



Productos y materiales *bio regenerados*

Procesos físicos, fisico-químicos y biotecnológicos de transformación de agromoléculas, de agropolímeros o de matrices complejas

La UMR « *ingeniería de agropolímeros y tecnologías emergentes* » (UMR IATE, CIRAD/INRA/Montpellier SupAgro/UM2) tiene como objetivo ayudar al mejoramiento de los conocimientos sobre las funcionalidades de los productos vegetales y de sus constituyentes, a fin de aumentar sus buenos resultados para usos alimentarios y no alimentarios. Realiza investigaciones sobre los procesos físicos, físico-químicos y biotecnológicos de transformación de agro-moléculas, de agropolímeros o de matrices complejas, preocupándose de entender el impacto de esas transformaciones, a diferentes escalas, en términos de estructuras y de funcionalidades metas.

Sus actividades de investigación se articulan alrededor de cinco ejes complementarios, pluridisciplinarios y multi-escalas :

- ❶ Fraccionamiento de agrorecursos
- ❷ Estructuración bajo limitaciones de los agropolímeros y reactividad de los polvos
- ❸ Transferencia de materia y reacciones en los sistemas alimento/envase
- ❹ Biotecnología microbiana y enzimática de los lípidos y de los agropolímeros
- ❺ Representación de conocimientos y razonamientos para acrecentar la calidad y la seguridad de los alimentos

Estos ejes de investigación se interesan por las ecotecnologías con la voluntad de adquirir conocimientos para concebir, desarrollar y controlar procesos eco-eficientes de desconstrucción de la biomasa a fin de conseguir polímeros, moléculas de interés y sintones, y de reconstruir biomateriales a partir de estos elementos. Las investigaciones se apoyan sobre dos plataformas y varias unidades técnicas :

■ la plataforma de fraccionamiento* de productos vegetales (con humedad leve e intermediaria) tiene como eje privilegiado la primera transformación de los cereales, de la biomasa ligno-celulósica, y la elaboración de materiales con base de agropolímeros. Abarca dos unidades técnicas, una de los cuales es dedicada a la desconstrucción mecánica y a la clasificación de las materias primas vegetales, (molinos, trituradoras...), la otra a la estructuración de materiales

por reconstrucción y organización de los elementos bajo limitaciones (malaxado, laminado...)

■ La plataforma LipPol Green** (colaboración internacional) propone un marco científico y herramientas de muy alto nivel para estudios de la interfaz entre ciencia del vegetal y la química verde, en los ámbitos de la biotecnología de los lípidos, de la fisicoquímica de los polímeros, y de la exploración y el uso de la diversidad molecular de los vegetales, para la producción de moléculas, materiales y carburantes provenientes de la biomasa.

La UMR IATE, miembro del Instituto Carnot 3BCAR (Bioenergías, biomoléculas, y biomateriales provenientes del carbono renovable) y del Labex Agro, está comprometida también en numerosas colaboraciones, tanto académicas como industriales (Alland & Robert, Panzani, BASF, Michelin...), entre otros con asociados de los países del Sur :

■ El proyecto europeo « *ECOefficient BIOdegradable Composite Advanced Packaging* » (FP7, 2011-2015) apunta a proveer envases biodegradables y modulables a las industrias alimentarias (financiación del 7º Programa Marco de Investigación y de Desarrollo Tecnológico [PMIDT]).

■ La plataforma « *Hevea Research Program in Partnership* » federa desde el 2008 las actividades de investigación sobre el caucho natural en el Sur-Este de Asia.

■ El proyecto METAGLYC 2 (financiación del fondo alemán para los recursos renovables, 2012-2015) desarrolla nuevas vías de obtención de derivados del glicerol por catálisis química y por biocatálisis.

Los equipos principales

Equipo IAM
Ingeniería e Arquitecturas Macromoleculares
ICGM - Instituto Charles Gerhardt de Montpellier UMR CNRS 5253
(ENSCM/CNRS/UM2/UM1)
60 científicos

UMR IATE
Ingeniería de los Agropolímeros y Tecnologías Emergentes
(CIRAD/INRA/Montpellier SupAgro/UM2)
49 científicos

UPR CMGD
Centro de Materiales de Gran Difusión
(EMA)
40 científicos

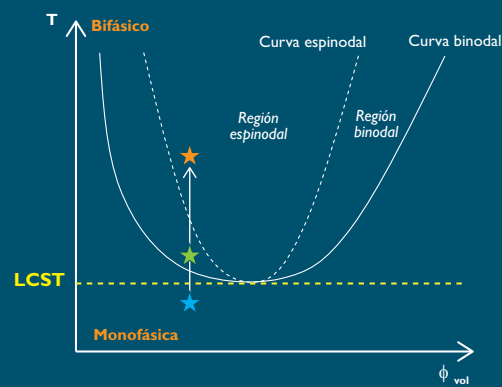
...continuación página 14

Proyecto POMEWISO

elaboración de membranas sin solventes a partir de polímeros bioregenerados

Las membranas poliméricas porosas utilizadas en el tratamiento del agua están elaboradas a escala industrial a partir de polímeros sintéticos disueltos dentro de un solvente orgánico (acetona, DMF, NMP...). La porosidad está generada mediante un proceso de inversión de fase inducido, en la mayoría de los casos por inmersión de la solución homogénea de polímeros en un baño sin solvente (agua). Por un lado la materia prima proviene de un recurso terrestre que no es renovable, y además, se utilizan cantidades importantes de solventes orgánicos, lo cual puede causar perjuicios medioambientales y sanitarios.

El objetivo del POMEWISO (colaboración IEM/IRSTEA) es desarrollar un proceso de producción de membranas porosas, con una visión de química verde y limpia (i), utilizando polímeros provenientes de recursos renovables en vez de sintéticos y (ii) sustituyendo a los solventes orgánicos tradicionales por el agua (solvente de polímeros hidrosolubles). La problemática científica consiste de esta forma en dominar el proceso de elaboración de las membranas a partir de distintos polímeros hidrosolubles (PVA, éteres de celulosa, chitosán) que presentan una temperatura crítica de disolución baja (LCST), permitiendo controlar sus propiedades morfológicas y funcionales. Una vez inducida la inversión de fase por aumento de la temperatura (proceso TIPS-LCST), será necesaria una reticulación de las cadenas de polímero para consolidar la película formada. Se implementará preferentemente esta reticulación por irradiación o por tratamiento térmico, para evitar el empleo de reticulantes químicos.



▲ Influencia de la subida de temperatura en el curso del proceso TIPS-LCST.

Se hará un análisis multi-escalas para identificar los fenómenos de separación de fase, el crecimiento de las estructuras, la morfología final de las membranas y sus propiedades de filtración. El enfoque medioambiental se manejará mediante métodos de difusión de luz, de microscopía óptica, de espectroscopia infrarrojo cercano y confocal Raman de filtración frontal. Un enfoque de modelización debe permitir, mediante la resolución de la ecuación de Cahn-Hilliard modificada, predecir el evolución de las estructuras en el curso del tiempo hasta la obtención de la morfología final.

Contacto : Denis Bouyer, denis.bouyer@univ-montp2.fr

- El proyecto ANR (Agencia nacional de la investigación) STOCKACTIF (programa biomaterias-Energía, 2011-2014) atañe al almacenamiento activo de la biomasa para facilitar su transformación industrial.
- El proyecto ANR SPECTRE (programa blanco internacional Francia-Méjico, 2011-2014) comprende la evaluación y el control de procesos de biotecnología industrial.
- El proyecto 3BCAR PEACE (con el LBE, 2011-2013) estudia el efecto de la composición parietal y de procesos de pretratamientos termomecánicos sobre la eficiencia de la conversión de biomasa modelo en productos energéticos.
- El proyecto « Epoxidación de polifenoles por un enfoque quimio-enzimático » tiende a conseguir resinas epoxi a partir de biorecursos (con el UMR « Ciencias para la Enología » 2010-2012).
- Varios proyectos sostenidos por la plataforma LipPol-Green y la plataforma de Transformación de Productos Vegetales.

Desde los monómeros hasta los polímeros : soluciones integradas para la síntesis de materiales

El equipo « *Ingeniería y Arquitecturas Macromoleculares* » (IAM) del Instituto Charles Gerhardt de Montpellier, (ICGM) UMR CNRS 5253 (ENSCM/CNRS/UM2/UM1), desarrolla, desde su creación, una química fundada sobre la síntesis de polímeros con arquitecturas controladas, de macromonómeros, de oligómeros telequéricos, de copolímeros injertados o en bloque, y de telómeros. El equipo ha estudiado específicamente las aplicaciones de estos telómeros en tanto como oligómeros reactivos en los compuestos fotoreticulables, aditivos para revestimientos, tensioactivos o matrices de materiales compuestos, etc., todas las aplicaciones en las cuales se buscan viscosidades débiles y reactividades controladas.

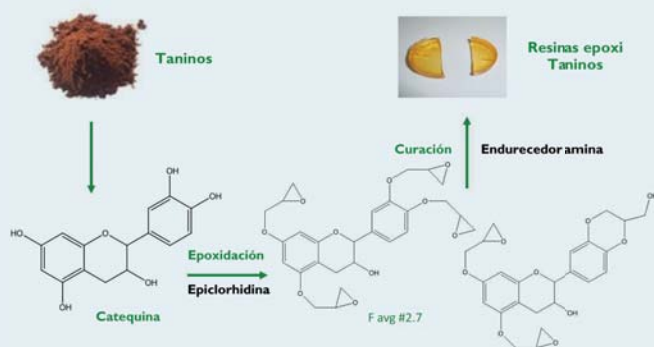
El equipo IAM, cuya actividad principal está basada en la aplicación de la química orgánica a los polímeros, es reconocida por sus competencias en la elaboración

de soluciones tecnológicas integradas de síntesis de materiales, desde los monómeros hasta los polímeros, a fin de proponer soluciones para las aplicaciones de alta eficiencia. Ha desarrollado también, desde hace muchos años, una química basada en procesos sobrios y limpios (polimerización en emulsión, fluidos supercríticos...) y fundada sobre el desarrollo sostenible (polímeros biodegradables, reciclaje de polímeros, valorización de agrorecursos...). El equipo es famoso también por su pericia en la química macromolecular de los hetero-átomos Si, P y F.

La temática « Polímeros bio estructurados » ha empezado más tarde, apoyándose sobre las competencias del laboratorio en las químicas de policondensación, de tiol-ene, y de polimerización en cadena. Uno de los objetivos de los trabajos actuales reside en sustituir moléculas peligrosas por moléculas de origen biológico, con objeto de elaborar poliuretanos, resinas formofenólicas, resinas epoxi, y poliésteres insaturados. Los retos científicos están vinculados con la utilización de recursos renovables desarrollando ●●●

* www.3bcar.fr/~abcar/images/stories/pdf_3bcar/fiche_iate_plateforme_fractionnement_des_vegetaux_v3.pdf
** www.supagro.fr/plantlipol-green

Proyecto Greenresins nuevas resinas epoxi bio estructuradas sin bisfenol A



▲ Esquema de obtención de resinas epoxi bio estructuradas a partir de la catequina proveniente de taninos.

Las resinas epoxi se pueden aplicar universalmente, debido a su polivalencia y su facilidad de uso. Incluyen una gran variedad de materiales con una amplia gama de propiedades físicas. Sin embargo se fabrican en la mayoría de los casos a partir de bisfenol A (BPA), compuesto clasificado como CMR (cancerígeno, mutágeno, reprotóxico).

El proyecto GreenResins se basa en la utilización de componentes aromáticos y poliaromáticos naturales, sin toxicidad, provenientes de recursos renovables, como reactivos para la elaboración de resinas epoxi termoendurecibles, en sustitución al BPA. Estos compuestos fenólicos naturales se

▼ **Propiedades térmicas y mecánicas comparadas de resinas elaboradas a partir de diglicidil éter de BPA y de taninos.**

Sample	T _g (°C)	T _{d5} (°C)	T _{d30} (°C)	Char (%) ₈₀₀	Swelling (%)	Soluble (%)	Storage Modulus (Gpa)	
							Glassy region	Rubbery region
DGEBA	74	209	355	10	17	I	2.8	0.019
75 DGEBA 25 GEC tannins	75	221	337	14	4	I	2.5	0.016
50 DGEBA 50 GEC tannins	73	202	323	18	I	I	2.4	0.014

extraen de taninos provenientes de coproductos de la silvicultura o de la viticultura, sin constituir una competencia con los cultivos alimentarios. Entre los compuestos fenólicos, el equipo IAM (ICGM), en colaboración con el UMR « Ciencias para la enología » (INRA), ha estudiado especialmente la catequina, molécula que posee cuatro grupos fenólicos. La catequina se epoxida con epichlorhidrina. La reactividad de los fenoles de los dos núcleos aromáticos de la catequina es diferente y forma dos productos : una molécula con cuatro grupos epoxi y un sub-producto cíclico con dos grupos epoxi. La funcionalidad promedio es de 2,7 grupos epoxi por molécula. La mezcla se utiliza sin purificación para la elaboración de resinas epoxi con solidificantes aminados, siempre y cuando los dos productos obtenidos estén funcionalizados y participen en la elaboración de la red. Las resinas logradas a partir de compuestos naturales funcionalizados tienen propiedades térmicas y mecánicas comparables con las resinas clásicas, provenientes de recursos fósiles tales como el diglicidil éter de BPA.

El interés de este trabajo es conseguir resinas aromáticas bio estructuradas con rigidez y resultados mejores respecto de las resinas alifáticas. Este trabajo ha sido galardonado con el Premio 2010 de las Técnicas Innovadoras para el Medio Ambiente en Pollutec.

Contactos : Sylvain Caillol, sylvain.caillol@enscm.fr
Bernard Boutevin, bernard.boutevin@enscm.fr
& Héléne Fulcrand, fulcrand@supagro.inra.fr

una química de reducción que permita el uso de materias primas oxigenadas, el desarrollo de procesos de despolimerización (polímeros naturales como el quitosán, las ligninas, etc., cuyas masas molares muy altas impiden su utilización directa), la policondensación, en reemplazo de la polimerización

radicalaria para explotar lo mejor posible las funciones reactivas de la biomasa (ácido, alcohol...) y el desarrollo de vías de acceso fuertes que permitan paliar la variación de la composición de la biomasa. Así, se han conseguido nuevas vías de acceso a resinas epoxi de origen biológico, a partir de taninos provenientes de coproductos de la silvicultura o de la viticultura. Además, el equipo IAM ha elaborado nuevos sintones funcionales reactivos a partir de aceites vegetales y ácidos grasos que tienen funciones amina, alcohol o ácido permitiendo llegar a nuevos biopolímeros (poliuretanos, poliésteres...).

Numerosas son las colaboraciones industriales con las empresas nacionales e internacionales. En el

2010, el equipo ha recibido el Premio de la Técnicas Innovadores para el Medio Ambiente en Pollutec (cf. *proyecto GreenResins aquí arriba*).

Ciclo de vida de los polímeros y compuestos : integración de materiales provenientes de los sectores del reciclaje y de recursos renovables en el desarrollo de materiales innovadoras

El *Centro de Materiales de Gran Difusión (Unidad Propia de Investigación [UPR] CMGD)* es uno de los tres laboratorios propios del EMA, tiene un estatuto de establecimiento público nacional con carácter administrativo dependiente del ministerio delegado

Otros equipos relacionados con este tema

UMR IEM
Instituto Europeo de Membranas
(ENSCM/CNRS/UM2)
50 científicos

UR LBE
Laboratorio de Biotecnología del Medio Ambiente
(INRA)
16 científicos

a la industria. Por las relaciones privilegiadas que mantiene con el sector económico, el CMGD forma parte del Instituto Carnot – Métodos Innovadoras para la Empresa y la Sociedad (M.I.N.E.S.) que federa las Escuelas de Minas y su asociación de investigación ARMINES. El Centro está comprometido en varios polos de competitividad y mantiene colaboraciones académicas e industriales al nivel nacional e internacional, participando en proyectos europeos, proyectos financiados por la Agencia para el Medio Ambiente y el manejo de la energía (ADEME), la ANR y los polos de competitividad .

El CMGD está estructurado en dos polos de investigación : el polo « Materiales Polímeros Avanzados » (MPA) y el polo « Materiales y Estructuras de Ingeniería Civil » (MSGC). Los dos polos se organizan alrededor de varios ejes científicos. El ciclo de vida de los materiales es una de las preocupaciones centrales de estos dos polos, en concordancia con el mundo industrial. De hecho, el establecimiento de directivas europeas encaminadas a favorecer el reciclaje de productos en fin

de vida desemboca actualmente en el desarrollo de tecnologías de clasificación y de identificación cada vez mas precisas, susceptibles de permitir dentro de un futuro próximo la selección en línea, de los plásticos y de sus aditivos a la vez. Así, los investigadores del CMGD acompañan por un lado el desarrollo de equipamientos prototipos de selección, y por otro lado el desarrollo de aleaciones de plásticos de alta performance, que pueden ser elaborados a partir de materiales regenerados de alta pureza, provenientes de la selección.

Por otra parte, la creciente demanda mundial de energía, la necesidad de encontrar una alternativa a los recursos energéticos de origen fósil que se están agotando, la voluntad social de reducir los impactos medioambientales generados por la actividad humana, y la huella de carbono incitan actualmente a una integración parcial o total de los recursos renovables en el desarrollo de materiales (noción de aprovechamiento biológico de los recursos). El compostaje de los materiales es una ventaja suplementaria ya tratada, y que

tendría que permitir una gestión más eficiente de los residuos en fin de vida, una vez estructuradas las cadenas de recolección. Así es como los investigadores del CMGD intentan superar las barreras científicas y tecnológicas, afín de poder valorar estos productos de manera fiable y duradera, integrándolos en los varios ámbitos de su aplicación : los envases, la agricultura, el transporte y la construcción.

El CMGD cubre numerosos ámbitos disciplinarios como la química, la fisicoquímica, la mecánica y la ingeniería de los procesos. Dispone de una plataforma de elaboración de materiales polímeros y compuestos (equipos de industria del plástico) y hormigones, por una parte, y por otra parte de una plataforma de caracterización de materiales (pruebas mecánicas, térmicas, termomecánicas, en condiciones normalizadas, pruebas de resistencia al fuego, pruebas de envejecimiento, observaciones con microscopio electrónico de barrido en modo medioambiental, difracción de rayos, análisis químicos y físico-químicos...). ■

© M. Maugenet – Innobat

Los materiales y la eco-construcción

En el sector de la construcción, hay dos niveles de necesidades : por una parte, responder a las expectativas del mercado que demanda productos más « verdes » integrando los

objetivos del desarrollo sostenible, y por otra parte

respetar al *Grenelle de l'Environnement*, integrando materiales con mejores resultados a fin de reducir el consumo en energía de los edificios, y valorar y reducir los residuos no valorizables.

El CMGD con el equipo IAM (ICGM) participa, desde el año 2012 en un proyecto financiado por el Agencia para el Medio Ambiente y el manejo de la Energía (*Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie – ADEME*), liderado por la sociedad INNOBAT, cuya sede está ubicada cerca de Montpellier, que fue premiada en los *JEC Innovation Award* en el 2011. El objetivo de este proyecto es desarrollar un material nuevo para los perfiles de carpintería, sabiendo que ninguno de los materiales tradicionales utilizados actualmente (madera, policloruro de vinilo [PVC], aluminio, compuesto poliéster/ vidrio) permite respetar las futuras normativas térmicas 2012 y 2020, ni

tampoco el nivel de buenos resultados mecánicos requeridos, los criterios arquitecturales, teniendo a la vez un impacto medioambiental reducido.

El nuevo material es un material compuesto formado por pultrusión, integrando una matriz termoendurecible elaborada, parcialmente o integralmente, a partir de residuos vegetales provenientes de los sectores madera y vitivinícola y de fibras vegetales continuas. El proyecto se interesa por varias problemáticas de I&D :

- síntesis y formulación de resinas termoendurecibles (epoxi y/o poliéster insaturado) bioregenerados parcialmente o totalmente a partir de residuos vegetales ;
- preparación de fibras vegetales de lino con análisis y homogeneización de los lotes, y posibilidad de tratamiento de superficie de las fibras ;
- adaptación de las formulaciones (reactividad de las resinas, resistencia en tracción de las fibras) al proceso de pultrusión ;
- evaluación de las calidades mecánicas, térmicas, al fuego y de durabilidad en condiciones de uso (humedad, temperatura, exposición a los UV).

Actualmente, hay prototipos disponibles y está prevista una comercialización próxima.

Contactos : Anne Bergeret, Anne.Bergeret@mines-ales.fr & Michel Maugenet, Michel.Maugenet@innobat.fr

Para más informaciones : www.innobat.fr

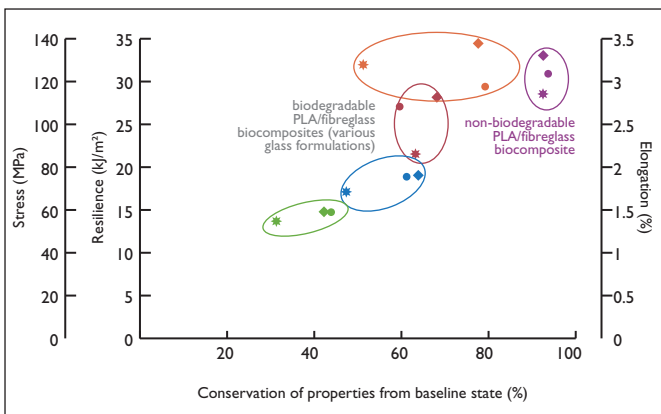


▲ Perfiles de carpintería en material biocompuesto de poliéster y lino.

Los biocompositos apuntan a la sostenibilidad

Las primeras generaciones de plásticos de origen biológico han tenido como meta principal aplicaciones con duración de vida corta, entre otros los envases. Hoy día la demanda ha evolucionado. El ámbito industrial tiene ahora necesidades en plásticos de origen biológico dotados de funcionalidades por lo menos iguales a los plásticos derivados del petróleo que existen actualmente, en términos de los efectos de barrera y las calidades mecánica, química, y térmica durante el periodo de uso del producto. En su mayoría, el mundo científico comparte esta constatación. Así es como el CMGD se ha encontrado en primera fila de estas evoluciones. Desde el envase en almidón expandido reforzado con fibras naturales sin fuertes limitaciones de uso, ha llegado a desarrollar películas, materiales macizos o expandidos a base de ácido poliláctico (PLA) ; el PLA es un polímero obtenido por fermentación del almidón de maíz menos sensible a la humedad que el almidón y con propiedades mecánicas superiores.

El proyecto COLIBIO (*C*Ontrolled *L*ifetime *B*IOcomposites), financiado por el ANR y etiquetado por el polo de competitividad Trimatec, tiende a desarrollar un biocomposito dotado de fuertes propiedades mecánicas y térmicas que

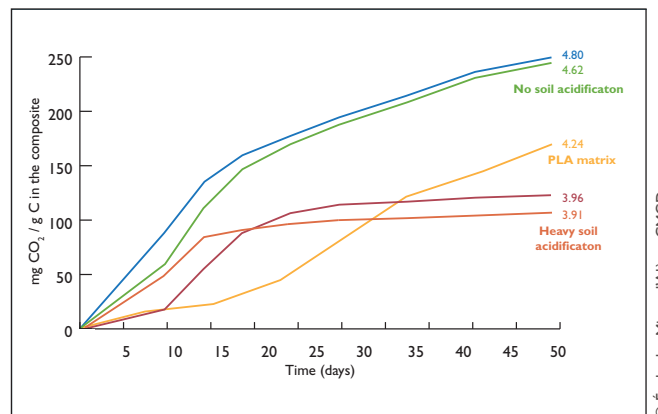


▲ Nivel de conservación de las propiedades mecánicas (● stress, ◆ elongación, * resiliencia) de materiales biocompositos biodegradables y no-biodegradables de PLA/fibra de vidrio. Análisis tras envejecimiento acelerado (inmersión durante 24 horas en agua a 65°C)

cumplen con las exigencias de la industria del automóvil, y con una duración de vida que se puede controlar. La idea consiste en reforzar una matriz a base de PLA con fibras de vidrio deteriorable según las condiciones normales de compostaje (temperatura, pH, humedad) ; la barrera científica y tecnológica siendo mantener un alto nivel de calidad mecánica del biocomposito a todo lo largo de su uso, y ser capaz de activar su degradación solo en la última etapa de su vida útil.

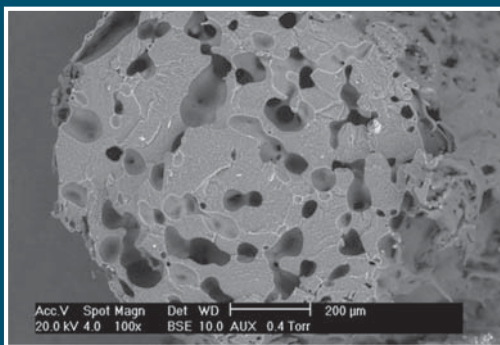
Así han podido ser elaboradas formulaciones de fibra de vidrio deteriorables y se ha estudiado la durabilidad de los biocompositos PLA/vidrio en condiciones biomiméticas durante el uso y punto final. Se ha podido evidenciar la interdependencia importante entre la composición química alcalina de los vidrios y sus calidades mecánicas en condiciones aceleradas, simulando la condiciones de uso (inmersión en el agua a 65°C), como también su nivel de mineralización en el suelo que puede acompañarse de la acidificación del mismo suelo.

Contacto : Anne Bergeret, Anne.Bergeret@mines-ales.fr



▲ Nivel de mineralización en suelos, para simular la fin de vida, de biocompositos biodegradables de PLA/fibra de vidrio en función del tiempo y de las condiciones de acidificación del suelo.

Materiales nanoestructurados a partir de bioplásticos



▲ Microfotografía electrónica de barrido de una esponja de bionanocomposito de PHBV/arcilla obtenida por extrusión asistida con CO₂ supercrítico.

Para responder con más fuerza a las licitaciones en nanomateriales, y ampliar su potencial de investigación contractual en colaboración con el sector de la industria, el Instituto CARNOT M.I.N.E.S (Métodos Innovadores para la Empresa y la Sociedad) ha creado, en el 2006, un grupo NanoMines en el seno del cual la temática central « Nanoestructuras » agrupa a alrededor de cincuenta investigadores procedentes de Escuelas de Minas. La meta es que emerjan sinergias entre los equipos de investigación, mezclando competencias pluridisciplinarias que incluyen la elaboración de nanomateriales, su caracterización, su modelización y las pruebas de aplicación.

En aquel contexto, en el 2011 el CMGD y el Centro RAPSODEE de la Escuela de Minas de Albi han iniciado un proyecto que tiende a desarrollar bio nanocompositos integrando nanopartículas dentro de una matriz bioplástica con el fin de controlar y mejorar sus propiedades.

La implementación de estos bionanocompositos por extrusión asistida vía fluido supercrítico (CO₂) permite dispersar las



El proyecto BIORARE

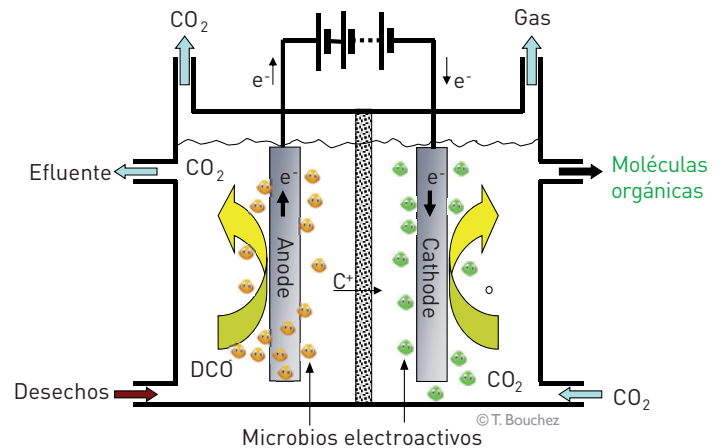
Ganador de la convocatoria de proyectos “Inversiones para el Futuro” sección “Biotecnologías y Recursos biológicos”

El proyecto BIORARE “Bioelectrosíntesis para el refinado de desechos residuales” (BIORARE, IRSTEA/Laboratorio de Ingeniería Química – Centro Nacional de la Investigación científica [CNRS]/LBE-INRA/Suez-Environnement) concierne a las modalidades de uso del concepto de electrosíntesis microbiana para el bio-refinado de los residuos y efluentes. Este descubrimiento reciente podría permitir *in fine* la producción de moléculas con alto valor agregado a partir de la materia orgánica y de la energía contenida en los residuos.

Se trata de utilizar la tecnología de los sistemas bioelectroquímicos para orientar las reacciones metabólicas del bioproceso hacia una producción de moléculas plataformas, con valor agregado, utilizables en química verde. La materia orgánica es oxidada en un primer contenedor por una biomasa compleja que transfiere electrones sobre un ánodo. Los electrones llegan luego al cátodo donde son utilizados en una reacción biológica de reducción. Regulando el potencial del cátodo en un valor deducido por un cálculo teórico (ley de Nernst), se pueden crear artificialmente las condiciones termodinámicas permitiendo que solamente se produzcan determinadas reacciones.

Estos sistemas de bioelectrosíntesis microbiana permiten una separación física entre un compartimiento « sucio » que recibe la materia orgánica a tratar y un compartimiento « limpio » en el cual se realiza la síntesis de las moléculas de interés, orientar los flujos metabólicos, y seleccionar las reacciones de oxidación que se producen en el cátodo a partir de la regulación del potencial.

A fin de establecer un pliego de condiciones detallado para la aplicación de la electrosíntesis microbiana a la biorefinería de desechos orgánicos, los componentes claves serán determinados así como las especificaciones asociadas para la elaboración de una estrategia de desarrollo industrial ulterior. Los fundamentos científicos y técnicos de la electrosíntesis microbiana serán reforzados y luego se validarán de manera



▲ Principio del sistema de bioelectrosíntesis microbiana utilizado en el proyecto BIORARE.

experimental las relaciones entre condiciones operativas y moléculas efectivamente sintetizadas. Se utilizará un enfoque multidisciplinario para entender mejor y asegurar el potencial tecnológico de aquellos sistemas. La evaluación medioambiental de las estrategias de acoplado de estos sistemas con las instalaciones industriales existentes se realizará apoyándose sobre guías de referencia que permitirán identificar los elementos críticos desde el punto de vista medioambiental así como también orientar las elecciones técnicas o industriales. Un análisis económico, social y normativo permitirá enmarcar mejor las estrategias futuras del desarrollo industrial. Se establecerá un pliego de condiciones detallado para la implementación de los sistemas de electrosíntesis microbiana para la biorefinería de los residuos orgánicos y se tomarán las medidas de protección de la propiedad intelectual, si así fuera el caso.

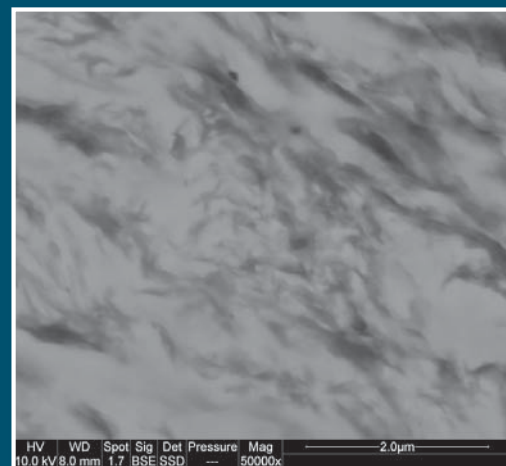
Contacto : Nicolas Bernet, nicolas.bernet@supagro.inra.fr

nanomoléculas en la matriz y a la vez generar esponjas sin aportar agentes químicos, y así mejorar estos materiales, en términos de alivio y aislamiento.

La matriz bioplástica considerada en el proyecto es un polímero biodegradable obtenido por extracción a partir de microorganismos, que forma parte de los polihidroxialcanoatos (PHA), a saber el poli(3-hidroxi butirato-co-3-hidroxi valerato) (PHBV). Esta matriz ha sido reforzada por nanopartículas de arcilla de tipo montmorillonita con valor de incorporación baja (menor al 3% de la masa). La incorporación de arcilla ha permitido mejorar significativamente las propiedades mecánicas, térmicas y resistencia al fuego, y controlar la biodegradación de la matriz. Las esponjas obtenidas logran hasta 50% de porosidad, pero con una homogeneidad del tamaño de las células que hay que mejorar mediante el estudio de los parámetros operatorios del proceso.

Contactos : Nicolas Le-Moigne, nicolas.le-moigne@mines-ales.fr & Martial Sauceau, martial.sauceau@mines-albi.fr

Para más informaciones : <http://cmm.ensmp.fr/Nanomines>



▲ Fotografía en microscopía electrónica de transmisión de la dispersión de arcillas en una esponja biocompósita de PHBV/arcilla.

© Ecole des Mines d'Alès – CMGD



▲► Envases biodegradables desarrollados durante el proyecto.

Proyecto EcoBioCAP Eco-efficient Biodegradable Composite Advanced Packaging

Desde hace aproximadamente diez años, numerosos envases alimentarios biodegradables han sido desarrollados, con el objetivo principal de limitar los plásticos petroquímicos pero sin una real evaluación de la ganancia medioambiental, de la viabilidad económica y de los impactos potenciales sobre la calidad y la seguridad de los alimentos envasados. Un cierto número de controversias mayores (desvío de recursos de uso alimentario, complicación de los circuitos de reciclaje/valorización, etc.) han frenado rápidamente el crecimiento de estos envases, especialmente en el ámbito agroalimentario. Es necesario un enfoque más global y sistemático para el desarrollo de estos envases biodegradables, para restaurar la confianza y el interés de los consumidores y los utilizadores.

El proyecto europeo EcoBioCAP tiene como meta proveer a las industrias alimenticias de la Unión Europea envases biodegradables y modulables según las exigencias de los productos alimenticios perecederos, con beneficios directos tanto para el medio ambiente como para los consumidores europeos en términos de calidad y de seguridad alimentarias. Esta nueva generación de envases estará basada sobre el desarrollo multi-escalas de estructuras compuestas cuyos componentes se conseguirán enteramente a partir de coproductos de las industrias alimentarias.



© UN2/INRA

Las actividades de demostración con los socios industriales permitirán optimizar la producción y el conjunto de las propiedades de los materiales desarrollados en el proyecto, antes de realizar una explotación a escala industrial. El desarrollo de una herramienta de ayuda a la decisión permitirá la accesibilidad de la tecnología de EcoBioCAP para todos los actores del sector. Las actividades de difusión tendrán como meta no solamente informar a la comunidad científica de los resultados del proyecto, sino también cerciorarse de que los consumidores y los usuarios finales se hayan enterado del modo de uso y de los provechos sacados al utilizar tales envases biodegradables.

El presupuesto del proyecto EcoBioCAP es de 4,2 millones de euros, financiados por Europa (3 millones de euros sobre 4 años en el marco del 7° PCRD). Agrupa a 16 socios provenientes de ocho países diferentes, entre los cuales hay seis empresas privadas.

Contacto : Nathalie Gontard, gontard@univ-montp2.fr

Para más informaciones : www.ecobiocap.eu