

PAGE 2

- **LA BIOMASSE, NOUVEL ELDORADO DE LA CHIMIE ?**

PAGE 3

- **CHIMIE EUROPEENNE, LES RAISONS D'UNE RENAISSANCE**

PAGE 5

- **ACETATE DE CELLULOSE : SOLVAY AVEC EASTMAN CHEMICAL**
- **ACIDE MUCONIQUE BIOSOURCE : DEINOVE LAUREAT DU CONCOURS MONDIAL D'INNOVATION**

PAGE 6

- **DU NEOPRENE BIOSOURCE POUR LE SURF**

PAGE 7

- **SUCCES DU HMF ISSU D'ENDIVES**
- **DES PANNEAUX PHOTOVOLTAIQUES POUR LA PLUIE**

LA BIOMASSE, NOUVEL ELDORADO DE LA CHIMIE ?

En 2050, la planète sera peuplée par plus de 9,2 milliards d'habitants. Cette forte augmentation de la démographie a un impact direct sur les industries chimiques, lesquelles doivent produire toujours plus – plus de matières plastiques, de produits cosmétiques, d'additifs alimentaires, de médicaments – avec des ressources fossiles (pétrole, gaz) qui s'amenuisent ou deviennent de plus en plus difficiles à exploiter. Par ailleurs, la prise de conscience de notre impact sur la planète, et notamment le réchauffement climatique, nécessite de concevoir de nouveaux procédés plus économes en énergie, plus respectueux de l'environnement et plus sécuritaires. Pour faire face à ces défis, l'introduction de sources de carbone renouvelable dans les procédés chimiques est une piste sérieusement étudiée. Au premier rang desquelles : la biomasse, c'est-à-dire toute la matière organique d'origine végétale, animale, mais aussi les bactéries et les champignons. Plus connue jusqu'à présent pour ses usages dans l'énergie – production de chaleur, d'électricité ou encore de carburant (biodiesel) –, la biomasse suscite, en effet, un intérêt grandissant du secteur de la chimie, chercheurs comme industriels. Et pourrait bien ringardiser, à terme, les produits issus de la pétrochimie, massivement utilisés. La biomasse contient de nombreuses molécules d'intérêt que les chimistes sont capables de séparer et de transformer, au cœur de véritables « bioraffineries » : des sucres, principalement, mais aussi des huiles, des composés aromatiques, des acides aminés, ainsi que de multiples composés mineurs comme les terpènes, les polyphénols, les stérols... qui entrent dans de nombreuses formulations. Les tensioactifs qui permettent de maintenir les émulsions des crèmes cosmétiques ? Les polymères, les solvants, ou encore les arômes et les agents épaississants utilisés par l'agroalimentaire ? Tous peuvent être produits à partir de composés carbonés issus de la biomasse. Pas la peine de ponctionner les ressources agricoles pour cela, les déchets organiques représentent un gisement de biomasse largement inexploité : résidus de bois issus des scieries, déchets de l'agriculture, ou même épluchures de légumes venues tout droit de nos poubelles... Alors, la biomasse, recette miracle pour une chimie plus durable ? Ce n'est pas si simple en réalité. Malgré des avantages évidents, plusieurs freins empêchent la généralisation de ces produits. Le principal est d'ordre économique, les coûts de production liés à la fabrication d'un produit biosourcé étant bien supérieurs à ceux d'un produit pétrosourcé. Et pour cause : notre société et son industrie chimique se sont principalement développées à partir du carbone fossile, une matière première composée de molécules de structure simple, formées à base de carbone et d'hydrogène exclusivement. Jusqu'à présent, l'enjeu pour les industriels était de complexifier ces molécules en les oxydant (en leur ajoutant de l'oxygène, donc), afin d'obtenir plus de diversité et des fonctionnalités plus nombreuses. Avec la biomasse, on se retrouve dans la situation inverse : après raffinage, on obtient des molécules déjà très complexes et fortement oxydées, qu'il va falloir simplifier (réduire), afin de pouvoir les utiliser comme matière première. Ce changement d'approche implique une révolution de la chimie qui doit repenser l'ensemble de ses procédés, afin de les adapter aux spécificités de la biomasse. Plusieurs gros projets sont ainsi à l'étude à l'échelle internationale. On peut citer la recherche et la conception de nouveaux catalyseurs et technologies plus adaptés, les progrès fulgurants réalisés récemment dans le domaine des biotechnologies, la caractérisation et l'élucidation de mécanismes réactionnels, la modélisation, le génie des procédés. Le caractère solide de la biomasse, alors que la pétrochimie est habituée à traiter principalement des produits liquides (pétrole) ou gazeux, est un autre défi : c'est pourquoi l'on recherche, actuellement, de nouveaux types de produits capables de dissoudre directement cette biomasse, en lieu et place des procédés utilisés aujourd'hui, très consommateurs d'eau et d'énergie. Un autre défi pour les chimistes consiste à trouver des usages plus directs aux molécules complexes issues de la biomasse, sans passer par la case simplification. Avec des cours du pétrole historiquement bas (mais jusqu'à quand ?), l'objectif ici n'est pas de produire des molécules ou matériaux similaires à ceux existants déjà sur le marché, mais bien de développer des produits renouvelables offrant des performances supérieures à celles des

produits fossiles, condition sine qua non pour pénétrer le marché. C'est déjà ce qui se passe avec le THF, le tétrahydrofurane, utilisé en tant que solvant dans les procédés chimiques. Son « cousin » issu de la biomasse, la molécule plus complexe de méthyl-THF, possède des propriétés supérieures, notamment un point d'ébullition plus élevé lui permettant d'être plus largement utilisé que le THF dans les procédés d'extraction. Pour avancer plus vite, rien ne vaut d'unir ses forces. En France, le réseau CNRS-Increase tout juste créé associe ainsi une vingtaine de laboratoires et d'industriels de la chimie pour faire de la biomasse une alternative crédible à la pétrochimie. Restera ensuite à convaincre le consommateur des bienfaits des cosmétiques et des produits alimentaires élaborés à partir de déchets organiques... Les chimistes affûtent déjà leurs arguments. *Par François JEROME. Sources : Libération*

CHIMIE EUROPEENNE, LES RAISONS D'UNE RENAISSANCE

Au plus mal au début des années 2000, les grands acteurs européens de la chimie ont renoué avec la croissance et la rentabilité. Un sursaut qui s'explique par des facteurs conjoncturels, mais aussi par les lourds efforts entrepris pour réduire leurs coûts et remodeler leurs portefeuilles d'activités. Les dirigeants des groupes chimiques européens ont retrouvé le sourire. Le belge Solvay a non seulement annoncé des revenus et un bénéfice en hausse sur 2015, mais il a aussi surpris les analystes avec le bel optimisme affiché sur ses objectifs pour 2016. Pour le tricolore Arkema, 2015 a même été une année record depuis sa création il y a dix ans ! Et ils ne sont pas les seuls. « De nombreux groupes chimiques européens ont globalement affiché l'an dernier de bons résultats, en termes de croissance et d'évolution de la profitabilité », confirme Serge Lhoste, associé chez le consultant Roland Berger. Il n'y a pourtant pas si longtemps que les grands groupes français Rhône-Poulenc et Total choisissaient de se séparer de ces activités mal aimées et lourdement déficitaires. Rachetée en 2011 par Solvay, la chimie de Rhône-Poulenc (rebaptisée « Rhodia ») a frôlé la faillite au début des années 2000. Lors de sa mise en Bourse en 2006, Arkema, scindé du géant pétrolier, venait d'accumuler 1,4 milliard d'euros de pertes sur trois ans. Cette renaissance est bien sûr liée à des raisons de conjoncture - mais pas seulement. Le taux de change, d'abord, a été favorable : la chute de l'euro par rapport au dollar (-16,5 % par rapport au prix moyen 2014) a bénéficié aux entreprises du Vieux Continent, qui ont des coûts en euros mais vendent en dollars. Chez Arkema par exemple, cet « effet dollar » a engendré une hausse des revenus de 7,8 % en 2015 (sur une croissance totale de 29 %).

La chute des prix du pétrole depuis mi-2014 a également favorisé les groupes européens, qui travaillent en majorité à partir de produits pétroliers. Elle a notamment réduit l'écart de compétitivité apparu depuis 2008-2010 avec leurs concurrents américains, qui ont développé suite à la révolution des gaz de schiste une chimie basée sur l'éthane, un dérivé du gaz naturel. « En 2013, les coûts variables de production de l'éthylène s'élevaient à 1.300 dollars la tonne en Europe, soit trois fois plus qu'aux Etats-Unis », indique Serge Lhoste. « En 2015, ils sont tombés à environ 500 dollars la tonne et le différentiel avec les Etats-Unis a été divisé par trois. » Les groupes chimiques en ont largement profité, même s'ils répercutent la chute des prix de leurs matières premières sur leurs clients. « Cette répercussion n'est jamais totale. En outre, en cas de chute brutale, il y a un effet retard », note Rémi Cornubert, associé chez AT Kearney.

Mais les chimistes européens ont également bénéficié des lourds efforts entrepris ces dernières années, pour réduire leurs coûts, s'implanter dans les zones en croissance, et remodeler leurs portefeuilles d'activités. « Les entreprises sont aujourd'hui plus agiles et mieux armées qu'il y a dix ans pour faire face aux grands défis qui leur sont posés », estime Jean Pelin, directeur général de l'Union des industries chimiques. La plupart ont ainsi lancé des plans de performance, optimisé l'utilisation de

leurs ressources et rationalisé leurs processus, afin de réduire leurs coûts d'énergie et de matières premières ou d'améliorer leur productivité. « Ce type de mesures nous a permis d'économiser plus de 600 millions d'euros entre 2013 et 2015, soit un quart de notre excédent brut d'exploitation », rappelle Jean-Pierre Clamadieu, le PDG de Solvay.

Alors que la croissance en Europe reste faible, les chimistes européens ont aussi développé leurs implantations à l'international. « Le secteur reste dépendant de la croissance économique : les groupes ont tout intérêt à se rapprocher de la demande », relève Rémi Cornubert. A coup de fusions-acquisitions mais aussi d'investissements, leur mix géographique a sensiblement évolué. L'Europe, qui représentait 57 % de l'activité d'Arkema en 2005, est tombée à 38 % au profit des Etats-Unis (34 %) et de l'Asie (24 %).

Enfin, et surtout, les chimistes ont engagé de vastes revues de portefeuilles afin de se recentrer sur des secteurs à plus forte valeur ajoutée et en croissance. « L'industrie européenne est très difficilement compétitive à l'export sur les segments dits de "commodités", comme la résine PVC, où c'est la structure de coûts qui compte », rappelle Serge Lhoste. « En revanche sur la chimie de spécialité, où c'est l'innovation qui fait la différence, elle a une vraie carte à jouer. » Le néerlandais DSM se désengage des polymères intermédiaires et des résines composites pour se recentrer sur la santé, la nutrition et les matériaux de performance. L'allemand Lanxess mise désormais notamment sur les produits intermédiaires et additifs ou les plastiques de performance, pour réduire sa dépendance aux caoutchoucs.

Même stratégie chez Arkema et Solvay. Le premier a vendu en 2011 son pôle vinylique (chlore, soude, PVC), qui dégagait en 2006 moins de 3 % de marge d'Ebitda, et racheté l'an dernier le spécialiste des adhésifs Bostik, dont il espère porter la marge à 14-15 %. « Globalement, la marge du groupe est déjà passée de 6,2 % en 2005, à 13,8 % aujourd'hui », explique-t-on chez Arkema. De même Solvay a radicalement modifié la structure de son portefeuille avec l'acquisition en 2015 de l'américain Cytec, spécialisé dans les matériaux composites, tout en engageant sa sortie des PVC grâce à une coentreprise avec Ineos. « Cela nous permet d'améliorer nos marges, mais surtout, au-delà de la marge, c'est la croissance qui nous attire », explique Jean-Pierre Clamadieu.

Plus résilients aux évolutions de la croissance ou des taux de change, les groupes chimiques européens espèrent mieux résister à l'avenir aux cycles inhérents à leur industrie. Pour s'affirmer totalement confiants face à leurs concurrents internationaux, ils estiment toutefois qu'il y a encore un obstacle à lever : le décalage de réglementation, alors que les normes restent, en Europe, les plus contraignantes au monde. *Sources : Les Echos*

ACETATE DE CELLULOSE : SOLVAY AVEC EASTMAN CHEMICAL

Le chimiste belge devient l'unique propriétaire du site de production d'acétate de cellulose de Kingsport (Tennessee, Etats-Unis). Cette usine était détenue dans le cadre de la coentreprise à parts égales avec Eastman Chemical. Désormais, Solvay sera seul maître à bord de l'usine, mettant fin à la coentreprise Primester créée en 1991. Cette transaction dont les termes sont confidentiels devrait être finalisée au second trimestre 2016, sous réserves de l'obtention des autorisations usuelles. Selon les termes de l'accord, Eastman continuera à fournir les services de bases et les matières premières au site de Kingsport. « Après ce partenariat de 25 ans, cet accord va permettre à Solvay de garantir sur le long terme l'approvisionnement en flocons d'acétate de cellulose pour sa propre production de câbles en Allemagne, au Brésil et en Russie, en adaptant la production à la demande », a déclaré Philippe Rosier, président de Solvay Acetow. Acetow est un producteur mondial de câble d'acétate de cellulose (produit à partir de pâte de bois bio-sourcée) pour les filtres de cigarettes, le deuxième principal composant des cigarettes. La business unit opère sur des marchés très spécifiques, matures et stables. Solvay utilise notamment les flocons d'acétate de cellulose pour la production de bioplastiques. L'activité Acetow a généré un chiffre d'affaires de 542 M€ en 2015 (en retrait de 16 % par rapport à 2014). Elle fabrique et commercialise notamment sous la marque Accoya la licence de technologie d'acétylation, un processus qui augmente la résistance du bois utilisé à l'extérieur. Elle développe également un bioplastique d'acétate de cellulose, commercialisé sous la marque Ocalio. *Sources : Formule Verte*

ACIDE MUCONIQUE BIOSOURCE : DEINOVE LAUREAT DU CONCOURS MONDIAL D'INNOVATION

Deinove va recevoir 200000 euros de subventions pour son programme de R&D Deinoplast. La société française est lauréate de la 2ème édition du Concours mondial d'innovation dans la phase I, dite « phase d'amorçage ». Initié par l'Etat français en 2013, pour permettre l'émergence de projets novateurs dans des secteurs stratégiques, ce concours met en avant 8 ambitions pour la France. Le projet de Deinove s'inscrit dans le cadre de l'ambition n°4, baptisée « Les protéines végétales et la chimie du végétal ». La société a indiqué avoir été retenue avec 6 autres lauréats, parmi 40 entreprises candidates pour cette même ambition. « Nous sommes extrêmement fiers d'avoir été retenus par le Concours Mondial d'Innovation comme projet d'avenir pour la France. Cette distinction est la reconnaissance de la qualité de notre plateforme technologique. Elle nous conforte dans notre ambition de développer des modes de production plus responsables et plus durables pour divers composés et ingrédients entrant dans la formulation de produits d'usage courant » a déclaré Emmanuel Petiot, directeur général de Deinove. Deinoplast est le nom d'un programme lancé en 2015 par Deinove et qui vise à développer un procédé de production d'acide muconique et dérivés à partir de matière première végétale, en utilisant des bactéries Deinocoques. Il s'ajoute aux programmes Deinol, pour la production de bioéthanol, et Deinochem qui s'intéresse aux isoprénoïdes aromatiques et aux caroténoïdes. Ce nom de Deinoplast a été retenu car l'acide muconique compte parmi ses dérivés, le caprolactame, l'acide téréphtalique et l'acide adipique. Or ces trois composés sont des intermédiaires clés pour la production de polyamides et de PET. « L'acide muconique biosourcé est une réelle alternative pour l'industrie chimique, car il pourrait se substituer à des procédés industriels polluants à base de pétrole, sur des marchés très significatifs. Il existe une demande importante pour la production de composés biosourcés, par exemple dans les plastiques à usage alimentaire ou dans les textiles » a

commenté la société. Rappelons que le Concours mondial d'innovation propose d'aider les entreprises en 3 phases. La phase d'amorçage est suivie de la phase II, dite « de levées de risques » (soutien de 1 à 3 M€), et la phase III, dite « de développement » (soutien de 20 M€). Les résultats de la phase I de la 2e édition viennent tout juste d'être dévoilés. Pour ce qui est de la 1ere édition, elle a d'ores et déjà atteint la phase II avec cinq dossiers sélectionnés au niveau de l'ambition n°4. *Sources : Formule Verte*

DU NEOPRENE BIOSOURCE POUR LE SURF

Patagonia : Lorsque nous avons commencé à fabriquer des combinaisons de surf, nous nous sommes rapidement rendus compte que le néoprène était un matériau à améliorer afin de réduire son impact environnemental. En recherchant d'autres solutions, nous avons découvert que nous pouvions utiliser du néoprène (polychloroprène) à base de calcaire à la place du pétrole. Même si limiter notre recours au pétrole était à priori une bonne idée, le calcaire demeure une ressource non renouvelable limitée, qui est extrait de la terre à l'aide d'engins d'excavation lourds, puis chauffé à des températures extrêmement élevées afin d'éliminer les composants chimiques. Utiliser du calcaire à la place du pétrole ne présentait donc aucun bénéfice environnemental net réel. Comme les polychloroprènes à base de pétrole et à base de calcaire ont des impacts environnementaux tout aussi importants, nous avons décidé de poursuivre nos recherches. Lors de notre première rencontre avec l'équipe Yulex il y a quelques années, leur matériau s'apparentait à une sorte de latex naturel, très différent du néoprène. Mais l'équipe Yulex était déterminée à tirer profit des propriétés uniques du guayule, un arbuste vigoureux originaire des déserts du sud-ouest des États-Unis. Nous avons alors lancé un projet de recherche et développement collaboratif à long terme en vue de créer un néoprène à base de caoutchouc extrait du guayule. Bien que le guayule ne soit pas cultivé de façon biologique, il requiert une faible quantité d'intrants synthétiques et d'eau par rapport au coton par exemple. Lors de sa croissance, la plante absorbe et stocke le dioxyde de carbone présent dans l'atmosphère. Le guayule est récolté de façon à préserver les racines dans le sol pendant quatre ans en moyenne, ce qui permet de réduire l'érosion et la perte de carbone associées au labourage et au repiquage constant des terres cultivables. Après de nombreux tests et recherches, nous avons décidé qu'un mélange des deux matières constituerait le meilleur moyen de lancer notre nouvelle gamme de produits. Même si nous n'éliminons pas complètement le polychloroprène, nous réduisons considérablement l'empreinte écologique de nos combinaisons. Par rapport au néoprène traditionnel à base de pétrole (ou de calcaire), le caoutchouc extrait du guayule est une ressource renouvelable qui confère davantage d'élasticité et de douceur au produit fini, et qui peut être remplacé en moins de temps qu'il n'en faut au produit pour s'user. Sa culture a peu d'impact et les méthodes d'extraction et de transformation requièrent peu d'énergie et de produits chimiques. Des techniques d'extraction et de transformation mécaniques à l'aide d'eau, de tensioactifs simples et d'hydroxyde de potassium sont employées. Le produit dérivé principal sert de fertilisant et les eaux usées peuvent être utilisées comme fertilisant ou épurées puis réutilisées dans le procédé. Le site de production de Yulex requiert très peu d'énergie par rapport au raffinage et à la transformation du néoprène et de ses précurseurs synthétiques. Globalement, de la culture à la fabrication de la matière première, le caoutchouc Yulex® à base de guayule a un impact environnemental plus faible que le polychloroprène qu'il remplace. Nous nous efforçons constamment d'innover et de réduire l'empreinte écologique de nos combinaisons, tant au niveau des matières premières, de l'éponge et de la lamination que de l'assemblage final. Nous avons également mis ce biocaoutchouc breveté révolutionnaire à la disposition de toute l'industrie du surf. Pourquoi? Car plus les volumes augmentent, plus les prix baissent; et quand davantage de surfeurs

peuvent choisir des combinaisons plus respectueuses de l'environnement, tout le monde est gagnant.
Sources : C. Loisel et Patagonia

DU HMF ISSU D'ENDIVES

Des chercheurs de l'université d'Hohenheim (Bade-Wurtemberg) ont développé un procédé pour synthétiser de l'hydroxyméthylfurfural (HMF) à partir des restes des récoltes d'endives. Actuellement, environ 30% de la plante est inutilisée, car impropre à la consommation humaine. Dans le procédé développé par les chercheurs d'Hohenheim, cette part est introduite dans un milieu réactif acide et chauffée à 200 °C. Là, les racines d'endives se décomposent pour former, en plusieurs étapes, du HMF. L'HMF sert de précurseur pour des matériaux plastiques tels que le nylon, le polyester ou encore le perlon. Ces derniers sont en particulier utilisés par l'industrie de la mode pour fabriquer des collants. Par ailleurs, les bioplastiques ainsi synthétisés peuvent être davantage étirés que ceux issus de ressources pétrolifères. Ceci permet de fabriquer davantage de produits finaux avec moins de masse. Les restes d'endives étaient jusque-là valorisés énergétiquement dans des méthaniseurs. Cependant, d'après les calculs de l'université d'Hohenheim, pour une superficie de 100 000 hectares d'endives, 1,30 tonne d'HMF pourrait être produite, ayant une valeur de 2,6 M€ d'après les prix du marché. La valorisation de la même quantité de résidus d'endives sous forme de biogaz ne rapporterait qu'environ 9 500 € sur le marché allemand. *Sources : BE*

DES PANNEAUX PHOTOVOLTAIQUES POUR LA PLUIE

Un nouveau prototype de panneau solaire photovoltaïque, capable de générer de l'énergie par temps pluvieux, a été développé par une équipe de chercheurs de l'Ocean University of China. Cette nouvelle technologie utilise une fine couche de graphène, matériau connu pour son excellente conductivité électrique, pour recouvrir les cellules solaires et obtenir de l'énergie à partir de l'impact des gouttes de pluie sur celles-ci. En effet, les gouttes de pluie ne sont pas constituées d'eau pure, elles contiennent du sel qui se divise en ions positifs et négatifs. Les ions positivement chargés, dont le sodium, le calcium et l'ammonium, peuvent s'agréger à la surface du graphène en interagissant avec les électrons libres de ce matériau. Au point de contact entre la goutte de pluie et le graphène, l'eau s'enrichit alors en ions positifs et le graphène s'enrichit en électrons délocalisés. Il en résulte une couche double chargée en électrons positifs. La différence de potentiel associée à ce phénomène est suffisante pour produire du courant électrique. Bien que le rendement de ces nouvelles cellules solaires reste encore faible, cette technologie présente une alternative intéressante aux panneaux solaires photovoltaïques classiques qui ont besoin d'un taux d'ensoleillement constant pour produire de l'énergie. En fonctionnant par temps ensoleillé ou pluvieux, ces cellules pourraient permettre de diversifier les sources d'énergie renouvelable et pourraient donner un nouvel élan au marché du photovoltaïque. *Sources : BE*

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 est un Fonds de Dotation avec des Fondateurs Industriels

Nouveau Website :

<http://ChemSuD.enscm.fr>

Contact :

Prof. Bernard Boutevin
Président de la Fondation Chemsud

Bernard.Boutevin@enscm.fr