

## **Le projet européen BIOCORE livre un jalon technologique significatif : la production à l'échelle pilote de bioéthanol de 2<sup>ème</sup> génération**

**La raréfaction des énergies fossiles et le changement climatique invitent à remplacer le carbone fossile par le carbone renouvelable. Dans cette perspective, la biomasse est un candidat prometteur pour peu que son utilisation soit durable. L'INRA, coordinateur du projet européen BIOCORE en association avec deux partenaires industriels de celui-ci, CIMV et DSM, annoncent la production à l'échelle pilote de bioéthanol de 2<sup>ème</sup> génération fabriqué à partir de paille de blé. Cette avancée démontre la faisabilité de production de bioéthanol et, de manière ultime, de bioplastique, à partir de biomasse ligno-cellulosique. De façon générale, les technologies développées dans BIOCORE favorisent l'utilisation des cultures à des fins alimentaires en réservant les seuls résidus de ces cultures à la fabrication de bioéthanol ou de biomatériaux, et en cherchant à exploiter les biomasses non-alimentaires telles que le bois.**

Dans le cadre du projet européen FP7 BIOCORE (BIOCOmmodity REfinery) lancé il y a 18 mois, la collaboration de la Compagnie Industrielle de la Matière Végétale S.A. (CIMV, Levallois Perret) et de DSM Bio-based Products & Services B.V. (Delft, Pays-Bas) a permis la production de bioéthanol de 2<sup>ème</sup> génération à partir de paille de blé. Pour parvenir à ce succès, la société CIMV a transformé, dans son installation pilote (Pomacle, Marne), de la paille de blé en cellulose, hémicellulose et lignine, les trois composants majeurs de la biomasse non-alimentaire. La cellulose a ensuite été transformée en sirop de glucose par la société DSM. Le procédé de transformation repose sur une fermentation utilisant des enzymes thermostables développées et brevetées par DSM. Enfin, l'étape de distillation a permis la production d'une centaine de litres d'éthanol, actuellement utilisés par la société Arkema S.A. pour produire un précurseur du bio PVC à savoir l'éthylène.

*« Nous sommes très satisfaits de cette collaboration avec DSM qui nous a permis de clairement démontrer la pertinence de notre technologie « organosolv » pour le bioraffinage de la biomasse non-alimentaire » a expliqué Thierry Scholastique, Président du Directoire de CIMV. « Aujourd'hui, grâce au programme BIOCORE qui a placé la technologie CIMV en son cœur comme procédé de prétraitement de la matière végétale, ainsi qu'aux travaux menés par les partenaires du consortium BIOCORE sur les trois produits issus du procédé CIMV, nous avons franchi une étape capitale vers l'industrialisation de notre technologie. »*

Pour DSM, la production à l'échelle pilote d'éthanol de 2<sup>ème</sup> génération à partir de biomasse non-alimentaire est prometteuse et conforme aux attendus du projet BIOCORE. M. Oliver May, Directeur R&D, DSM Bio-based Products & Services, est très enthousiaste : *« Le projet BIOCORE est très stimulant car il réunit différents acteurs et fournisseurs de technologie. Cette combinaison permet d'accélérer l'innovation dans le domaine du bioraffinage de la biomasse ligno-cellulosique. C'est l'avenir, et les résultats d'ores et déjà obtenus montrent qu'ensemble avec nos partenaires nous sommes sur la bonne voie. Nous sommes capables de livrer les technologies nécessaires pour la production d'éthanol à partir de la paille de blé. Les enzymes thermostables de DSM fonctionnent très bien sur la matière cellulosique prétraitée par CIMV. En les associant à son expertise technologique dans le domaine des levures ainsi qu'à son savoir-faire opérationnel acquis au sein de l'installation pilote à Delft, DSM atteint des performances remarquables. Les rendements en bioéthanol obtenus permettent d'envisager l'exploitation commerciale et la qualité du produit est en adéquation avec l'élaboration de matériaux ».*

Selon le coordinateur de BIOCORE, le Dr. Michael O'Donohue, chef adjoint du département Caractérisation et élaboration des produits issus de l'agriculture (CEPIA) à l'INRA, ce succès est le fruit du dynamisme et de la solide collaboration entre les 25 partenaires du projet issus de 13 pays différents. « *Les avancées du projet BIOCORE sont significatives et nous avons actuellement plusieurs innovations dans le pipeline. La production à l'échelle pilote de bioéthanol 2<sup>ème</sup> génération constitue pour BIOCORE et l'INRA un jalon important qui permet d'envisager des avancées très très prometteuses dans un proche avenir.* »

Contact :

Michael O'Donohue

Chef adjoint du département Caractérisation et élaboration des produits issus de l'agriculture (CEPIA) à l'Inra

tel. : 05 61 55 94 28

michael.odonohue@insa-toulouse.fr

Pour en savoir plus sur le projet Biocore :

- 3 questions à Michael O'Donohue, coordinateur du projet
- fiche descriptive du projet Biocore
- liste des partenaires
- présentation de CIMV
- présentation de DSM

## **Questions à Michael O'Donohue, chef adjoint du département Caractérisation et élaboration des produits issus de l'agriculture à l'INRA et coordinateur du projet européen BIOCORE :**

### **Pourquoi ce jalon est-il important pour BIOCORE ?**

BIOCORE est un projet ambitieux qui a pour objectif de démontrer clairement qu'il est aujourd'hui possible d'avancer vers l'industrialisation de technologies avancées permettant l'exploitation de la biomasse ligno-cellulosique. Un des verrous majeurs à l'utilisation de cette biomasse concerne la difficulté d'extraire convenablement la cellulose, utilisée en priorité pour la fabrication de carburants, sans diminuer le potentiel économique des autres composants, notamment les hémicelluloses et les lignines. En atteignant ce jalon, les partenaires de BIOCORE ont parfaitement respecté le cahier des charges. L'extraction de la cellulose à partir de la paille de blé a été accompagnée par la production d'un lot de Biolignine™ dont les propriétés techniques nous permettent d'envisager, entre autres, la production de plastiques et de résines, ainsi que la fabrication d'un sirop riche en hémicelluloses qui, après purification, permettra l'élaboration par voie biotechnologique ou chimique d'autres produits, par exemple le xylitol, un ingrédient alimentaire.

Ce jalon est également important parce qu'il valide des acquis de nombreux travaux réalisés à l'échelle du laboratoire portant sur le raffinage de la cellulose et l'utilisation d'enzymes innovantes pour son hydrolyse en glucose. En passant toutes les opérations unitaires à l'échelle pilote, il a été possible d'intégrer l'ensemble de la chaîne de valeur, du conditionnement initial de la paille jusqu'à la distillation du bioéthanol.

Enfin, la livraison précoce de ce jalon est très prometteuse car il permet à Arkema S.A. de poursuivre ses travaux sur la production de bio-PVC. En effet, l'ambition de BIOCORE ne se limite pas à la production de biocarburants. Il vise aussi la production de toute une gamme de polymères qui sont essentiels à l'élaboration des objets de notre quotidien (ex. revêtements de sol, matériaux isolants.....)

### **En quoi le bioéthanol de 2<sup>ème</sup> génération est-il préférable au bioéthanol de 1<sup>ère</sup> génération ?**

L'éthanol de 1<sup>ère</sup> génération, issu de denrées alimentaires tels que le saccharose (extrait par exemple de betteraves sucrières) ou le grain de blé, est souvent mal accepté par l'opinion publique du fait de la compétition directe qu'il engendre avec les usages alimentaires de cultures. De plus, le bioéthanol de 1<sup>ère</sup> génération n'utilise qu'une partie de la plante, ce qui constitue un gaspillage certain de ressources (engrais, eau, énergie, etc.). La production massive de biocarburants à partir de cultures alimentaires risquerait de nuire à l'approvisionnement des marchés alimentaires. En ce sens, la bioéthanol de 2<sup>ème</sup> génération constitue un progrès important, car la plupart des analyses indiquent que ce carburant conduit à des réductions très importantes des émissions de gaz à effet de serre, notamment en raison d'une meilleure utilisation des ressources.

A l'INRA, et en particulier à travers le projet BIOCORE, nous préférons soutenir le développement d'un système de production de biocarburants qui obéirait à la maxime « food and fuel » (aliments et carburants) et non celle de « food or fuel » (aliments ou carburants). De façon générale, les technologies développées dans BIOCORE favorisent l'utilisation des cultures à des fins alimentaires en réservant les seuls résidus de ces cultures à la fabrication de produits non alimentaires et/ou en cherchant à exploiter les biomasses non-alimentaires telles que le bois.

### **BIOCORE en est place depuis 18 mois, y'a-t-il d'autres résultats encourageants ?**

La phase initiale de BIOCORE a été essentiellement consacrée à la mise en place du projet et aux travaux préliminaires. Un projet impliquant 25 partenaires de 13 pays est une machine lourde à mettre en route ! Néanmoins, depuis quelques mois, un certain nombre de résultats intermédiaires commencent à sortir, avec de belles avancées en perspective.

Concernant le procédé développé par CIMV, les travaux réalisés montrent désormais que la technologie employée s'adapte à une large gamme de biomasses d'origines variées, de la paille de riz au bois de bouleau et aux taillis de peuplier. De plus, pendant cette première période de 18 mois, une nouvelle piste pour l'utilisation des essences résineuses a également été identifiée. Si celle-ci se confirmait, la technologie CIMV pourrait être d'un usage nettement plus large.

De nombreux travaux, centrés sur les lignines et conduits par plusieurs partenaires du projet, sont sources de résultats encourageants. Ils montrent que la lignine, souvent considérée comme difficile à valoriser, pourrait servir pour la formulation de différents types de produits, tels que les mousses polyuréthanes utilisées comme isolant ou la matière plastique utilisée pour le gainage de câbles électriques. En effet, en incorporant des lignines CIMV (Biolignine™) dans une formulation de polyuréthane élastomérique, Synpo (République tchèque) a généré un nouveau produit plastique dont la résistance à la traction, la dureté intrinsèque et la

dureté de surface sont augmentées, respectivement, d'un facteur de 2,5, 3,5, et 1,5 par rapport au produit classique.

Travaillant aussi sur la Biolignine<sup>TM</sup>, les sociétés CIMV et Chimar Hellas ont montré que cette fraction peut être intégrée dans les résines utilisées pour la fabrication de colles pour panneaux de bois, diminuant ainsi l'utilisation de ressources fossiles et de formaldéhyde.

Par ailleurs, des chimistes de l'Université Catholique de Leuven ont démontré la faisabilité d'un procédé qui transforme la cellulose directement en polyols, des molécules dérivés de sucres très largement utilisées dans l'industrie alimentaire et pour la fabrication de polymères. Le procédé du partenaire belge est caractérisé par un très fort rendement en polyol (notamment sorbitol) et une bonne productivité.

## BIOCORE (« BIOCCommodity REfinery ») en bref

Aujourd'hui, les menaces du changement climatique et de la dépendance excessive à l'égard du pétrole obligent l'Europe à diversifier ses ressources énergétiques en carbone renouvelable. A ce titre, la biomasse est unique, car c'est la seule ressource naturelle qui peut répondre à la fois aux deux besoins, en fournissant la matière nécessaire à la production de biocarburants de 2ème génération et aussi de molécules de synthèse, de polymères et de matériaux.

Le projet européen BIOCORE a pour ambition de concevoir et analyser la faisabilité industrielle d'une bioraffinerie permettant de convertir les résidus agricoles et forestiers en biocarburants de 2ème génération, en molécules chimiques et en polymères plastiques biodégradables.

Le premier défi relevé par BIOCORE est de démontrer le fonctionnement d'une bioraffinerie à partir d'une biomasse très variée. Pour ce faire, le projet analyse dans un premier temps les paramètres influant sur la gestion d'approvisionnement de la bioraffinerie en paille de blé et de riz, en produits forestiers et en bois de taillis à courte rotation. Plusieurs scénarios qui prennent en compte la saisonnalité des récoltes et les conditions de transport sont actuellement menés dans différentes régions d'Europe et d'Asie.

Sur un plan plus technique, BIOCORE développe et optimise les procédés permettant de valoriser la biomasse au niveau de toutes les étapes de sa transformation. La première étape consiste à traiter la biomasse brute pour en extraire ses principaux constituants valorisables : la cellulose, la lignine et les hémicelluloses. L'ambition du projet est d'adapter le procédé organosolv, breveté par CIMV, à tous types de biomasse.

Par ailleurs, de nombreuses activités de BIOCORE portent sur le développement de technologies biologiques et thermochimiques sophistiquées pour la transformation de la cellulose, des hémicelluloses et de la lignine en carburants de 2ème génération, résines, polymères plastiques (bio-PVC, bio-polyoléfines, polyuréthane, polyester etc.), détergents ou encore additifs alimentaires.

Dans BIOCORE, la biomasse n'est pas uniquement valorisée sous forme de ressource énergétique. Elle est également considérée comme une source de carbone utilisable dans la synthèse de molécules chimiques et comme substitut au carbone utilisé en pétrochimie. Le but est ici d'aboutir à un éventail de produits valorisables sur des marchés extrêmement variés. Pour le marché mondial des polymères (utilisés dans l'industrie textile, l'emballage, la construction, les peintures, etc.), BIOCORE a pour ambition de fournir des ingrédients chimiques d'environ deux tiers de ceux-ci.

En portant un certain nombre de technologies jusqu'à l'échelle du pilote industriel, BIOCORE apportera la preuve du fonctionnement de la bioraffinerie dans des conditions proches de celle du marché. Les procédés étudiés seront modélisés et optimisés sur le plan technologique et économique pour démontrer la faisabilité technologique des différentes voies de valorisation.

Sur le plan environnemental, le projet BIOCORE met en place des études multicritères de durabilité qui permettront dans un premier temps d'analyser puis de maîtriser les impacts environnementaux du fonctionnement de la bioraffinerie. Les impacts sur l'utilisation et la qualité de l'eau, l'utilisation des terres, la fertilité des sols, les réservoirs de carbone souterrains, la biodiversité, les émissions de gaz à effet de serre et la rentabilité énergétique font partie des nombreux paramètres qui seront pris en compte. Enfin, BIOCORE développe une stratégie de transfert des technologies étudiées vers les secteurs énergétiques, chimiques, biotechnologiques, agricoles et forestiers, ainsi qu'aux décideurs politiques et économiques.

Pour plus d'informations : [www.biocore-europe.fr](http://www.biocore-europe.fr)

## Liste des partenaires du projet BIOCORE

N°	Organisation name	Short name	Country	Organisation type
1.	Institut National de la Recherche Agronomique	INRA	France	Res
2.	Valtion teknillinen tutkimuskeskus	VTT	Finland	Res
3.	Energy research Centre of the Netherlands	ECN	The Netherlands	Res
4.	Compagnie Industrielle de la Matière Végétale	CIMV	France	SME
5.	Chimar Hellas AE	Chimar	Greece	SME/end-user
6.	Arkema SA	Arkema	France	MNI/end-user
7.	National Technical University of Athens	NTUA	Greece	HE
8.	Institute for Energy and Environmental Research Heidelberg	IFEU	Germany	Res
9.	Katholieke Universiteit Leuven	KULeuven	Belgium	HE
10.	Syral SAS	Syral	France	MNI/end-user
11.	SYNPO, akciová společnost	Synpo	Czech Republic	Res
12.	Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek	DLO	The Netherlands	Res
13.	Chalmers Tekniska Hoegskola AB	Chalmers	Sweden	HE
14.	Latvian State Institute of Wood Chemistry	IWC	Latvia	Res
15.	INRA Transfert	IT	France	Other
16.	The Energy and Resources Institute	TERI	India	Res
17.	CAPAX environmental services	CAPAX	Belgium	SME
18.	nova-Institut GmbH	NOVA	Germany	SME
19.	Institut für Umweltstudien - Weibel & Ness GmbH	IUS	Germany	SME
20.	Imperial College London	Imperial	United Kingdom	HE
21.	Solagro Association	SOLAGRO	France	NGO
22.	Szent Istvan University	SZIE	Hungary	HE
23.	Tarkett SA	Tarkett	Luxemburg	MNI/end-user
24.	DSM Bio-based Products & Services B.V.	DBPS	The Netherlands	MNI/end-user



### **CIMV, un spécialiste du bioraffinage lignocellulosique**

Créée en 1998, la société CIMV a développé, sur le modèle du raffinage du pétrole, un concept unique de bioraffinage lignocellulosique permettant de séparer et de valoriser les trois principaux constituants de la matière végétale en trois produits intermédiaires destinés à l'Industrie : la Biolignine™, la cellulose (C<sub>6</sub>) et les sirops de sucres (C<sub>5</sub>).

Ces produits peuvent se substituer à des commodités d'origine fossile entrant dans la composition de nombreux produits de la vie courante.

Depuis l'origine, CIMV mène une politique active de protection de sa technologie par le dépôt de brevets au niveau mondial (7 brevets) et de développement de la potentialité de celle-ci par des collaborations stratégiques avec les acteurs du monde académique et industriel. C'est donc dans cette logique que s'inscrit la participation de CIMV au programme européen BIOCORE. Dans ce projet, la technologie CIMV constitue le premier maillon dans les nombreuses chaînes de valeur qui sont en voie d'élaboration et qui déploient les innovations à la fois en biotechnologie et en chimie qui sont développées par ses partenaires.

### **La rupture technologique CIMV et la valorisation de la lignine**

Pionnière sur son secteur, la technologie CIMV est actuellement la seule capable d'extraire sans dégradation ni risque pour l'environnement, les trois composants de la biomasse lignocellulosique : la cellulose, les hémicelluloses et la lignine.

L'extraction d'une lignine pure constitue l'exclusivité scientifique du procédé CIMV. En effet, la lignine est très proche de polymères issus de la pétrochimie. Ainsi, la Biolignine™ (lignine CIMV) peut être utilisée comme composant de base dans la formulation de nombreux matériaux polymères, aujourd'hui réalisés à partir du raffinage du pétrole (bio-sourcing). La Biolignine™ présente une structure régulière très simple qui en fait un oligomère phénolique aux propriétés exceptionnelles que les partenaires du programme BIOCORE ont su mettre en valeur. Ces avancées scientifiques et technologiques ont des conséquences considérables car, pour la première fois, les lignines, qui représentent plus de 20 % de la biomasse terrestre produite annuellement, peuvent se hisser au premier rang mondial des matières premières à haute valeur ajoutée. La Biolignine™ permettra alors de produire à l'échelle industrielle :

- de nouveaux types de colles à panneaux de particules, contreplaqués et autres panneaux de bois à zéro émission de formaldéhyde
- des résines de type phénoliques de renfort pour plastiques et élastomères,
- des charges réactives pour substituer le noir de carbone dans les matériaux plastiques et les élastomères,
- de nouveaux types de polyuréthanes, polyesters et résines époxy aux propriétés identiques voire supérieurs aux produits actuels.etc....

La cellulose CIMV quant à elle, peut être valorisée en pâte à papier de qualité technique et commerciale équivalente à celle issue de bois feuillu.

Elle peut également être une source de glucose, de qualité alimentaire, mais d'origine non alimentaire, et devenir ainsi une matière première de choix pour les biotechnologies blanches notamment pour l'élaboration d'alcool de 2ème génération comme l'a démontré DSM.

Enfin, les hémicelluloses extraites sous la forme de leurs sucres monomères, principalement le xylose – produit à des niveaux de puretés modulables pour l'application choisie – peuvent dès lors être orientées vers la production d'alcool de 2ème génération, de xylitol et prochainement de furfural et de ses dérivés.

### **Un projet d'industrialisation**

Plus de 50 campagnes d'essais, menées avec succès sur l'unité pilote CIMV, situé à Pomacle (51), ont permis de valider la technologie à l'échelle préindustrielle.

CIMV, a confié l'industrialisation de sa technologie au Groupe TECHNIP.

Deux projets d'industrialisation sont à l'étude : le premier en France dans une zone céréalière, le second aux USA avec des partenaires leaders dans leur domaine.

### **La valorisation de la biomasse**

Le développement des agro-carburants et de la plasturgie verte issue de l'agriculture entre frontalement en concurrence avec la filière alimentaire. Ces débouchés sont à l'origine de la flambée du prix des matières premières agricoles au préjudice de leur consommation alimentaire.

La ressource exploitée par le procédé CIMV est de nature non-alimentaire et provient de co-produits agricoles tels que les pailles de céréales, les bagasses de canne à sucre et de sorgho sucrier, mais peut également s'appliquer aux plantes à fibres (miscanthus, chanvre, lin, etc.).

Ainsi, la technologie CIMV contribue à la valorisation raisonnée de la surface agricole utile (land use).

Pour de plus amples renseignements, vous pouvez vous reporter au site Internet de la société : [www.cimv.fr](http://www.cimv.fr)

### **Contacts :**

#### **Contact scientifique et technique :**

Dr. Bouchra Benjelloun-Mlayah – [b.benjelloun@cimv.fr](mailto:b.benjelloun@cimv.fr)

#### **Contact presse :**

Marion Racine – [m.racine@cimv.fr](mailto:m.racine@cimv.fr) -



## **DSM bio-based services, un spécialiste de la biotechnologie blanche**

### **DSM - Bright Science. Brighter Living.(TM)**

Royal DSM N.V. est une société multinationale active dans les secteurs de la santé, de la nutrition et des matériaux. En associant ses compétences dans les domaines des sciences du vivant et des sciences de matériaux, DSM génère des innovations et crée des chaînes de valeurs qui sont sources de prospérité et de progrès environnemental et social. DSM apporte des solutions innovantes qui alimentent, protègent et améliorent des performances de produits, tels que les aliments et les compléments alimentaires, des cosmétiques, des aliments pour animaux, des produits pharmaceutiques, des dispositifs médicaux, des pièces pour automobile, des peintures, des produits électriques et pièces électroniques, de la protection personnelle, des énergies alternatives et des matériaux bio-sourcés. Aujourd'hui DSM emploie 22.000 personnes et génère un chiffre d'affaires d'environ 9 milliards d'euros. La société est cotée par NYSE Euronext.

Dans les domaines des énergies de 2ème génération et des produits chimiques bio-sourcés (produits à partir de matières premières non-alimentaires), DSM occupe une position unique. En effet, aujourd'hui DSM Bio-based Products & Services est la seule société capable d'offrir à la fois des technologies enzymatiques et fermentaires nécessaires à la mise au point de procédés commercialement viables.

Des microorganismes tels que les levures sont indispensables à la production de biocarburants, car ils fermentent les sucres, libérés par les enzymes à partir de la biomasse, en éthanol. Lorsque l'on utilise la biomasse lignocellulosique comme matière première, deux classes majeures de sucres fermentescibles sont présents dans les sirops, produits de l'hydrolyse enzymatiques : des sucres à six carbones (ou hexoses) et des sucres à cinq carbones (ou pentoses). Typiquement, les levures industrielles classiques ne fermentent que les hexoses. Or, DSM est un pourvoyeur de technologies pour les biocarburants de 2<sup>ème</sup> génération, fournissant des enzymes thermostables, aptes à la conversion efficace de biomasse en sucres, et des levures avancées capables de fermenter à la fois des hexoses et des pentoses. Avec cette combinaison de technologies, DSM est convaincu de sa position de gagnant.

Dans le projet BIOCORE, DSM apporte son expérience industrielle dans les domaines des technologies enzymatique et fermentaire. Ainsi, DSM est chargé de l'hydrolyse des composants glucidiques de la biomasse et la conversion de ceux-ci en bioéthanol. Un rôle clef pour DSM concerne la conduite d'essais pilotes, qui sont réalisés à l'aide de son installation pilote, localisée au sein du centre de biotechnologie de DSM à Delft (Pays-bas)

Pour plus d'informations, veuillez visiter le site web [www.dsm.com](http://www.dsm.com).

Contact presse :

André van der Elsen, Senior External Communications Manager, Royal DSM (+31 45 5787162),  
[andre.elsen-van-der@dsm.com](mailto:andre.elsen-van-der@dsm.com)