

Vers une chimie biosourcée



© Alex

EDITORIAL

Christine Chirat,

professeur à Grenoble INP - Pagora et chercheuse au LGP2



Une avance à préserver

Il y a deux ans et demi, le Post Master intitulé "Bioraffinerie : bioénergie, bioproduits & biomatériaux" ouvrait ses portes à Grenoble INP - Pagora, qui faisait alors figure de pionnière dans le domaine. Forte de l'expertise scientifique issue de la recherche innovante du LGP2 en matière de chimie verte et de ses liens forts avec l'industrie, l'école propose cette formation en anglais couvrant l'intégralité de la chaîne, partant de la bioraffinerie (fractionnement de la biomasse) à la production de bioénergie, de bioproduits et de biomatériaux. Depuis, ce que l'on appelle aussi la chimie biosourcée n'a cessé de se développer à travers le monde. En témoignent notamment la création du Carnot Polynat et du pôle de compétitivité Xylofutur en 2011, ou encore le Labex Tec21 début 2013, lequel intègre une thématique bioraffinerie. En juillet 2013, la

La chimie biosourcée n'a cessé de se développer à travers le monde

Commission européenne a par ailleurs donné son feu vert au lancement d'un Partenariat Public Privé (PPP) sur les Industries Biosourcées (BIC). Doté de 3,8 milliards d'euros de budget, ce PPP vise à contribuer à une réindustrialisation de l'Europe dans le domaine de l'économie biosourcée et regroupe déjà une cinquantaine de centres de recherche européens. Côté formation, les choses évoluent rapidement. Ainsi, Agro Paris Tech a récemment ouvert une filière spécialisée dans la bioraffinerie et l'école de Chimie de Toulouse suit le mouvement. A Grenoble INP, nous devons étoffer notre offre de formation dans ce secteur pour conserver l'avance que nous avons il y a deux ans. A cet égard, nous recevons ce mois-ci une délégation d'enseignants-chercheurs de l'Université du Québec à Trois-Rivières (Canada), pour discuter d'un projet de formation commune en bioraffinerie.



Vers une chimie biosourcée

CHANGEMENT CLIMATIQUE, ÉPUISEMENT INÉLUCTABLE DES RESSOURCES FOSSILES, ENVOLÉE DU PRIX DU BARIL DE PÉTROLE... LE CONTEXTE EST FAVORABLE À L'ESSOR DES PRODUITS BIOSOURCÉS, PARTIELLEMENT OU TOTALEMENT ISSUS DE LA BIOMASSE. CES PRODUITS ÉCOLOGIQUES SONT DÉJÀ PRÉSENTS SUR DE NOMBREUX MARCHÉS. GRENOBLE INP - PAGORA DISPOSE DE TOUS LES ATOUTS POUR SE POSITIONNER SUR CE DOMAINE.

L'industrie papetière, qui produit chaque année près de 150 millions de tonnes de cellulose à partir de bois pour en faire de la cellulose, produit l'énergie dont elle a besoin en brûlant les sous-produits de cette opération. En rognant sur sa production d'électricité, elle pourrait mieux valoriser ces derniers, et notamment exploiter les hémicelluloses qui constituent 20 à 25 % de la matière végétale, et une partie de la lignine qui représente 30% du bois. A Grenoble INP - Pagora, et au Laboratoire de Génie des Procédés Papetiers (LGP2) en particulier, plusieurs projets sont en cours sur les différentes manières d'atteindre cet objectif. L'équipe "Bioraffinerie : chimie et éco-procédés" travaille sur les procédés d'extraction de la matière, qui est classiquement solubilisée et brûlée lors de la fabrication de la pâte à papier, et sur sa valorisation en bioproduits, biomatériaux ou biocarburants. "L'idée est de récupérer les hémicelluloses sous différentes formes avant qu'elles ne soient dégradées, explique

Christine Chirat, maître de conférences à Grenoble INP - Pagora et responsable de l'équipe Bioraffinerie : Chimie et Eco-procédés au LGP2. *De ces hémicelluloses, on peut notamment extraire des monomères de sucres dont la nature et les utilisations*

Les sucres dérivés des hémicelluloses peuvent par exemple être valorisés en plastiques "verts"

potentielles varient selon l'essence de bois". Les sucres dérivés des hémicelluloses peuvent par exemple être valorisés en tensioactifs (voir encadré projet Sucrol), en bioéthanol, ou en plastiques "verts" comme c'est le cas dans le cadre du projet Polywood engagé en 2012 en partenariat avec Schneider Electric (lien).

Un important projet est en cours avec le CEA Liten, Enerlig, sur la gazéification de la lignine pour la production d'énergie et de composés phénoliques. Enfin, plusieurs projets visent à purifier la cellulose pour des applications chimiques et textiles.

Les belles promesses des nanocelluloses

Le LGP2 s'intéresse également à des particules très prometteuses issues de la cellulose, les nanocelluloses. Il en existe de deux types : les nanocristaux de cellulose (NCC), comparables à des grains de riz nanométriques de 100 à 1000 nanomètres de long et de 2 à 20 nanomètres de diamètre obtenus en détruisant les zones amorphes de la fibre de cellulose à l'acide sulfurique; et les microfibrilles de cellulose (MFC), sorte de spaghettis de 500 à 1500 nanomètres de long et de 10 à 30 nanomètres de diamètre, produits par abrasion de la fibre.

Dotées de propriétés exceptionnelles, ces particules intéressent de plus en plus d'industriels. "Dès que leur fraction volumique le permet, ces NCC s'organisent en réseau pour former une matrice aux propriétés mécaniques exceptionnelles, pouvant atteindre la résistance du kevlar tout en étant très légère, explique Alain Dufresne, professeur à Grenoble INP - Pagora et

InoFib industrialise les microfibrilles de cellulose



Assez peu adaptés au transport et à la transformation, les gels cellulosiques sont un frein au développement industriel des microfibrilles de cellulose. Lors de sa thèse au LGP2, Karim Misoum a mis au point et breveté un procédé de lyophilisation générant une poudre réutilisable par simple ajout d'eau et traitement mécanique. Il a, de plus, débarrassé les microfibrilles de cellulose de leur caractère très hydrophile susceptible d'en limiter les applications industrielles, en modifiant chimiquement leur surface. Mieux : il a réussi à les rendre hydrophobes tout en conservant leur capacité à former un film en

séchant. Une prouesse technique qui a donné lieu à un autre brevet et positionne favorablement InoFib sur le marché des microfibrilles de cellulose. "Nous avons déjà des contacts avec plusieurs industriels, dont un spécialiste de l'emballage qui entend utiliser cette technique pour remplacer les couches d'aluminium et de polyéthylène contenus dans les packs cartonnés utilisés pour le lait par exemple". D'autres applications sont également envisagées dans divers domaines. "Nos microfibrilles peuvent être intégrées dans des vernis, type vernis à ongles, ou même dans des yaourts comme agents texturants complètement naturels".

La start-up, incubée par Gate 1 (anciennement GRAIN), a reçu le prix de création d'entreprise innovante OSEO (catégorie émergence) et vient d'être lauréate du même concours dans la catégorie création-développement. Elle sera officiellement créée en juillet 2014. Elle procèdera alors à un second tour de table pour lever les fonds nécessaires à l'installation de sa future usine pilote, laquelle fera passer sa capacité de production de microfibrilles d'une dizaine de kilos à plusieurs tonnes par jour. Les premiers produits InoFib pourraient sortir sur le marché d'ici six mois.



chercheur au LGP2. *Les nanocelluloses possèdent en outre des propriétés optiques intéressantes, sont imperméables aux gaz et stables dans le temps*". Autant de qualités qui font de l'œil aux industriels de secteurs comme les matériaux composites, l'emballage, le biomédical, l'agroalimentaire, la cosmétique etc.

Particulièrement bien positionnée dans la connaissance de la cellulose, Grenoble INP - Pagora mène de nombreux projets de recherche sur ces matériaux. Au LGP2, chercheurs et doctorants essaient par exemple de leur conférer de nouvelles propriétés en fonction des applications visées. *"Dans le cadre du projet européen NewGenPack, nous cherchons à doter les nanocelluloses de propriétés antibactériennes pour créer des emballages alimentaires actifs*, explique Julien Bras, maître de conférences à Grenoble INP - Pagora et chercheur au LGP2. *On peut également, comme nous le faisons dans le cadre du projet Panagro mené en collaboration avec Agro Paris-Tech, modifier leur surface pour les doter d'une capacité d'absorption des gaz qui permettra d'améliorer la conservation des*

viandes". Dans le domaine médical, les particules nanocellulosiques pourraient être utilisées pour fabriquer des pansements contenant des médicaments qui seraient délivrés progressivement. Enfin, les propriétés rhéologiques des nanocelluloses en suspension en font d'excellents candidats dans le domaine agroalimentaire comme agents texturants (yaourts), et en cosmétologie (vernis).

Les nanocelluloses sont imperméables aux gaz et stables dans le temps

Une industrialisation encore timide

Mais pour l'heure, la concrétisation industrielle de ces projets se heurte à quelques verrous technologiques que les chercheurs grenoblois œuvrent à faire sauter. Produites en phase aqueuse, ces nanoparticules se présentent sous la forme de gel constitué d'eau à 98%, ce qui en interdit l'usage dans certaines matrices. *"On a bien réussi à les diluer dans des solvants, mais toujours en milieu liquide*, explique

Alain Dufresne. *Les nanocristaux peuvent aussi être dispersés dans un milieu organique adéquat vis-à-vis de la matrice. Ceci est réalisé en revêtant leur surface avec un surfactant ou en modifiant chimiquement leur surface*". Depuis quelques années, les scientifiques du LGP2 cherchent également à mettre en forme les nanocelluloses par extrusion. Un extrudeur, financé entre autres par le labex Tec 21 et Grenoble INP, vient d'ailleurs d'être acquis par le LGP2. Il servira aussi à la formation des futurs ingénieurs de Pagora.

Enfin, d'autres projets concernent la production des nanoparticules, qui ont pour l'heure du mal à sortir des laboratoires en raison de difficultés d'approvisionnement. *"En effet, les industriels qui savent produire ces particules en quantité se gardent de les commercialiser avant de mieux évaluer leur potentiel applicatif"*, justifie Alain Dufresne. Naceur Belgacem, directeur de Grenoble INP - Pagora et chercheur au LGP2, a par exemple engagé une collaboration avec le Centre Technique du Bioéthanol au Brésil, pour valoriser en ce sens les déchets issus de la canne à sucre.

Sucrol, des tensio-actifs verts à base d'hémicelluloses

Coordonné par le LGP2, le projet Sucrol a pour ambition de valoriser les hémicelluloses issues de l'extraction de la cellulose du bois, en développant une filière de production d'agents tensio-actifs non ioniques biosourcés. Terminé début 2014, ce projet a également associé trois partenaires industriels, Fibre Excellence, Seppic et Dupont, et a bénéficié d'une aide ANR de 284 k€ pour un coût global de l'ordre de 823 k€. Les résultats du projet Sucrol ont montré qu'il était possible d'extraire une quantité importante de sucres de bois feuillus tout en garantissant la production d'une cellulose de qualité. De plus, l'extraction des sucres facilite ensuite celle de la cellulose, ce qui représente un avantage supplémentaire pour l'industriel. Les liqueurs extraites, constituées principalement d'un mélange de sucres sous forme monomères et oligomères, ont permis la production de tensio-actifs, moyennant une adaptation du procédé. En appliquant ce dernier, les industriels papetiers produiront à la fois des sucres pour la synthèse d'agents tensioactifs et de la cellulose, améliorant ainsi la rentabilité de leurs unités. Les sucres extraits, obtenus sous une forme convenant à la synthèse d'agents tensioactifs, se substitueront aux tensioactifs d'origine fossile et ne feront pas appel à des sucres issus de matière première alimentaire, contrairement aux récents développements dans ce domaine.

Grenoble INP et GEM s'associent dans le domaine des Big Data

Notre quotidien regorge d'applications et autres capteurs matériels et logiciels produisant en masse des données qui ne peuvent être, en raison de leur volume ou de leur nature, exploitées par les systèmes traditionnels. A la croisée de l'informatique, des statistiques et de la gestion de l'information, les Big Data constituent un marché en pleine croissance. Dans cet esprit, Grenoble INP - Ensimag et Grenoble Ecole de Management ont mis au point une formation commune destinée à répondre aux besoins des professionnels en la matière. Unique en France, cette formation Bac+6 accueillera ses premiers étudiants à la rentrée prochaine. Elle a été officiellement annoncée le 13 juin 2014 à Grenoble Ecole de Management, l'école de la CCI Grenoble, en présence de Geneviève Fioraso, secrétaire d'Etat chargée de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, et de plusieurs industriels partenaires.



Une formation répondant aux défis stratégiques des entreprises

Récemment accrédité par la CGE (Conférence des Grandes Ecoles), le mastère spécialisé Big Data de Grenoble Ecole de Management et Grenoble INP formera des spécialistes en Big Data, notamment des "data scientists", ou encore des "data strategists" en charge de la politique de valorisation des données. Son programme a été élaboré en collaboration avec de nombreux partenaires industriels qui se sont également engagés à le soutenir, notamment en embauchant ses diplômés. "Selon le cabinet Gartner, la demande de compétences autour du Big Data devrait atteindre les 4,4 millions d'emplois d'ici 2016. Or seulement 40 % de ces emplois pourront être pourvus" a rappelé Yves Denneulin, directeur de l'Ensimag, lors de la table-ronde. Les industriels présents, Antidot, Hardis et Oracle se sont collectivement félicités de la double compétence sciences et techniques et usages proposée par cette formation.

Le rapprochement de Grenoble INP et de GEM dans le domaine des Big Data prouve une nouvelle fois que la métropole grenobloise, candidate à la French Tech sous la signature Digital Grenoble, est particulièrement bien armée pour décrocher le label, dont l'objectif est de fédérer les acteurs du numérique autour d'un projet ambitieux au service du rayonnement de la France à l'international.



Grenoble INP reçoit un prix ingénieuses'14

Grenoble INP s'est vu décerner un prix à la cérémonie Ingénieuses'14, qui s'est déroulée le 12 juin à Paris en présence de Geneviève Fioraso, Secrétaire d'Etat à l'Enseignement supérieur et à la Recherche. Cette cérémonie était présidée par Christian Lermينياux, Président de la CDEFI, et placée sous le parrainage de Marie-Sophie Pawlak, Présidente de l'association Elles bougent.

Le 12 juin 2014, Grenoble INP s'est vu remettre un prix pour sa journée Femme ingénieurE, dont la seconde édition s'est déroulée le 20 mars 2014, réunissant étudiant(e)s, enseignant(e)s, institutions et entreprises afin d'analyser la place de la femme ingénieure dans l'entreprise. "Ce prix est

le résultat d'une action volontariste de notre établissement pour encourager les jeunes filles à ne pas hésiter à s'engager dans des études d'ingénieur, indique Brigitte Plateau, administratrice générale de Grenoble INP. Savez-vous que seuls 25% des européens savent citer le nom d'une femme scientifique ? Il faut que cela change, et nous œuvrons en ce sens". Grenoble INP a d'ailleurs nommé une chargée de mission "équité femmes-hommes" : Isabelle Schanen, également directrice de la Prépa des INP de Grenoble.

Le prix a été remis à Anne-Hermine Allain, étudiante en 3ème année à Grenoble INP - Ensimag, qui figurait également parmi les six lauréates retenues pour le prix de "l'élève ingénieure de l'année", lequel récompense une étudiante dont le parcours académique constitue un exemple pour les jeunes générations. Actuellement en échange Erasmus à l'Imperial College à Londres, Anne-Hermine suit une formation axée sur l'intelligence artificielle, les neurosciences, l'imagerie et l'informatique graphique. Elle a, durant son parcours, activement participé à de nombreuses actions en faveur de la promotion des études scientifiques, notamment à l'attention des filles. Elle est également membre active des associations "Women in Computing" et "Women in Science, Engineering and Technology" à l'Imperial College London.

Suivez Grenoble INP



→ www.grenoble-inp.fr/suivez-nous