

**PAGE 2**

- **LA CHIMIE DU VEGETAL EN PLEINE EFFERVESCENCE AU SINAL**

**PAGE 3**

- **LE PARI DE LA CHIMIE SANS PETROLE**

**PAGE 7**

- **GROSSESSE ET POLLUTION : DEUX MEDECINS DE MONTPELLIER FONT REAGIR LES MINISTRES**

**PAGE 8**

- **MATERIAUX BIOSOURCES : LA DGA, PROACTIVE DANS LA SUBSTITUTION**

**PAGE 9**

- **LEGO INVESTIT 130 M€ DANS LES MATERIAUX DURABLES**

**PAGE 10**

- **MARCHES RECYCLAGE DES COMPOSITES THERMOPLASTIQUES**

**PAGE 11**

- **LES GRANDS PRIX DE LA CHIMIE VERTE A LA ROCHELLE**

## LA CHIMIE DU VÉGÉTAL EN PLEINE EFFERVESCENCE AU SINAL

*L'édition 2015 du salon Sinal Exhibition s'est tenue en mai à Châlons-en-Champagne. L'occasion de faire l'état des lieux, d'exposer les outils et les perspectives de développement dans la chimie du végétal dans les années à venir.* Un secteur avec des perspectives d'innovation et de développement importantes. Telle pourrait être la conclusion que l'on pourrait dresser à la suite du salon Sinal organisé les 19 et 20 mai derniers. L'événement a réuni acteurs de la recherche académique, fournisseurs et industriels du secteur des matériaux, de la chimie et de l'énergie issus du végétal autour d'un congrès dédié aux biofilères et à l'innovation. Des conférences relatant l'état des lieux du secteur, les verrous technologiques à lever, et les outils pouvant être utilisés pour favoriser l'innovation industrielle en chimie du végétal.

Ces dernières années, les projets de R&D se font de plus en plus nombreux sur la transformation de coproduits lignocellulosiques pour l'obtention de synthons pour la chimie. « La lignocellulose, est un substrat complexe qui a besoin d'être déconstruite jusqu'au niveau moléculaire pour être utilisable en chimie. Il est nécessaire de fractionner ce mélange de cellulose, d'hémicellulose et de lignine afin d'obtenir du carburant (liquide ou gazeux) et des synthons pour la production chimique et plastique », indique Francis Duchiron, professeur à l'université de Reims. Pour le fractionnement, trois méthodes sont principalement utilisées : l'hydrolyse acide (diluée ou non), l'hydrolyse enzymatique et la fermentation des sucres en C5 et C6. Grâce à ces méthodes, il est possible de produire bon nombre de molécules d'intérêt tels que le glycérol, le sorbitol, le xylitol, ou encore l'acide aspartique. « Les perspectives sont quasi-illimitées au regard de la diversité des synthons. La question est de savoir si cela est économiquement viable », affirme Francis Duchiron. Pour faire baisser le coût de ces procédés de production, plusieurs verrous subsistent notamment dans la découverte de nouvelles enzymes, l'accès à de sources abondantes et bon marché de glucoses et dans l'utilisation des molécules en C5. En outre, la lignine, qui en temps normal inhibe les réactions de fermentations pourrait être valorisée. En effet, il pourrait servir à élaborer un macro-bisphénol biosourcé en passant par l'acide férulique afin produire des copolymères aromatiques et aliphatiques. « Le macro-bisphénol est une molécule n'ayant aucun effet de perturbation endocrinienne, contrairement au bisphénol A pétrosourcé et habituellement utilisé pour les réactions de polymérisation », explique Florent Allais, directeur de la Chaire Agro-Biotechnologies industrielles à AgroParisTech. Avant de continuer : « En partant des macrobisphénols, il est possible de synthétiser des oligomères phénoliques à des conditions modérées de température et de pression, garantissant un meilleur contrôle du degré de polymérisation. De plus, ces oligomères disposent de propriétés anti-radicalaires, anti-oxydantes et plastifiantes des polyphénols ».

*La cosmétique en pointe sur les ingrédients biosourcés.* Si l'obtention d'intermédiaires à partir de ressources végétales est encore à l'état de recherches dans de nombreux secteurs de la chimie de spécialités, la chimie fine, en particulier la cosmétique se détache par son avance. « L'industrie cosmétique s'intéresse depuis des années aux ingrédients issus du végétal, en alternative aux produits d'origine pétrochimique et animale », affirme Romain Reynaud, directeur R&D de Soliance (groupe Givaudan), spécialisé dans la production d'actifs cosmétiques tels que l'acide hyaluronique ou le dihydroxyacétone. Avant d'ajouter : « Nous entrevoyons le développement de l'utilisation d'ingrédients issus du végétal dans les produits anti-âge, les masques, et les baumes anti-imperfections et les produits cosmétiques pour homme ». De son côté, la société Ecomeris commercialise des patchs pré-imprégnés à destination de la nutri-cosmétique. « Nos formulations utilisent une association de polymères naturels et des minéraux, ce qui permet de modifier les propriétés thermomécaniques, de solubilisation ou barrières des produits. Les polymères que nous utilisons sont des polysaccharides naturels : dérivés de cellulose, produits issus de l'amidon, dérivés d'algues, pectines, chitines, etc. », détaille Cyrille Cabaret, président d'Ecomeris. Cependant, l'écart entre la cosmétique et les de la

chimie de spécialités tend à se réduire, Cela est possible grâce à la mise en œuvre de projets de R&D permettant d'importants progrès en biotechnologies. Par exemple, le projet Green Epoxy a permis de mieux isoler des couples enzyme-substrat pour la production de résines époxy à partir d'acide sulfonique issu de pin. Autre exemple avec le projet Futurol, visant à la production d'éthanol de seconde génération adapté à des applications en biocarburant ou en chimie. « Le projet comprend un volet dédié à la production de biocatalyseurs « sur-mesure » capables d'hydrolyser la cellulose et l'hémicellulose, ainsi que des levures spécifiquement adaptées pour simultanément procéder à l'hydrolyse et à la fermentation des sucres C5/C6 », indique Thomas Mallet, Responsable du développement technologique pour les composés chimiques biosourcés et le biocarburant chez Axens.

*Sources : Formule Verte*

## LE PARI DE LA CHIMIE SANS PETROLE

*Elles ne sont pas chimistes mais veulent réduire leur dépendance aux hydrocarbures et leur empreinte environnementale. Gros plan sur ces entreprises qui investissent pour biosourcer leurs produits.*

Sanofi, Legrand, Shell... Début mai, au port de La Rochelle (Charente-Maritime), des industriels de tous horizons se pressaient au sommet mondial de la chimie verte. Un mois plus tôt, c'est à Lille (Nord), que Michelin, Danone et L'Oréal, entre autres, s'étaient donné rendez-vous pour assister au congrès européen des produits biosourcés. COP21 oblige, la transition énergétique, la dépendance aux hydrocarbures et la lutte contre le réchauffement climatique ont fini de convaincre les grands acteurs de l'automobile, de l'agroalimentaire et des cosmétiques de s'intéresser à une chimie sans pétrole.

Les produits chimiques reposent encore à 93% sur le carbone fossile. L'Union des industries chimiques (UIC) a promis de doubler le nombre de produits biosourcés d'ici à 2020. S'appuyant sur des organismes de recherche et des start-up spécialisées, les marques B to C acceptent désormais d'investir en amont pour plancher sur de nouveaux procédés chimiques à partir de matières premières renouvelables. Fin 2013, huit multinationales (Coca-Cola, Danone, Ford, Heinz, Nestlé, Nike, P & G, et Unilever) et le Fonds mondial pour la nature (WWF) ont ainsi lancé la Bioplastic feedstock alliance pour soutenir le développement de plastiques fabriqués à partir de matières végétales. « Leurs recherches en chimie verte ne remontent pas à deux ans », précise Pierre Gadrat, le directeur chimie-matériaux d'Alcimed, société de conseil. À la fin des années 1990, Danone avait testé, en Allemagne, un pot de yaourt en PLA (acide polylactique), mais les consommateurs n'étaient pas prêts. Entre-temps, certains grands groupes ont accéléré leur engagement pour trouver des alternatives à la chimie d'origine fossile. L'intérêt des produits biosourcés, s'ils s'avèrent compétitifs à compétences égales, est de pallier le prix élevé du pétrole et les problèmes d'approvisionnement en produits pétrochimiques, selon Jérôme Maës, responsable de missions chez Alcimed.

Différentes initiatives ont été mises en œuvre dans le monde. Au Brésil, Braskem a investi massivement pour transformer les résidus de sucre de canne en huile et se passer de l'huile de palme en provenance d'Asie. En France, le développement de substituts verts bénéficie du soutien gouvernemental, marqué par le plan industriel chimie verte, lancé en 2014 par Arnaud Montebourg et refondu depuis dans le plan Nouvelles ressources. L'interdiction du bisphénol A dans tous les contenants alimentaires, en vigueur depuis le début de l'année, a aussi joué un rôle. Et les consommateurs répondent enfin présent, acceptant parfois de payer plus cher pour un produit premium. Toutefois, nuance Pierre Gadrat, « la complexité des procédés, la volatilité des cours des matières premières agricoles et la chute du prix du pétrole peuvent mettre en péril l'équilibre

économique, condition sine qua non pour la concrétisation de ces projets ». Des risques qui n'empêchent pas des industriels comme Danone, Michelin et L'Oréal de poursuivre leurs efforts.

#### *Danone se met au vert*

Numéro deux mondial de l'eau minérale, Danone entend réduire son empreinte environnementale en concevant une bouteille à 100% d'origine végétale. Depuis 2011, sa marque Volvic dispose d'un emballage biosourcé à 20%, mélange de plastique recyclé et d'un PET (polytéréphtalate d'éthylène) d'origine végétale, issu d'un résidu de production de canne à sucre. Son empreinte carbone est réduite de près de 40%. Cependant, cette bouteille étiquetée « végétale » a suscité une controverse lors de sa commercialisation. Comme sa composition chimique finale n'a pas changé, elle n'est de fait pas biodégradable et génère toujours des déchets plastiques. Danone, qui espère tirer un trait sur le PET, mise sur la biotech néerlandaise Avantium. Née d'une spin-off de Shell en 2000, elle a développé une technologie permettant de fabriquer un bioplastique : le PEF (polyéthylène furanoate). Il s'agit d'une alternative plus protectrice et plus légère que le PET, émettant trois fois moins de CO<sub>2</sub> et fabriquée à partir de plantes, de déchets de papier, de résidus agricoles. L'atelier pilote d'Avantium, capable de produire 40 tonnes de PEF par an, fournit déjà des résines au centre R&D packaging de Danone Eaux. Il reste encore à démontrer que le PEF est compatible avec les machines du groupe français et qu'il est aussi rentable que le PET. Pour financer l'industrialisation de cette technologie et la construction d'une usine, Danone a participé, en 2014, aux côtés de Coca-Cola, du fonds d'investissement Swire et du spécialiste de l'emballage Alpla, à une levée de fonds de 36 millions d'euros. Parallèlement, Danone commercialise des pots biosourcés pour certains de ses yaourts (Activia en Allemagne, Actimel en France), issus de résine de bioéthanol fabriquée à partir de canne à sucre par la société brésilienne Braskem... sans impact pour la forêt amazonienne.

- Budget La bouteille Volvic à 20% d'origine végétale aurait généré un surcoût de 20%. Le projet de bioplastique d'Avantium aurait dépassé la dizaine de millions d'euros.
- Horizon Une bouteille d'eau à 100% d'origine végétale en 2017.
- Enjeu Développer un plastique biosourcé rentable.
- Concurrence Coca-Cola a noué un partenariat avec Avantium et travaille, avec Virent et Gevo, sur des alternatives biosourcées à l'acide téréphtalique afin d'avoir des bouteilles à 100% d'origine végétale d'ici à 2020.

#### *Michelin réinvente son caoutchouc*

Offrir des solutions de mobilité plus propres et limiter sa dépendance aux hydrocarbures est une priorité pour le fabricant de pneus Michelin. Avec son programme d'économie circulaire, dit la « stratégie 4R » (réduire, réutiliser, recycler et renouveler), le groupe travaille sur de nouveaux mélanges utilisant des matières premières renouvelables – qui constituent déjà 25% de ses pneumatiques –, comme le caoutchouc naturel, l'isoprène et le butadiène biosourcés, des huiles et résines naturelles...

« En chimie verte, notre projet le plus avancé, BioButterfly, mené avec IFP Énergies nouvelles et Axens, vise à développer un procédé de production de butadiène biosourcé à partir d'alcool », explique Terry Gettys, le directeur de la R & D de Michelin. L'objectif à terme est de monter une filière de production de caoutchoucs synthétiques issus de la biomasse, avec l'aide du sucrier Tereos. Lancé en 2013 pour une durée de huit ans, ce projet représente un budget de 52 millions d'euros, en partie financé par les investissements d'avenir. En juillet, les partenaires devront opter pour l'une des différentes solutions actuellement expérimentées en laboratoire. « Il nous faudra ensuite trois ans pour tester et confirmer ce choix sur une ligne industrielle pilote, puis encore deux ans pour construire une usine Michelin de très forte capacité », précise Terry Gettys. Le groupe de Clermont-Ferrand collabore avec l'américain Amyris et le brésilien Braskem sur le développement et le processus d'industrialisation de l'isoprène renouvelable. Cette technologie, produite à partir de canne à sucre ou de cellulose, représente une alternative pour assurer ses approvisionnements. À l'autre bout de la chaîne, seulement 1 à 2% de la matière pneumatique sont aujourd'hui recyclés. Michelin mène deux

projets de recherche en partenariat avec le chimiste PCAS et le CEA Grenoble : l'un pour concevoir des poudres de très haute qualité qui pourraient être ensuite réinjectées dans la fabrication, l'autre pour produire de l'alcool avec de vieux pneus. Mais les solutions envisagées pour l'instant consomment trop d'énergie et exigent trop de procédés.

- Budget Michelin consacre environ 25 millions d'euros par an à ses projets de chimie durable, soit 5 à 6% de son budget total de R & D.
- Horizon Une usine de production de butadiène biosourcé en 2020.
- Enjeu Créer des filières de production de caoutchoucs issus de la biomasse et de la réutilisation des pneus usés.
- Concurrence Le pneu Biolsoprene de l'américain Goodyear, dévoilé en 2012, un substitut de l'isoprène.

#### *L'Oréal végétalise ses ingrédients*

En 2013, le PDG de L'Oréal, Jean-Paul Agon, s'est engagé à ce que 100% de ses cosmétiques présentent des bénéfices environnementaux ou sociétaux en 2020. Parmi les quatre critères fixés par le groupe figure la formulation du produit avec des matières renouvelables issues de ressources durables ou de la chimie verte. Chez le numéro un de la beauté, près de 40% des matières premières sont déjà renouvelables. Soit 1 400 ingrédients issus de 300 espèces végétales à travers le monde, comme le polysaccharide, un sucre dérivé de cellulose utilisé pour les textures. Mais seuls 22% d'entre eux peuvent être estampillés chimie verte. Pour obtenir ce label, les ingrédients doivent également avoir été transformés selon un processus écorespectueux et avoir un impact environnemental qui soit le plus faible possible. Exit les solvants pour l'extraction, vive la catalyse enzymatique ! « L'Oréal travaille depuis près de quinze ans sur la chimie verte au sein de ses départements chimie et biotechnologie, avec ses fournisseurs et sa filiale Chimex, chargée d'industrialiser des procédés écoresponsables de fabrication d'ingrédients », assure Laurent Gilbert, le directeur du développement international de la recherche avancée du groupe. Issu d'un sucre du bois de hêtre et de deux étapes de synthèse dans l'eau, « l'actif Proxylane a été notre première innovation apportée par la chimie verte », indique Maria Dalko Csiba, à la tête du département chimie. Développé pour la marque de luxe Lancôme en 2006, on le retrouve aujourd'hui dans de nombreux produits anti-âge du groupe. Et Chimex continue d'en réduire l'empreinte environnementale. L'impact écologique fait désormais partie des critères pris en compte par les chimistes de L'Oréal, à Aulnay-sous-Bois (Seine-Saint-Denis), dès la première modélisation in silico d'une molécule. Pour autant, cela n'est pas toujours suffisant. LR 2412, un autre actif anti-âge utilisé par Lancôme depuis 2011, n'a ainsi pas pu obtenir le label chimie verte. Ce dérivé de l'acide jasmonique (hormone végétale) n'était pas issu d'une ressource durable. Ce n'est peut-être qu'une question de temps. La recherche a encore beaucoup de progrès à accomplir. « Nous suivons de près ce qui se fait dans le développement d'ingrédients biosourcés », explique le chimiste Michel Philippe, qui coordonne la relation avec les fournisseurs en matières premières d'origine végétale. Il s'intéresse fortement aux bioraffineries situées en Norvège, au Québec ou encore au Brésil.

- Budget La chimie verte étant partie prenante de toutes ses entités, L'Oréal estime ne pas pouvoir évaluer ses investissements en la matière. En 2013, la recherche du groupe représentait 761 millions d'euros, soit 3,4% des ventes.
- Horizon Proposer des bénéfices environnementaux ou sociaux pour tous ses cosmétiques en 2020.
- Enjeu Trouver des sources durables pour ses matières premières et les transformer selon les principes de la chimie verte.
- Concurrence Diversifié dans l'agroalimentaire et l'entretien, l'anglo-néerlandais Unilever s'est engagé à ce que 100% de ses matières premières agricoles proviennent de ressources durables d'ici à 2020, contre 24% en 2011.

« Une norme sortira l'an prochain en Europe », Christophe Rupp-Dahlem vice-président R & D de Roquette chargé de la chimie du végétal, président de l'Association de la chimie du végétal

*Le contexte actuel est-il toujours propice pour se lancer dans la chimie du végétal ?*

Depuis sa création, en 1933, Roquette a développé des amidons pour les marchés industriels, comme le textile, le papier, les colles. Avec le développement, ces dix dernières années, de la biotechnologie industrielle, qui consiste à fabriquer des molécules à partir de micro-organismes, nous avons pu réaliser des produits qui n'étaient jusqu'à présent pas accessibles directement par l'amidon. Dans les années 2000, le prix du pétrole a crû régulièrement, et certains analystes l'imaginaient grimper jusqu'à 150 voire 200 dollars en 2015 ! La réalité a démenti leurs prévisions et rend les choses plus difficiles. Les développements en chimie du végétal se poursuivent, mais se montrent plus sélectifs. On ne peut pas se contenter du caractère biosourcé, il faut développer des produits et propriétés différents de ce qui existe sur une base fossile. C'est une histoire de long terme ! Heureusement, certains propriétaires de grandes marques investissent en amont dans la filière, avec des prises de participation. Un jour, les ressources fossiles deviendront rares pour les produits et matériaux, et il n'y aura pas d'autre solution durable que le végétal.

*Quels sont les grands projets que poursuit actuellement Roquette ?*

À Lestrem, dans le Pas-de-Calais, nous venons de lancer la plus grande unité mondiale de production d'isosorbide, avec une capacité de 20 000 tonnes par an. Cet intermédiaire de synthèse peut être utilisé dans de nombreux plastiques hautes performances destinés aux secteurs de l'automobile, de la construction, de l'emballage alimentaire et de la chimie de spécialités. Il est 100 % biosourcé, produit à partir d'agro-ressources et permettra de fabriquer de nouveaux matériaux très résistants et transparents pour des films d'écrans d'ordinateurs.

*Mais certains industriels pratiquent toujours le greenwashing...*

Il y a peut-être quelques sociétés B to C qui le font, et c'est dommage, mais cela reste marginal. Il est nécessaire de rappeler les enjeux et de clarifier le vocabulaire. Car les consommateurs sont perdus lorsqu'on leur dit qu'un produit peut être biodégradable mais à base de pétrole, ou biosourcé mais pas biodégradable ! Notre association a beaucoup œuvré pour sensibiliser l'administration et nos partenaires européens sur ce problème. Résultat, une norme entrera en vigueur l'an prochain pour harmoniser à l'échelle européenne les mesures de quantité de biosourcé dans tout type de produit. Cela nous a pris quatre ans, c'est une première étape.

Chimie verte et chimie du végétal

La « chimie verte » est une philosophie de la recherche et du génie chimique née au début des années 1990. Elle vise à réduire et éviter la production de substances dangereuses et polluantes, en respectant douze principes définis par deux chimistes américains en 1998. La chimie du végétal en fait partie. Elle consiste à utiliser les plantes et la biomasse comme matières premières pour les produits chimiques : agrocaburants, biosolvants, agromatériaux, colorants... Avantage, les végétaux sont généralement renouvelables, ce qui permet de réduire la dépendance aux hydrocarbures et les émissions de gaz à effet de serre. La chimie du végétal en chiffres :

- 10 milliards d'euros, le marché hexagonal
- 23 000 emplois en France, 40 000 d'ici à 2020 selon l'Ademe
- 300 milliards d'euros, l'estimation du marché mondial en 2020

*Sources : Formule Verte*

## GROSSESSE ET POLLUTION : DEUX MEDECINS DE MONTPELLIER FONT REAGIR LES MINISTRES

Ségolène Royal et Marisol Touraine veulent rencontrer les médecins du CHU de Montpellier, auteurs d'une enquête inédite. Charles Sultan, responsable du service d'endocrinologie pédiatrique, et Nicolas Kalfa, chirurgien pédiatrique au CHU de Montpellier ont présenté le lundi 8 juin en conférence de presse l'étude qui établit pour la première fois un lien direct entre la pollution environnementale et l'hypospadias, une malformation génitale des bébés garçons (Midi Libre du 6 juin). Coordonnée à Montpellier, menée avec les CHU de Marseille, Nice et Bordeaux, l'enquête porte sur 300 cas inexplicables. Elle a été publiée dans la première revue mondiale d'urologie, *European Urology*. Explications.

Qu'apporte cette étude sur les cas d'hypospadias, une malformation génitale du bébé garçon ?

"Il faut prendre des mesures politiques"

Charles Sultan : Cela fait vingt ans que mon équipe travaille sur les questions de pollution environnementale et leur impact sur la santé des enfants. Sur l'hypospadias, qui est une malformation de la verge, les données de la littérature étaient contradictoires. On sait, d'après des études de l'institut de veille sanitaire, que si l'affection est rare (3/1000 à la naissance), on voit une progression spectaculaire du nombre de cas. Notre enquête, menée sur cinq ans, suit 300 cas inexplicables de malformation. C'est une étude prospective, qui s'appuie sur une comparaison à 300 cas témoin.

Nicolas Kalfa : La progression du nombre de cas est trop rapide pour être "naturelle". On s'est tourné vers les facteurs environnementaux, sachant que le principe de perturbateurs endocriniens qui interagissent avec les hormones a déjà été démontré chez les animaux.

Vous en êtes sûr, ici ?

Nicolas Kalfa : Grâce aux questionnaires très précis auquel nous avons soumis les parents, sachant que nous n'avons retenu que les seuils significatifs d'exposition. Il ne suffit pas qu'une mère ait fait de la peinture pendant une heure pour être considérée comme exposée. Notre conclusion, c'est que l'exposition de l'enfant à des perturbateurs endocriniens avant la naissance, et plus particulièrement pendant le premier trimestre de grossesse (80 % des cas), multiplie par trois le risque d'hypospadias. Et que le risque augmente si les expositions sont multiples : c'est le cas dans un rayon de 3 km autour d'une zone exposée (décharge, incinérateur, usine chimique). Mais il ne faut pas s'affoler.

Qu'en est-il des petites filles ?

Charles Sultan : Les perturbateurs endocriniens miment l'action des hormones féminines. Chez les petites filles, on voit de plus en plus de pubertés précoces. On a engagé une étude sur le sujet. Mais le problème est beaucoup plus large.

Nicolas Kalfa : L'impact des perturbateurs endocriniens a aussi été relevé pour leur effet immunodépresseur, ou encore l'augmentation de la résistance aux antibiotiques.

*Forts de l'interdiction du bisphénol A dans les contenants alimentaires et des parabens, dans les produits d'hygiène du bébé, les médecins martèlent un message qu'ils auront l'occasion de porter au plus haut niveau, puisque les ministres de l'Environnement Ségolène Royal et de la Santé Marisol Touraine ont demandé à les rencontrer. "On aimerait que notre étude soit une sonnette d'alarme, pour, au moins, protéger les femmes pendant la grossesse", insiste Nicolas Kalfa. Pour lui, une « première étape » consisterait à "définir de façon claire ce qu'est un perturbateur endocrinien". Au-delà des larges familles de produits pointées du doigt par l'étude parue dans *European Urology*, qui liste largement "peintures et solvants", "détergents" et "pesticides". Il espère aussi que des moyens seront donnés pour mener des investigations plus avancées, par exemple "doser les taux de pesticides dans les selles ou les cheveux des bébés". "A l'évidence, les politiques n'ont pas pris la mesure du problème, ajoute le professeur Sultan. Les bénéfices de vente des pesticides devraient être réévalués par rapport à leur coût pour l'environnement." Les bébés, en première ligne, ne sont pas les seuls à être menacés. Le médecin fait aussi le lien avec l'envolée des maladies chroniques (+11 %) pointée dernièrement par l'organisation mondiale pour la santé. Sources : Midi Libre*

## MATERIAUX BIOSOURCES : LA DGA, PROACTIVE DANS LA SUBSTITUTION

Les équipes du département matériaux de la Défense effectuent une veille active afin d'aider au développement des technologies et matériaux issus du végétal pour leur utilisation au service de l'armée mais aussi du civil. Rencontre avec Pierre-François Louvigné, architecte Système combattant et innovation matériaux de la direction technique de la Direction Générale de l'Armement. Pierre-François Louvigné, architecte Système combattant et innovation matériaux de la direction technique de la Direction Générale de l'Armement.

*Comment est organisée la DGA dans la recherche de nouveaux matériaux ?*

Pierre-François Louvigné : La DGA a trois missions : préparer le futur des systèmes de défense, équiper les forces armées et promouvoir les exportations. En 2011, la DGA a consacré 724 millions d'euros pour des travaux de recherche et technologie. Afin de préparer le futur, cinq leviers d'action sont déterminés : définir avec les armées les systèmes futurs, détecter les technologies émergentes, orienter l'effort d'investissement de recherche, identifier les capacités technologiques et industrielles clés et développer les coopérations. Dans ce cadre, nous avons un département matériaux qui travaille sur tous les matériaux qui vont servir dans les domaines de la défense et un département plus spécifiquement concerné par les aspects environnementaux. Nous avons développé de fortes relations entre ces deux départements. Depuis 2007, le ministère de la Défense publie son Plan d'action environnement avec des objectifs généraux en matière d'émissions de gaz à effet de serre, d'efficacité énergétique et d'énergie renouvelable.

*Quelles ont été les actions mises en place depuis 2007 ?*

P.-F. L. : Dans un premier temps, nous avons mis la priorité sur la réduction de l'impact environnemental des programmes d'armement. Nous avons également travaillé sur les peintures dans le cadre de Reach pour remplacer toutes les peintures avec solvant par des systèmes de peintures plus respectueux de l'environnement. Cela a été un travail important car nos peintures ont des propriétés fonctionnelles comme la discrétion infrarouge. Depuis 4 ans, nous avons commencé à mettre en place plus précisément des actions de soutien aux matériaux biosourcés. Aujourd'hui, l'axe qui nous paraît le plus pertinent concerne les plastiques. Nous allons regarder ce que nous pouvons substituer par des résines biosourcées ou biodégradables.

*Quels sont les types de matériaux que vous recherchez ?*

P.-F. L. : Nous distinguons les matériaux fabriqués par l'homme de ceux issus de bioressources. Depuis 2007, l'utilisation de matériaux biosourcés est inscrite dans nos directives. Il s'agit donc d'une motivation très forte pour remplacer les matériaux fabriqués par l'homme par des produits biosourcés. Nous n'allons pas chercher à avoir de nouvelles propriétés mais à obtenir des matériaux avec les propriétés spécifiques à nos usages. Aujourd'hui, nous sommes proactifs sur ce sujet. Nous n'allons pas attendre que les choses se fassent pour saisir les opportunités. Nous voulons soutenir ces technologies et les aider à se développer. Plusieurs mécanismes de financement existent dans ce sens, notamment les Rapid et Astrid (voir encadré).

*Comment analysez-vous l'offre de matériaux biosourcés ?*

P.-F. L. : Aujourd'hui, l'offre n'est clairement pas mature. Il s'agit d'une offre émergente et non structurée, mais nous possédons toutes les compétences en France pour pouvoir la structurer. Les industriels avec qui nous travaillons savent ce qu'ils font. Quand nous avons un discours technique, ils savent nous répondre. Je suis assez confiant. Il y a vraiment un potentiel en France. Aujourd'hui, les résines font l'objet de plus de travaux. Le développement de cette filière paraît évident. Nous sommes présents pour soutenir cette innovation. *Sources : Formule Verte*



## LEGO INVESTIT 130 M€ DANS LES MATERIAUX DURABLES

Le groupe Lego, qui produit 60 milliards de briques par an, prévoit d'investir un milliard de couronnes danoises (130 millions d'euros) pour financer de la R&D sur de nouvelles matières premières durables qui entreront dans la fabrication de ses briques et des emballages de ses produits. Le groupe danois cherche désormais à s'affranchir de l'ABS (Acrylonitrile Butadiène Styène) qu'il utilise pour produire ses célèbres briques. « C'est une étape majeure pour le groupe Lego dans l'atteinte des objectifs fixés pour 2030 en matière de développement durable. Nous avons déjà pris des mesures importantes pour réduire notre empreinte carbone et avoir un impact positif sur la planète : diminution du volume des emballages, introduction de matériaux d'emballage labellisés FSC, investissement dans un parc éolien en mer. Maintenant, il est temps de nous concentrer sur les matériaux » a déclaré Jørgen Vig Knudstorp, CEO et président du groupe Lego.

Cet investissement permettra la création du Centre Lego dédié aux matériaux durables. Basé au siège social du groupe, à Billund, au Danemark, il aura pour mission de réunir l'ensemble des fonctions et salariés impliqués dans la recherche de matériaux alternatifs. Ce projet contribuera également au recrutement de plus de 100 spécialistes en matériaux dans les prochaines années.

La décision d'accélérer la recherche de matériaux durables a été prise en mai 2015, lors de l'assemblée générale du groupe Lego. Mais Lego avait fait part pour la première fois en 2012 de sa volonté de trouver et de mettre en œuvre d'ici 2030 des matériaux alternatifs. Et l'impact ne sera pas négligeable sachant que 60 milliards de briques ont été produites en 2014.

« Les tests et les recherches que nous avons déjà effectués nous ont permis de mieux cerner les difficultés auxquelles nous faisons face pour réussir notre mission. Nous répondons à ce défi en mobilisant des ressources importantes, en prévision de la prochaine phase de notre projet : trouver et mettre en œuvre des matériaux durables. Je suis vraiment ravi de voir le total engagement du conseil d'administration et de la famille Kristiansen sur l'intensification des efforts du groupe en matière de développement durable », se réjouit Jørgen Vig Knudstorp.

Lego compte d'ailleurs collaborer pour trouver des alternatives. Le partenariat « Climate Savers » entre le groupe Lego et le World Wildlife Fund (WWF) en est un bon exemple. Signé en 2013, il vise à mettre en œuvre une stratégie de développement de matériaux durables. Un nouveau projet de collaboration avec le WWF a été initié au printemps 2015, avec pour mission l'évaluation plus précise de la durabilité et de l'impact écologique global de nouveaux matériaux d'origine biologique pour la fabrication des briques et des emballages. Ce partenariat laisse entrevoir des initiatives dans le biosourcé, mais ce n'est a priori pas la seule piste. « Il n'y a pas de définition unique d'un matériau durable. Plusieurs facteurs entrent en ligne de mire pour le définir : sa composition, sa provenance, ce qu'on en fait lorsqu'il arrive en fin de vie. Tous ces facteurs doivent être pris en compte lorsque nous recherchons de nouveaux matériaux », explique Jørgen Vig Knudstorp. *Sources : Formule Verte*

## RECYCLAGE DES COMPOSITES THERMOPLASTIQUES

S'il est admis communément que les matériaux composites thermoplastiques présentent un atout de recyclabilité plus grand que les composites thermodurcissables du fait évidemment du caractère fusible de la matrice polymère (ce qui n'est pas le cas de celle des composites thermodurcissables), l'affirmation est pour partie battue en brèche par la réalité. Il existe de fait pour ces composites deux voies de recyclage qui ne sont pas totalement satisfaisantes du point de vue de leur valeur ajoutée. Il est en effet possible de broyer ces matériaux, avant de les réutiliser (en les faisant fondre) dans d'autres applications plastiques : mais dans ce cas-là, en réduisant la longueur des fibres du matériau au broyage, on en perd le bénéfice technique d'origine. Parallèlement, pour les composites renforcés par des fibres de carbone, aujourd'hui coûteuses, il y a une option mettant en œuvre la thermolyse ou la solvolysse, servant à dégrader la matrice et récupérer seulement les fibres. On perd alors toute la matrice et le procédé n'a pas d'intérêt à s'appliquer sur des composites dont la fibre a moins de valeur ajoutée (fibres de verre principalement ou fibres naturelles). Ces deux voies pour partie insatisfaisantes expliquent sans doute l'absence de réelle filière de valorisation pour les composites thermoplastiques. Et c'est face à ce constat que le Cetim- Cermat s'est attaché depuis plusieurs années à travailler sur une solution innovante de recyclage qui exploite pleinement le caractère fusible de la matrice du composite, mais sans détériorer l'apport mécanique et technique des fibres associées. Le résultat, c'est une technologie baptisée Thermosaïc dont les premiers résultats ont été présentés au salon des JEC à Paris il y a quelques jours et qui est aujourd'hui au cœur d'un projet collaboratif (Ecotreve) destiné à accompagner sa maturation et valider son potentiel industriel. Le principe retenu a été de thermocompresser des morceaux assez larges de composites positionnés les uns à côté des autres (comme un patchwork, une mosaïque) de telle manière à obtenir par fusion du polymère un assemblage homogène et donc une plaque composite qui pourra par la suite être thermoformée par les utilisateurs. Le fait de fractionner les déchets en morceaux suffisamment grands (plusieurs centimètres de côté) permet de conserver des fibres assez longues qui continueront de jouer un rôle mécanique dans le matériau. Mieux, l'assemblage des morceaux étant aléatoire, l'orientation des fibres est multidirectionnelle (quasiisotrope), permettant de proposer au marché un semi-produit aux qualités de résistance intéressantes pour des pièces à la géométrie complexe. Si l'idée d'assemblage et de thermocompression peut paraître simple, un vrai savoir-faire est indispensable pour obtenir un lit de fragments homogène et d'épaisseur régulière, et garantir ainsi la qualité technique de la plaque finale. Un brevet couvre d'ailleurs la technique qui sert à étaler et contrôler cette formation de la couche de matériau. Selon l'origine des fragments, leur forme, leur épaisseur et la quantité mise en œuvre, on peut en revanche choisir l'épaisseur de la plaque finale (dès quelques millimètres). « D'une certaine manière, on pourrait faire l'analogie entre notre technologie et les filières de production de plaques de bois OSB, composés de copeaux de bois thermocompressés et orientés dans de multiples directions », souligne Olivier Rougnon-Glasson, directeur du Cermat. Tous les types de composites thermoplastiques sont éligibles à ce procédé de recyclage : toutes matrices thermoplastiques et tout type de fibres de renfort. A noter cependant que c'est bien le marché des composites renforcés fibres de verre qui est prioritairement ciblé dans un premier temps, le procédé Thermosaïc apportant réellement une vraie valeur ajoutée aux matières recyclées pour un déchet à l'origine peu attractif. Concernant les éventuels futurs besoins de recyclage de thermoplastiques renforcés fibres naturelles, le procédé de thermocompression développé pourrait tout à fait s'appliquer. Il restera cependant à vérifier que soumettre une deuxième fois des fibres naturelles à une montée en température non négligeable (nécessaire à la fusion de la matrice) ne sera pas préjudiciable aux propriétés mécaniques globales. Actuellement, le procédé Thermosaïc a passé le stade de validation technique en pilote de laboratoire. Le projet Ecotreve en cours depuis quelques mois doit maintenant accélérer le changement d'échelle et la qualification précise du matériau final. A l'horizon d'un an, une ligne pilote qui préfigurera ce que seront les lignes industrielles sera implantée sur le site de Mulhouse du Cermat, au sein d'une plateforme globale consacrée aux composites et au recyclage incluant également des moyens techniques pour les étapes de préparation de la matière et de démonstration des usages en aval des produits recyclés. A terme, la technologie pourra être implantée chez les industriels mettant en œuvre ce type de composite pour recycler en interne les chutes de production et dans un deuxième temps sans doute dans le cadre de sites centralisés de valorisation, une fois des filières de collecte et de tri mises en place. Sources : *Green News Techno*

## LES GRANDS PRIX DE LA CHIMIE VERTE A LA ROCHELLE

Le symposium International sur la chimie verte a eu lieu du 3 au 7 mai 2015 à l'espace ENCAN de La Rochelle (France). Cette deuxième édition a obtenu un succès remarquable et international avec plus de 760 participants en provenance de 45 pays. Outre la présentation de conférences plénières (10) et de keynotes (18) par des intervenants industriels et académiques, 250 communications orales et 400 posters ont été également présentés. De plus, le comité d'organisation a également proposé la tenue de deux nouvelles sessions à caractère plus industriel qui ont été également appréciées des participants:

L'une organisée par la Société l'OREAL, « Matières Renouvelables et Eco-procédés pour une innovation durable » ; l'autre animée également par des représentants de différents secteurs de l'Industrie, « Le rôle de la chimie verte dans les stratégies de développement durable de l'Industrie ».

Différents réseaux internationaux impliqués dans le domaine de la chimie verte étaient également présents et impliqués dans ISGC-2015 parmi lesquels nous pouvons citer le Global Network of Green Chemistry Centers (G2C2), le réseau NESSE (jeunes chercheurs impliqués dans le domaine de la chimie verte), le Green Chemistry and Commerce Council (GC3) et le réseau européen COST FP1306 impliqué dans la valorisation des co-produits issus de la conversion de la biomasse lignocellulosique

Toutes les informations relatives à ce symposium sont disponibles sur le site [www.isgc2015.com](http://www.isgc2015.com).

Enfin et pour la première fois, les responsables de ISGC 2015 ont proposé d'attribuer un « Grand Prix de la Chimie Verte » dédié à une avancée scientifique significative et remarquable/verrou scientifique et technologique, dans le domaine de la chimie verte appliquée aux matières premières renouvelables et recyclées. Toutes les approches et concepts (cf thématiques du symposium mais la liste n'était pas limitative) étaient concernés.

En réalité, compte tenu de l'intérêt et de l'origine des nombreux dossiers de candidatures, deux grands prix ont été décernés, l'un en direction de l'industrie et l'autre pour des travaux issus du monde académique.

1- L'un des grands prix « CHIMIE VERTE ISGC 2015 », soutenu par un partenariat entre la Région Poitou-Charentes et L'Institut de Chimie verte, a donc été attribué à Olivier GUERRET, Vice-Président fondateur de la Société M2i.

M2i s'appuie sur un savoir-faire de chimiste dans le développement de procédés innovants et dans l'industrialisation à grande échelle de ces procédés. Ne souhaitant pas se limiter à la sous-traitance de produits chimiques, M2i a décidé de redéfinir un business model intégrant le plus possible dans la chaîne de valeur, de la synthèse chimique jusqu'au produit fini grâce à une R&D innovante.

Depuis 2 ans, M2i a contribué à maintenir sur le marché plusieurs produits de marque, dont les API n'étaient plus disponibles aux BPF. En parallèle M2i a entrepris le développement de procédé innovants pour plusieurs actifs, dont l'ASL (composant actif du Kardegic et de l'Aspégic), produit grâce à une technologie en continue, la métopimazine (principe actif du Vogalene), la sphingomyeline, composant naturel des nerfs et excipient de formulation injectable à haute valeur ajoutée, ou l'alcool selachylique, molécule à forte activité immunostimulante et anti-cancéreuse, naturellement présente dans l'huile de foie de requin, et donc indisponible de par l'interdiction de la pêche de ce poisson.

2 L'autre grand prix « CHIMIE VERTE ISGC 2015 » a été attribué à A Bert SELS Professeur à l'Université Catholique de Leuven (Belgique)

Le Prof Bert Sels contribue grandement à l'enseignement dans le domaine de la chimie durable non seulement en catalyse hétérogène mais également dans le domaine des techniques spectroscopiques qui permettent de mieux comprendre les mécanismes réactionnels ayant lieu en surface des catalyseurs. Il s'agit ici d'un aspect important notamment pour appréhender la performance des catalyseurs en temps quasi réel, un aspect clé pour concevoir de nouveaux catalyseurs plus adaptés à la variabilité structurale des matières premières.

**La Chaire Européenne de Chimie Nouvelle pour un Développement Durable - ChemSuD** - est localisée à l'Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Montpellier.  
Elle a été créée avec le soutien du CNRS, de la Région Languedoc Roussillon et sous le haut patronage de l'Académie des Technologies. C'est un lieu d'échanges, de rencontres, d'enseignement et de recherche pour l'émergence et le développement d'une chimie nouvelle, propre à concilier la co-évolution harmonieuse de l'espèce humaine et de la planète. Ses actions sont articulées selon l'enseignement, la recherche et la médiation scientifique.

*ChemSuD devient un Fonds de Dotation avec de nouveaux Fondateurs Industriels*

**Nouveau Website :**

**<http://ChemSuD.enscm.fr>**

Contact :

[Sylvain.Caillol@enscm.fr](mailto:Sylvain.Caillol@enscm.fr)