a scientific symposium where sustainable development is the central concern to both the academic and private sectors. Presentations on biosourced recyclable packaging were particularly interesting to me.



date for an industrial scale production. As highlighted Bertrand Thollas from Polymar Biotechnology, a company who has a proven know-how for the production by fermentation of biomolecules, the transition from the laboratory stage to the industrial scale is not without pitfalls because of the sensitivity of the stems' metabolic pathways. On the other hand, these recyclable and biodegradable molecules offer a very broad range of thermomechanical properties, dependent on their chemical structure. According to Pierre Lemechko of IRMA⁽⁷⁾ / UBS⁽⁶⁾, being able to control this structure via the biosynthesis parameters (strain, substrate, process) would allow it to consider a contract-synthesis for a given application.

► Biopolymers characterization: a challenge for the analytical sciences

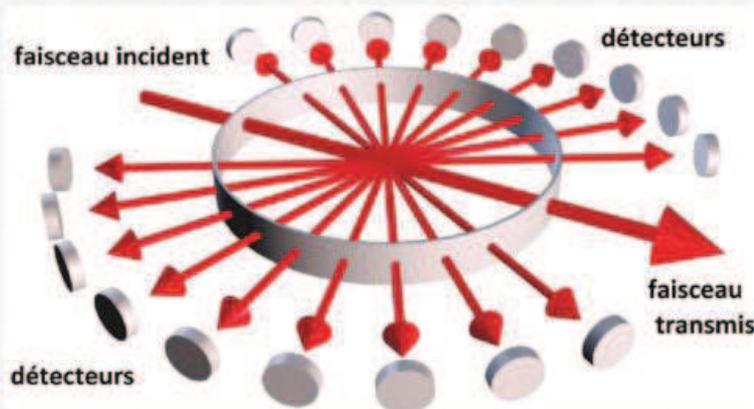
Characterizing these sometimes very large macromolecules can sometimes be a complex matter. Hence, optical electron microscopy,

FIGURE 4

SCHÉMA DE LA CELLULE DE MESURE DE DIFFUSION DE LA LUMIÈRE MULTI-ANGLE EN LIGNE

SCHMATIC OF THE ONLINE MULTI-ANGLE LIGHT SCATTERING MEASUREMENT CELL

© WYATT TECHNOLOGY CORP.



le passage du laboratoire au stade industriel n'est pas sans embûches en raison de la sensibilité des voies métaboliques des souches. En revanche, ces molécules recyclables et biodégradables offrent une gamme de propriétés thermomécaniques très large, dépendantes de leur structure chimique. Selon Pierre Lemechko de l'IRMA ⁽⁷⁾ / UBS ⁽⁸⁾, pouvoir contrôler cette structure *via* les paramètres de biosynthèse (souche, substrat, process) permettrait d'envisager de la synthèse à façon pour une application donnée.

► **Caractérisation des biopolymères : un défi pour les sciences analytiques**

Caractériser ces macromolécules aux dimensions parfois très importantes peut s'avérer parfois complexe. Ainsi, la microscopie électronique optique, à balayage ou

par cryo-transmission, la microscopie de force atomique, la diffusion de lumière, l'analyse enthalpique, la nano-indentation... sont autant de techniques qui apportent des éléments d'étude d'un point de vue physico-chimique. Cela a été le cas pour la caractérisation des microparticules de biopolymères (PLA ⁽⁹⁾, PHBV ⁽⁹⁾...) « à façon », développées par Chloé Volant (**Photo 4**), au sein de l'IRD ⁽⁵⁾, pour remplacer les microbilles plastiques interdites dans les cosmétiques depuis janvier 2018.

La chromatographie d'exclusion stérique (SEC) ⁽¹⁰⁾ est une technique classique de caractérisation des masses molaires moyennes en nombre et en masse et de leur dispersité. Luc Piton, du laboratoire PBS ⁽¹¹⁾ de l'Université de Rouen propose un couplage de la SEC avec la diffusion statique multi-angle de la lumière (MALS) ⁽¹²⁾ qui permet l'accès en temps réel

Ce qu'il en a pensé What he thought



Michel DANA

SILAB

Responsable de la plateforme Nouvelles Technologies
Head of the New Technologies Platform

Il s'agit d'une très bonne édition : qualitative, avec une belle diversité des sujets. Tous les aspects des biopolymères ont été représentés. Le focus sur la caractérisation par des méthodes analytiques de pointe était particulièrement intéressant car il s'agit d'une difficulté récurrente. De plus, le format du colloque est sympa : un accueil chaleureux, le temps qu'il faut pour les échanges, de très bons moments conviviaux... à refaire rapidement !

It was a very good edition: qualitative, with a great variety of topics. All the aspects of biopolymers were represented. The focus on characterization using advanced analytical methods was particularly interesting because it is a recurring issue. In addition, the conference format is great: a warm welcome, with enough time for exchanges, a very convivial moment... to be renewed quickly!

40 YEARS WITH YOU

PROVITAL GROUP

STRIOVER™

Reduces the look of stretch marks.
Visible improvement after only 28 days.

www.provitalgroup.com

Lexique / Lexicon

- ⁽¹⁾ Pôle IAR : Pôle de Compétitivité Industries et Agro-Ressources / IAR cluster: The French Bioeconomy Cluster
- ⁽²⁾ IPREM : Institut des Sciences Analytiques et de Physico-Chimie pour l'Environnement et les Matériaux
- ⁽³⁾ URCOM : Unité de Recherche en Chimie Organique et Macromoléculaire
- ⁽⁴⁾ CEMEF : Centre de Mise En Forme de Matériaux
- ⁽⁵⁾ IRDL : Institut de Recherche Dupuy de Lôme
- ⁽⁶⁾ UBS : Université de Bretagne Sud
- ⁽⁷⁾ IRMA : Institut Régional des Matériaux avancés
- ⁽⁸⁾ PLA : PolyLactic Acid – Acide polylactique
- ⁽⁹⁾ PHBV : Poly (3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate)
- ⁽¹⁰⁾ SEC : Size Exclusion Chromatography - Chromatographie d'Exclusion Stérique
- ⁽¹¹⁾ PBS : Laboratoire Polymères Biopolymères Surfaces
- ⁽¹²⁾ MALS : Multi-Angle Light Scattering - Diffusion Statique Multi-Angle de la Lumière
- ⁽¹³⁾ EIRCAP : Équipe Internationale de Recherche sur la Caractérisation des matériaux Amorphes et des Polymères
- ⁽¹⁴⁾ GPM : Groupe de Physique des Matériaux
- ⁽¹⁵⁾ DSC : Differential Scanning Calorimetry - Calorimétrie Différentielle à Balayage
- ⁽¹⁶⁾ UMR IATE : Unité Mixte de Recherche Ingénierie des Agropolymères et Technologies Émergentes
- ⁽¹⁷⁾ GePEB : Génie des Procédés, Énergétique et Biosystèmes
- ⁽¹⁸⁾ LEMAR : Laboratoire des sciences de l'Environnement MARin

Pour de plus amples informations, n'hésitez pas à demander les proceedings Polymerix 2019 auprès de CBB Capbiotek – 02 99 38 33 80 Prochain rendez-vous : COSM'ING 2020 – Du 1^{er} au 3 juillet à Saint-Malo (35)
For more information, do not hesitate to ask for the proceedings Polymerix 2019 from CBB Capbiotek – 33 (0)2 99 38 33 80 Next appointment: COSM'ING 2020 - From July 1st to 3rd in Saint-Malo (35)

et simultanément aux masses molaires des fractions éluées (**Figure 4**) et de s'affranchir d'un étalonnage au préalable conduisant souvent à des masses erronées.

Pour l'équipe EIRCAP ⁽¹³⁾ du GPM ⁽¹⁴⁾ de l'INSA de Rouen, les relations microstructure-propriétés sont largement étudiées par l'exploitation des techniques d'analyse thermique les plus avancées (DSC ⁽¹⁵⁾ à modulation de température, DSC à très grande vitesse de balayage, spectroscopie diélectrique relaxationnelle...).

► Une fin de vie des polymères à programmer ?

L'évaluation de la biodégradabilité des biopolymères ou polymères biosourcés, de façon fiable et sans équivoque, n'est pas une démarche simple du fait de la complexité des mécanismes biologiques impliqués et du nombre

scanning or cryo-transmission microscopy, atomic force microscopy, light scattering, enthalpic analysis, nano-indentation... are all techniques that provide elements of study from a physico-chemical point of view. This was the case for the contract-characterization of biopolymer microparticles (PLA ⁽⁸⁾, PHBV ⁽⁹⁾...): developed by Chloé Volant (Photo 4), within the IRDL ⁽⁵⁾, to replace plastic microbeads banned in cosmetics since January 2018.

Size exclusion chromatography (SEC) ⁽¹⁰⁾ is a standard technique for the characterization of average molar mass, with regards to their number, masses and their dispersity. Luc Piton, of the PBS ⁽¹¹⁾ laboratory of the University of Rouen proposes to couple SEC to multi-angle light scattering (MALS) ⁽¹²⁾ which allows accessing in real time and simultaneously to molar masses of eluted fractions (Figure 4) and to overcome a calibration beforehand often leading to erroneous masses.

important de méthodes de mesure qui leurs sont associés. C'est ce qu'a précisé Emmanuelle Gastaldi, de l'UMR IATE ⁽¹⁶⁾ de l'Université de Montpellier, à travers notamment les notions de fragmentation, dégradation et bio-assimilation des bioplastiques ainsi que des méthodes et conditions restant encore à standardiser. En outre, cette question de la biodégradabilité se pose aussi vis-à-vis de tous les polymères fonctionnalisés émergents pour lesquels la fin de vie peut-être largement modifiée. D'où la nécessité de clarifier et d'anticiper, dès la conception du matériau, la fin de vie de ces éléments innovants et également de repenser la gestion des déchets par leur réduction d'une part, mais aussi par leur réemploi, réutilisation, recyclage...

Le bilan de ces deux jours fortement appréciés par tous les participants montre indubitablement une extension des visées

applicatives de ces polymères avec des investissements dans de nouvelles unités de production et des projets de montée en échelle. Aussi, mieux éduquer et sensibiliser la population envers ces matériaux encore relativement nouveaux sur le marché doit faire partie des priorités afin d'améliorer leur crédibilité. ■



Delphine PIROT-AYESSE
CBB CAPBIOTEK
Responsable laboratoire
Chargée d'études et de veille
Laboratory Manager
Research and Market Watch
Manager

For the EIRCAP team ⁽¹³⁾ of the GPM ⁽¹⁴⁾ of the INSA Rouen, the microstructure/property relationships are largely studied by the exploitation of the most advanced thermal analysis techniques (DSC ⁽¹⁵⁾ with temperature modulation, DSC at very high scanning speed, dielectric relaxation spectroscopy...).

► An end of life for polymers to programme?

The reliable and unequivocal assessment of the biodegradability of biopolymers or biobased polymers is not a simple process because of the complexity of biological mechanisms involved and of the large number of measurement methods associated to them. This is what specified Emmanuelle Gastaldi, from UMR IATE ⁽¹⁶⁾ of the University of Montpellier, particularly through the notions of fragmentation, degradation and bio-assimilation of

bioplastics as well as concerning methods and conditions which still need to be standardized. In addition, this biodegradability issue also arises when compared to all the functionalized emerging polymers for which end of life can be largely modified. Hence the need to clarify and anticipate, from the very design of the material, the end of life of these innovative elements and also to rethink the management of waste, through their reduction on the one hand, but also through their reuse, valorisation, recycling...

The assessment of these two days, highly appreciated by all participants, undoubtedly shows an extension of the scope of application for these polymers with investments in new production units and scaling up projects. Also, better educating and raising the awareness of the general public on these relatively new materials on the market must be a priority in order to improve their credibility. ■